

S.N. Arteja

---

**CRÍTICA A LOS FUNDAMENTOS  
DE LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD**

El presente libro está consagrado al análisis crítico y sistemático de la teoría de la relatividad. Se ha prestado especial atención a las nuevas contradicciones lógicas que presenta la teoría criticada, puesto que la presencia de tales contradicciones prácticamente anulan el valor de cualquier teoría. En la obra se discuten muchos momentos cuestionables y contradictorios de dicha teoría y de sus consecuencias; se ha demostrado la inconcistencia lógica y física de los conceptos fundamentales de las teorías especial y general de la relatividad tales como el espacio, el tiempo, la relatividad de la simultaneidad y otros. El libro contiene un análisis crítico de la interpretación de los experimentos que tienen relación con la aparición y el afianzamiento de la teoría de la relatividad.

En este trabajo también se presenta detalladamente una crítica a los conceptos dinámicos de la teoría de la relatividad y se muestra la contradicción y la falta de fundamentos de un aparentemente "funcional" apartado de esta teoría: la dinámica relativista.

# Índice general

<b>Prefacio</b>	<b>5</b>
<b>1. La cinemática de la teoría especial de la relatividad</b>	<b>12</b>
1.1. Introducción . . . . .	12
1.2. El tiempo relativista . . . . .	15
1.3. La relatividad de la simultaneidad . . . . .	35
1.4. Las transformaciones de Lorentz . . . . .	41
1.5. La paradoja de la contracción de las distancias . . . . .	44
1.6. La ley relativista para la suma de las velocidades . . . . .	56
1.7. Crítica adicional de la cinemática relativista . . . . .	66
1.8. Conclusiones para el Capítulo 1 . . . . .	78
<b>2. Las bases de la teoría general de la relatividad</b>	<b>80</b>
2.1. Introducción . . . . .	80
2.2. Crítica a los fundamentos de la teoría general de la relatividad . . . . .	81
2.3. La crítica de la cosmología relativista . . . . .	109
2.4. Conclusiones para el Capítulo 2 . . . . .	115
<b>3. Las bases experimentales de la teoría de la relatividad</b>	<b>117</b>
3.1. Introducción . . . . .	117
3.2. Crítica de las interpretaciones relativistas de una serie de experimentos . . . . .	120
3.3. Conclusiones para el Capítulo 3 . . . . .	149

<b>4. La dinámica de la teoría especial de la relatividad</b>	<b>151</b>
4.1. Introducción . . . . .	151
4.2. Conceptos dinámicos de la TER . . . . .	153
4.3. Crítica a la interpretación convencional de la dinámica relativista . . . . .	170
4.4. Conclusiones para el Capítulo 4 . . . . .	206
<b>Apéndices</b>	
<b>A. La posible parametrización frecuencial</b>	<b>208</b>
<b>B. Acerca del posible mecanismo de la dependencia de la frecuencia</b>	<b>218</b>
<b>C. Aclaraciones sobre algunas hipótesis</b>	<b>224</b>
<b>Epílogo</b>	<b>231</b>
<b>Bibilografía</b>	<b>238</b>

# Prefacio

Este libro está dedicado a mis padres:  
personas bondadosas, honestas y sabias.

Aunque los logros de la técnica en el siglo pasado fueron bastante impresionantes, hay que reconocer que los logros de la ciencia fueron mucho más modestos (contra lo que pregona la propaganda paracientífica). Todos estos alcances se pueden atribuir mas bien a los esfuerzos de los experimentadores, ingenieros e inventores que a las irrupciones de la física teórica. El valor de las .explicaciones post factum.es de todos conocida. Además, es preferible evaluar de forma realista las "pérdidasrelacionadas con tales "irrupciones" de los teóricos. La principal "pérdida" del siglo pasado fue la de la unidad e interacción de toda la física, es decir, de la unicidad de la concepción y de la forma de abordar las diferentes áreas de la física. La física actual representa claramente un cobertor de retazos", con el cual se intenta cubrir los inconmensurables "montones" de investigaciones dispersas y de hechos sin relación. Contra la artificialmente sostenida opinión acerca de que la base de la física actual son algunas teorías fundamentales bien comprobadas, con demasiada frecuencia se observan hipótesis ad hoc (para un fenómeno concreto) y correcciones científicas de los cálculos hacia el "sentido necesario": como lo hacen los estudiantes que ya han visto con anterioridad la respuesta correcta a la tarea que resuelven. La capacidad de predicción de las teorías fundamentales en las aplicaciones prácticas resulta cercana

a cero (contrario a las afirmaciones de los "showmen" de la ciencia). En primer lugar esto se refiere a la teoría especial de la relatividad: todos "sus resultados que se han comprobado en la práctica fueron obtenidos o bien antes de la creación de dicha teoría o bien sin utilizar sus ideas (frecuentemente por sus adversarios) y sólo después, con el esfuerzo de los recolectores", fueron "asignados" a la lista de sus logros.

Pareciera que la teoría de la relatividad se integró solidamente a la física contemporánea y que no hace falta "escarbar" en sus fundamentos, sino simplemente terminar de construir los "pisos superiores del edificio". Al criticar esta teoría sólo puede uno "complicarse la vida" (recordemos el fallo del Presidium de la Academia de ciencias de la URSS, que equiparó la crítica a la teoría de la relatividad con la invención del perpetuum mobile). Las revistas científicas de prestigio están dispuestas a discutir tanto las hipótesis que no pueden ser comprobadas en los siguiente mil millones de años, como aquellas que nunca podrán ser comprobadas. Sin embargo, difícilmente cualquier revista científica se atreve a discutir las principales cuestiones de la teoría de la relatividad. Pareciera que la situación debería ser la contraria. Puesto que las bases de dicha teoría se enseñan no solamente en las instituciones de educación superior sino también en el colegio, entonces, ante la aparición de la menor duda, todas las preguntas deberían ser discutidas minuciosamente por la sociedad científica para "no hechar a perder a las generaciones jóvenes".

No obstante, existe una poco numerosa pero muy activa e importante sección de la élite científica que se comporta de una manera extrañamente confidencial. Con un aspecto lo más seriamente paternalista pueden discutir acerca de "los elefantes amarillos de colas rosas" (las partículas superpesadas dentro de la Luna, que indudablemente debieron haber quedado después de la Gran Explosión o alguna otra cosa por el estilo) pero ante el intento de discutir sobre la teoría de la relatividad ellos, como a la señal de un centro común, se comportan de manera tan activa que parecieran estar siendo despojados de su ropa interior, bajo la cual podría ser encontrado algún "lunar". Pudiera ser que simplemente "tengan órdenes de destruir

urgentemente entonces lo mezclan todo con lodo, frecuentemente sin leer siquiera los trabajos (afortunadamente, hasta ahora el autor se ha librado de caer en tales situaciones). Y cualquier crítica, incluso la más odiosa, puede contener algún grano de racionalidad capaz de mejorar su propia teoría.

La teoría de la relatividad pretende jugar no sólo el papel de una simple teoría (por ejemplo, como uno de los métodos de cálculo en el apéndice sobre la teoría del electromagnetismo), sino el papel de un primer principio, incluso de un principio "superior", capaces de anular cualquier otro principio o concepto comprobado: el espacio, el tiempo, la ley de la conservación, etc. Así pues, la teoría de la relatividad debería estar preparada para comprobaciones lógicas y experimentales más minuciosas. Como se mostrará en el presente libro, dicha teoría no resiste la comprobación lógica.

La teoría de la relatividad representa, de manera figurada, un ejemplo de las llamadas construcciones imposibles (el cubo irreal en la portada de este libro, etc.), donde cada uno de los elementos locales no es contradictorio. La teoría observada no contiene errores matemáticos locales. Sin embargo, al sólo decir que la letra  $t$  simboliza el tiempo real, se puede seguir inmediatamente la construcción y encontraremos una contradicción. Una situación semejante ocurre con las características espaciales, etc.

Nos enseñan durante mucho tiempo que se puede vivir con las paradojas, aunque las "paradojas" iniciales de la teoría fueron transformadas por los relativistas en simples "extravagancias". En realidad, cada persona normal entiende que si en una teoría existe una contradicción lógica real, entonces hay que elegir entre la lógica, sobre la cual se basa toda la ciencia, y esta teoría particular. Por supuesto que la elección no puede inclinarse hacia esta teoría particular. Precisamente por eso este libro inicia con las contradicciones lógicas de la teoría de la relatividad y a las preguntas lógicas se les ha dedicado aquí la principal atención.

Cualquier teoría física que describa un fenómeno real puede ser comprobada experimentalmente según la forma "si-no". Los relativistas también apoyan formalmente tal actitud: lo que no se ha

comprobado experimentalmente, no existe. Puesto que la teoría de la relatividad deberá pasar a la física clásica en la región de bajas velocidades (por ejemplo, para la cinemática) y el resultado clásico es unívoco (no depende del sistema de observación), los relativistas frecuentemente tienden a demostrar la ausencia de contradicciones en su teoría mediante la introducción de paradojas en su único resultado, el cual coincide con el resultado clásico. Así, esto resulta ser una confesión de la no observación de los efectos cinemáticos de la teoría de la relatividad, lo cual significa su ausencia real (es decir, el punto de vista inicial de Lorenz sobre el carácter auxiliar de las magnitudes relativistas introducidas). Los relativistas intentan "explicar" muchos de los momentos polémicos de diferentes maneras: a cada uno se le permite inventar los detalles inexistentes del "traje nuevo del emperador". Este hecho también es una señal indirecta de la ambivalencia de la teoría. Los relativistas intentan aumentar el valor de su teoría, poniendo en concordancia con ella la mayor cantidad posible de teorías, incluidas aquellas áreas completamente no relativistas. La artificialidad de tal "telaraña" globalista de relaciones es obvia.

Además de los relativistas, la teoría de la relatividad es también defendida (como campo de su actividad) por los matemáticos, quienes olvidan que los físicos tienen sus propias leyes. En primer lugar, la confirmación de ciertas deducciones finales no demuestra la veracidad de la teoría (del mismo modo que de la veracidad del teorema de Fermat no se sigue la veracidad de todas las "demostraciones" presentadas a lo largo de 350 años, así como del movimiento aparente de las estrellas y los planetas no se implica la existencia de esferas de cristal). En segundo lugar, incluso en las matemáticas existen condiciones adicionales, difícilmente expresables mediante fórmulas, que complican la búsqueda de soluciones (por ejemplo, la condición: encontrar la solución en números naturales). En la física, tal hecho se expresa, por ejemplo, en el concepto de "sentido físico de las magnitudes". En tercer lugar, si las matemáticas pueden investigar cualquier objeto (tanto realmente existente como irreal), la física se dedica a buscar los enlaces existentes sólo entre



las magnitudes físicas realmente medibles. Claro que se puede descomponer una magnitud física real en una combinación de ciertas funciones o ponerla en una función complicada y componer.<sup>el</sup> sentido de tales combinaciones. Pero esto no es más que un ejercicio colegial matemático de sustitución, el cual no tiene ninguna relación con la física, por más complicado que sea.

Dejemos a la conciencia de los "showmen de la ciencia.<sup>el</sup> deseo de engañar o ser engañados (a favor de sus propios intereses) e intentemos desapasionadamente analizar ciertos momentos dudosos de la teoría de la relatividad.

Notemos que, a lo largo de la existencia de la teoría de la relatividad, han aparecido más de una vez artículos con paradojas, críticas sobre los experimentos relativistas, se han hecho intentos de corregir dicha teoría, de resucitar la teoría del éter. No obstante, la crítica ha tenido, como regla, un carácter particular y ha tocado solamente aspectos separados de esta teoría. Tan sólo a finales del siglo pasado aumentó considerablemente el flujo de las críticas así como su calidad (los títulos de los artículos y los libros que se dan al final de este libro, en la bibliografía, hablan por sí mismos).

Hay que reconocer que, a diferencia de la crítica, existe una apologética profesional y fundamental de la teoría de la relatividad [3,17,19,26,30,31,33-35,37-41]. Por esto, el principal objetivo que se planteó el autor fue el siguiente: dar una crítica consecutiva y sistemática de la teoría de la relatividad, apoyándose precisamente en una buena apologética de dicha teoría. Siguiendo la tradición tácita habitual, la principal parte del presente libro pasó el control en importantes revistas científicas internacionales (*GALILEAN ELECTRODYNAMICS, SPACETIME & SUBSTANCE*). Como resultado, la tarea planteada se realiza paulatinamente, empezando con los trabajos [48-55], donde se ven de manera detallada los experimentos que forman la base de la teoría de la relatividad, los conceptos cinemáticos básicos de la teoría especial de la relatividad y de la teoría general de la relatividad, los conceptos dinámicos y las consecuencias de la dinámica relativista. Entre todo el conjunto de trabajos críticos prácticamente no los hay sobre la dinámica relativista. Este

hecho es una de las principales razones de la aparición del presente libro.

Esta obra es una generalización de los trabajos publicados desde una posición común (además, las sutilezas de la lógica siempre se perciben mejor en la propia lengua materna). Cada punto cuestionable de la teoría de la relatividad será discutido, según sea posible, independientemente de los otros para que se pueda observar de la manera más amplia posible todo el cuadro del absurdo". Sin embargo, para economizar espacio, en esta obra no se han anexado las citas de los momentos discutidos, extraídas de los libros de texto. Por eso se presupone que el lector está familiarizado con las bases de la teoría de la relatividad. Además, en este libro se discute no solamente la interpretación común de la teoría, sino también las posibles "alternativas relativistas". Esto se ha hecho para el caso aquel en que alguien se vea tentado a realizar, bajo una dudosa interpretación, otra elección relativista y corregir la teoría de la relatividad. El "monstruo" ha muerto hace mucho y no vale la pena resucitarlo, esa es la opinión del autor.

La elección de la lógica consecutiva utilizada para exposición no fué fácil: en cada pregunta surge el deseo de exponer inmediatamente en ese mismo lugar del libro todos los matices anexos, lo cual es imposible. El autor tiene la esperanza de que si al lector le alcanzan la fuerza y la paciencia para llegar al final del libro, entonces se habrán resuelto consecutivamente la mayoría de sus preguntas espontáneas. La estructura del libro es la siguiente. En el Capítulo 1 se da la crítica de los conceptos relativistas del tiempo, el espacio y de muchos otros aspectos de la cinemática relativista. El Capítulo 2 está dedicado a la crítica a las bases de la teoría general de la relatividad (TGR) y la cosmología relativista. En el Capítulo 3 se dan las aclaraciones sobre el fundamento experimental de la teoría de la relatividad. Aquí no vamos a hacer un análisis detallado de los experimentos que tienen relación sólo con el electromagnetismo o con las diferentes hipótesis particulares del éter (ese tema es enorme por sí sólo), sino que analizaremos exclusivamente los experimentos generales que se refieren sólo al sentido mismo de la cinemática y

la dinámica relativistas. El Capítulo 4 contiene la crítica a los conceptos dinámicos de la teoría especial de la relatividad (TER), a los resultados y a las interpretaciones de la dinámica relativista. Se dan conclusiones breves para cada capítulo. En los apéndices se analizan hipótesis particulares.

# Capítulo 1

## La cinemática de la teoría especial de la relatividad

### 1.1. Introducción

Comúnmente los típicos libros de texto sobre la TER inician con la descripción de la supuesta crisis de la física y de los experimentos precedentes a la aparición y confirmación de la TER. No obstante, existe la idea [38] de que la creación de la TGR es una simple "ruptura" que no necesita un fundamento experimental. El autor no está de acuerdo con tal opinión, ya que la física está primeramente para explicar el mundo real y encontrar los enlaces entre las magnitudes físicas observadas (conmensurables). Aun así, iniciaremos este libro no con el análisis de los experimentos, sino con el análisis teórico de la cinemática relativista. La cuestión está en que un mismo fenómeno observado se puede tratar interpretar de formas completamente diferentes mediante diversas teorías (en la física esto ha sido y será siempre así). Empero, lo común es rechazar cualquier teoría al encontrar contradicciones lógicas en ella. En la historia de la física constantemente varían las interpretaciones de muchos fenómenos. Y no hay que pensar, respecto a tales cambios, que el siglo pasado fue el último.

En los libros de texto sobre física general y teórica y en la liter-

atura de divulgación científica se han promocionado, de manera casi mercadotécnica, diversas tesis en apoyo a la teoría de la relatividad: "sobre la importancia práctica de la teoría de la relatividad", "sobre la unicidad y consistencia de todos los cálculos matemáticos y las consecuencias de esta teoría", "sobre la simplicidad y elegancia de las fórmulas", "sobre la completa confirmación de la teoría por los experimentos", "sobre la ausencia de contradicciones lógicas". Si dejamos de lado, por ahora, las cuestiones sobre la dinámica de partículas (que serán analizadas en el Capítulo 4) y examinamos sólo los conceptos cinemáticos, entonces se hace obvio el nulo "significado práctico de la teoría de la relatividad". La unicidad y la legitimidad teórica de la cinemática relativista también pueden ser puestas en duda [58,65,102,111]. En [48-50,52] se analiza minuciosamente una serie de paradojas lógicas relacionadas con los conceptos básicos de tiempo, espacio, relatividad de la simultaneidad y se muestra la total inconsistencia lógica de la teoría especial de la relatividad (TER). Ahí también se muestra la inconsistencia experimental de la TER (el Capítulo 3 del presente libro está dedicado a estas cuestiones) y se describe, como una especie de demostración de la no unicidad de la solución, la posibilidad de la parametrización parcial de todos los cálculos de la TER (tal parametrización no fue el propósito principal de los trabajos citados; ella será expuesta en los Apéndices en calidad de hipótesis parcial).

En el presente capítulo se expone detalladamente la crítica a los conceptos cinemáticos de la TER y se pone especial atención a una serie de errores "verosímiles" de los libros de texto. Todo esto nos obliga a regresar a los conceptos clásicos de tiempo y espacio, que ya Newton hubo formulado en sus *Principios matemáticos de la filosofía natural*, generalizando brillantemente los trabajos de sus predecesores (en primer lugar aquellos de los antiguos griegos). Los relativistas procuraron, a como diera lugar, destruir las anteriores concepciones (reparando, principalmente, en la palabra "absoluto") y consolidar a cualquier precio algo "grande y propio", pero no pudieron dar ellos mismos ninguna definición de tiempo, espacio y movimiento sino que simplemente manipularon las palabras men-

cionadas anteriormente. Por eso es necesario dar como introducción aunque sea unos breves comentarios sobre los conceptos clásicos newtonianos [28].

Newton, partiendo de las necesidades prácticas de las ciencias naturales, percibió que los conceptos mencionados eran excelentemente comprendidos y utilizados prácticamente por cualquier ser vivo, por ejemplo, por los insectos (incapaces de pensar abstractamente, según la opinión de la gente). Luego, estos conceptos atañen a los conceptos fundamentales, es decir, no pueden definirse a partir de cualquier otro concepto. Esto significa que sólo se puede enlistar aquello que se entiende bajo estos conceptos o utilizarlos en la práctica, y separar la abstracción que se supondrá en los cálculos matemáticos idealizados. Por eso Newton dividió de manera estricta el tiempo matemático absoluto, real, o la duración (todo esto, en nuestro caso, ¡son sinonimos!) del tiempo usual, al parecer, relativo. De esta manera, el tiempo significa una confrontación matemática de la duración del proceso investigado con la duración del proceso prototipo. La posibilidad de introducción de un tiempo único en la física clásica no estuvo relacionada directamente con el evidente carácter finito de la velocidad de transmisión de las señales. Más bien, la obtención de un tiempo único esta relacionada con la plena confianza de que se puede calcular el tiempo, con una exactitud práctica dada, a partir del tiempo local. De forma completamente análoga, Newton separó el espacio absoluto del relativo, distinguió el lugar absoluto del relativo y separó el movimiento absoluto del relativo. Si una de las metas de la ciencia es considerar la búsqueda de los enlaces causa-efecto de los fenómenos, entonces un momento positivo básico del planteamiento clasico consiste en el aislamiento del objeto de investigación del resto del Universo. Por ejemplo, en la gran mayoría de los casos el "movimiento de los ojos del observador" no ejerce una influencia notable sobre un proceso concreto que esté ocurriendo, y menos aun sobre el resto del Universo. Claro que tienen lugar "efectos aparentes" pero comúnmente se libra uno de ellos mediante la gradación de los aparatos, el recuento, etc., para concentrarse precisamente en el proceso investigado. Los concep-

tos clásicos de la cinemática fueron prácticamente introducidos por Newton para la determinación de puntos de referencia y estándares independientes del proceso en estudio. Esto crea una base para la descripción única de los fenómenos más diversos, la intersección de diferentes áreas del conocimiento y la simplificación de la descripción. Y también, intuitivamente los conceptos clásicos coinciden con aquello que se nos da en sensaciones y no valerse se ello es lo mismo que *“caminar con las orejas”*. El desarrollo de la ciencia a lo largo de los siglos muestra que las concepciones clásicas de la cinemática (que ya los antiguos griegos habían empezado a formar) no conducen ni a contradicciones lógicas internas ni a contradicciones con los experimentos.

Pasemos ahora a aquello que los relativistas *“hicieron.”*<sup>en</sup> esta área y analicemos las contradicciones lógicas de los conceptos básicos de espacio y tiempo en la TER. Empecemos por el concepto del tiempo.

## 1.2. El tiempo relativista

Para empezar, notemos cuan fácil es demostrar lo erróneo de los conceptos cinemáticos de la teoría de la relatividad. Para los resultados del tipo *“si-no”* sólo uno de los diferentes testimonios de dos observadores podría ser posible. Por consiguiente, al menos uno de los observadores en movimiento no estaría en lo cierto dentro de las opiniones autoexcluyentes. Pero la situación siempre se puede hacer simétrica con relación a un tercer observador que esté en reposo. Entonces sus testimonios coincidirán con el resultado clásico (comprobado para  $v = 0$ ) y hacia este resultado deberían dirigirse los testimonios del primero y del segundo observador. No obstante, a consecuencia del movimiento y del primero y del segundo observadores respecto al tercero, los testimonios de los tres serán diferentes. A consecuencia de la simetría de la situación, ni el primer observador ni el segundo tendrán la razón y sólo el tercer observador, en reposo, será quien describa el resultado justo (clásico). Precisamente así se mostró la contradicción del concepto de tiempo (*¡que es irreversible!*) en la paradoja modificada de los gemelos

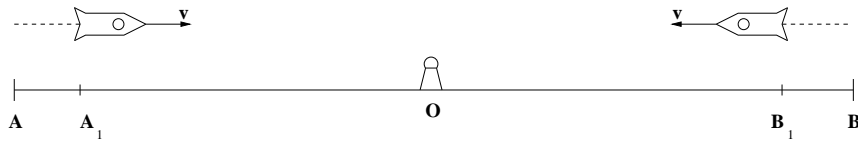


Figura 1.1: La paradoja modificada de los gemelos.

[48,51] y la contradicción del concepto de relatividad de la simultaneidad” [50]. (Observemos que el diagrama espacio-tiempo [33] no cambia incluso en la física de la paradoja común de los gemelos: todo el envejecimiento adicional del terrícola aparece repentinamente (!) al cambiar el movimiento del astronauta en un punto alejado y sólo se expresa geoméricamente como el cambio de las líneas de la simultaneidad).

Iniciaremos el análisis detallado de la teoría de la relatividad con la paradoja modificada de los gemelos.

### La paradoja modificada de los gemelos

Supongamos que dos colonias de terrícolas  $A$  y  $B$  se encuentran a una gran distancia una de la otra (Fig. 1.1). En medio se encuentra un faro  $O$ . El faro envía una señal a cuya llegada despegan de ambas colonias sendas naves con un gemelo cada una. Preliminarmente se eligen iguales las leyes de la aceleración (para el alcance de una gran velocidad). En el momento en que pasan volando una al lado de otra (junto al faro) a una gran velocidad relativa, cada uno de los astronautas debe ser más joven. Pero esto no es posible. Ellos, en ese momento, se pueden fotografiar a sí mismos y anotar su edad en el reverso de la fotografía (e incluso intercambiar las fotografías digitalmente). No aparecerán, pues, durante el frenado ulterior de uno de los astronautas, arrugas en la fotografía del otro. Además, no se sabe con anterioridad cuál de los dos astronautas querría moverse con aceleración para dar la vuelta y alcanzar al otro.

Esta paradoja se puede reforzar si se formula como la paradoja



de las personas de la misma edad. (Ya que en la TER no se declara la traslación del origen de coordenadas del tiempo, por ejemplo, como en el caso de los husos horarios, sino el cambio de la duración del transcurso del tiempo). Supongamos ahora que de cada una de las colonias despega una familia de astronautas y supongamos que inmediatamente después del cese de todos los movimientos acelerados (las aceleraciones se ha tomado iguales de antemano) en cada una de las naves nació un bebé. Precisamente estos bebés se toman para la comparación de edades. Toda la prehistoria del movimiento (desde el punto  $A_1$  al punto  $B_1$  respectivamente) no existe para ellos. El hecho del nacimiento de cada bebé puede ser confirmada por los observadores en los puntos  $A_1$  y  $B_1$ . Los bebés se distinguen porque todo el tiempo se han movido uno con respecto al otro a una velocidad constante  $2v$ . Hasta su encuentro volarán un trayecto igual  $|OA_1| = |OB_1|$ . Este es un experimento puro, precisamente para comparar la duración de los intervalos de tiempo y comprobar la TER. Supongamos, por ejemplo, que el vuelo a una velocidad constante duró 15 años según el reloj que se encuentra en la primera nave. Entonces, desde el punto de vista de la TER, el primer niño razonará de la siguiente manera: durante todos estos 15 años de mi existencia el segundo niño se movió con relación a mí a una gran velocidad, entonces su edad debe ser menor que la mía. Si además se pone a calcular la edad del segundo niño a partir del momento en que llegó la señal del punto  $B_1$ , entonces observará que, al encontrarse con el segundo niño a lado del faro, deberá ver a un "bebé con biberón". Exáctamente lo mismo pensará el segundo niño. Sin embargo, a consecuencia de la total simetría del movimiento, el resultado es evidente: la edad de tales "astronautas" será la misma (lo cual podrá ser confirmado por el observador que se encuentra en el faro).

Recordemos la explicación a la paradoja clásica de los gemélos (uno es astronauta y el otro, terrícola). Se considera que estos gemelos no gozan de los mismos derechos, ya que sólo uno de ellos se aceleró (que es precisamente el que se anuncia como el más joven). Pero, antes de la aceleración, según la opinión de cada hermano, el

más joven debe ser el otro. Además, prácticamente, si uno de los dos se acelera, el otro envejece más rápido. (¿Porque no les prohibimos a los astronautas y a los deportistas acelerarse para que todos a su alrededor envejezcamos menos?). Se sobreentiende que la .explicación.<sup>a</sup> la paradoja clásica de los gemelos contiene contradicciones. Primeramente, todo se puede hacer simétricamente; los astronautas pueden utilizar las fotografías antes y después de la aceleración e incluso realizar un intercambio de fotografías en el centro (¿no cambiarán, pues, los rotros de las fotografías!). En segundo lugar, la .explicación” no puede estar en la aceleración. Remitamonos nuevamente a la paradoja modificada de los gemelos (Fig. 1.1): con una misma velocidad constante, grande y relativa se puede volar un tiempo distinto, por ejemplo, a cuenta de una distancia inicial  $|AB|$  diferente, y se puede utilizar la misma aceleración. Elijámosla, por ejemplo, igual a la aceleración de la caída libre sobre la Tierra. Entonces el proceso de aceleración hasta alcanzar velocidades relativistas durará alrededor de un año (y se puede elgir el trayecto entero de mucho mayor tamaño: 100 o 1000 años luz). Evidentemente, durante el transcurso de este año de movimiento acelerado no ocurrirá ni un rejuvenecimiento ni un envejecimiento acelerados (especialmente si recordamos, de la teoría de la relatividad, la equivalencia de un sistema acelerado y de un sistema en el campo gravitacional: ¡ya que tenemos ahora condiciones análogas a las condiciones terrestres más comunes!). Resulta que una misma aceleración (en valor y en el tiempo de su acción sobre los mismos intervalos  $|AA_1|$  y  $|BB_1|$ ) puede provocar un envejecimiento diferente, para la adaptación a las fórmulas de desaceleración del tiempo de la TER, dependiendo del tiempo del movimiento anterior a una velocidad constante relativa (100 o 1000 años); es decir, falla la causalidad. Desarrollando esta idea se puede cambiar constantemente el signo de la aceleración ( $\langle v \rangle = 0$ ) y tendremos, entonces, un envejecimiento adicional arbitrario (entonces no tienen sentido las fórmulas de la TER para la desaceleración del tiempo a una velocidad constante). En tercer lugar, la aceleración y la velocidad pueden ser diferentes para distintos astronautas durante el proceso de movimiento pero siempre

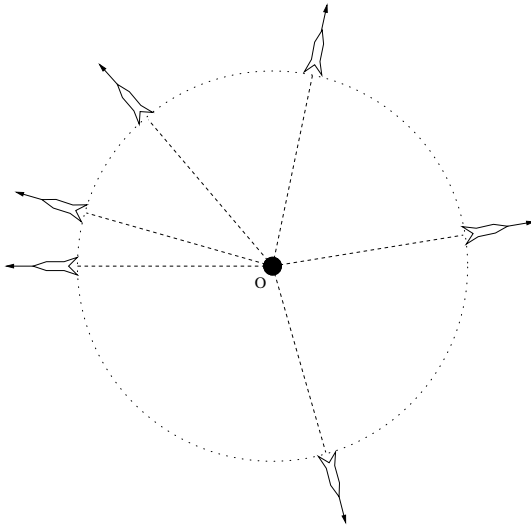


Figura 1.2: La paradoja de los "n gemelos".

se puede organizar un encuentro en un mismo punto y, según la opinión de cada uno, la edad de un mismo objeto será diferente, lo cual es absurdo.

Veamos ahora otra variante de la paradoja, por ejemplo, la de los "n gemelos" (Fig. 1.2). Supongamos que todos ellos toman naves que salen hacia diferentes direcciones a partir del mismo centro  $O$  de tal modo que todos los ángulos de salida entre cualquier par de naves sean distintos (un  $n$ -polígono irregular). La gráfica de velocidades y aceleraciones se ha definido idéntica de antemano (Las naves siempre se "encuentran" sobre una cierta esfera con centro en  $O$ ). A consecuencia del carácter vectorial de las magnitudes, todas las velocidades y aceleraciones serán, por pares, diferentes. Según la opinión de un determinado astronauta seleccionado, cada uno de los otros debe envejecer en un diferente intervalo de tiempo (y así desde el punto de vista de cada uno), lo cual no es posible (nuevamente, cada astronauta se puede fotografiar antes y después de cada idéntica

aceleración).

Los intentos de "explicar" las diferentes variantes de la paradoja clásica de los gemelos mediante diagramas auxiliares artificiales tiene un aspecto ingenuo. La física y las matemáticas son ciencias, por así decirlo, un poco diferentes. Es posible que a alguien en este caso le interese cómo cambian o giran los rombos, paralelogramos, triángulos y otras figuras puramente geométricas, pero todas estas recomendaciones para la salvación pseudocientífica y pedante de la TER nos recuerdan el arrogante MANUAL sobre "Cómo rascarse la oreja derecha con el pie izquierdo después de haberle dado dos vueltas alrededor del cuello experimentando la misma sensación que una persona normal" (cuando se puede satisfacer la misma necesidad de una forma más natural). Pero incluso para tal "estado de las cosas" llama la atención el siguiente hecho. En la física clásica cualquier camino lógicamente congruente conduce a un mismo resultado objetivo (cada observador puede imaginarse los razonamientos de cualquier otro observador e incluso valerse de ellos). Otro es el caso en la TER: algunos de los razonamientos que son completamente del mismo tipo deben ser arbitrariamente postulados como falsos (es decir, la elección del camino hay que ajustarla forzadamente a los resultados clásicos). Se obtiene una estupenda teoría: "aquí leemos, aquí no leemos, aquí viramos así, aquí volteamos así" como dice la canción, "z en lo que al resto se refiere, preciosa marquesa, todo está bien, todo está bien". Se ha conspirado muy inteligentemente.

## La paradoja del tiempo

Pasemos ahora a la paradoja del tiempo para sistemas en movimiento. Frecuentemente se utilizan las transformaciones de Lorentz para su resolución: ellas permiten confrontar todo el continuo de tiempo  $t'$  con un momento de tiempo  $t$ . Notemos que, si cotejamos los intervalos de tiempo, el procedimiento de sincronización del origen de coordenadas no tiene importancia. Supongamos que tenemos dos pares de relojes  $((1,2);(1',2'))$  que están separados de manera uniforme en el espacio y que están sincronizados por pares

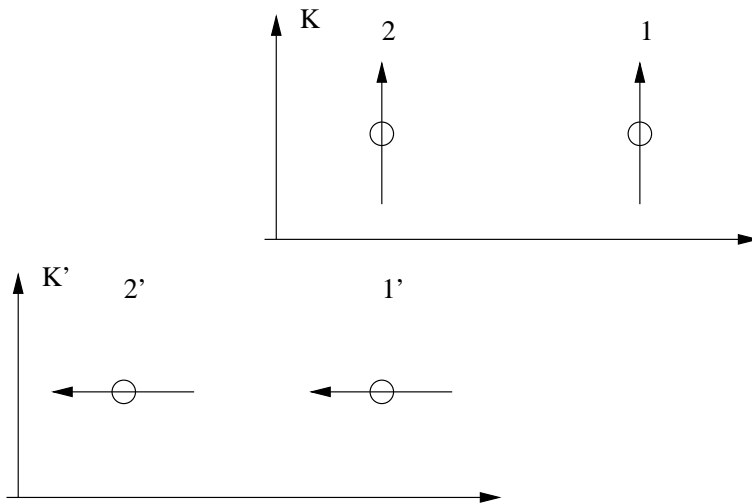


Figura 1.3: La paradoja del tiempo: el momento  $t = 0$ .

en sus sistemas  $K$  y  $K'$  (Fig. 1.3). La sincronización puede realizarse, por ejemplo, mediante una fuente infinitamente alejada y ubicada sobre la perpendicular al plano de los cuatro relojes (esto será expuesto más detalladamente en el párrafo acerca del establecimiento de un tiempo único absoluto). Entonces para cualquier intervalo de tiempo

$$\Delta t_1 = \Delta t_2, \quad \Delta t'_1 = \Delta t'_2. \quad (1.1)$$

Pero, según las transformaciones de Lorentz en el momento en que los relojes coinciden desde el punto de vista de dos observadores (que están cerca de los relojes), en el sistema  $K$  tenemos (Fig. 1.4):

$$\Delta t'_1 < \Delta t_1, \quad \Delta t'_2 > \Delta t_2, \quad (1.2)$$

es decir, la desigualdad (1.2) contradice la igualdad (1.1). Una contradicción análoga con (1.1) se obtiene si se escribe la desigualdad desde el punto de vista de dos observadores (que se encuentran cerca de los relojes) en el sistema  $K'$ . Serán distintos incluso los valores de la diferencia de los intervalos de tiempo. Así pues estos cuatro

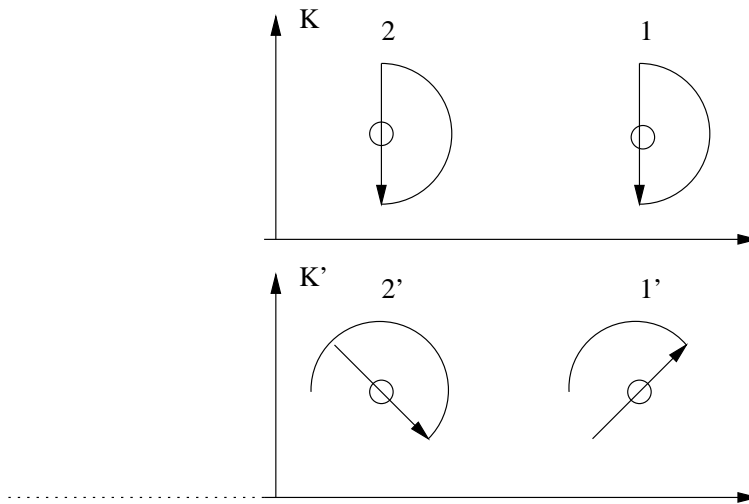


Figura 1.4: La paradoja del tiempo: momento  $t = t_1$ .

observadores, al encontrarse posteriormente en un mismo punto y al discutir los resultados, no podrán ponerse de acuerdo. ¿Dónde está pues la objetividad de la ciencia?

### La paradoja de los antípodas

La falsedad de la TER se demuestra de forma simple con ayuda del tiempo de la vida completa de la humanidad sobre el planeta Tierra. Analicemos la contradicción lógica elemental de la TER: la paradoja de los antípodas. Dos antípodas en el ecuador (uno en Brasil, por ejemplo, y el otro en Indonesia) se distinguen porque, a consecuencia de la rotación de la Tierra, se mueven uno respecto al otro en cada momento de tiempo a una velocidad constante en su módulo (Fig. 1.5). Luego, a pesar de la evidente simetría del problema, cada uno de los dos debe envejecer o rejuvenecer con respecto al otro. ¿Interfiere la fuerza de gravedad? Quitémosla y coloquemos a cada uno de nuestros astronautas<sup>en</sup> una cabina. El tiempo

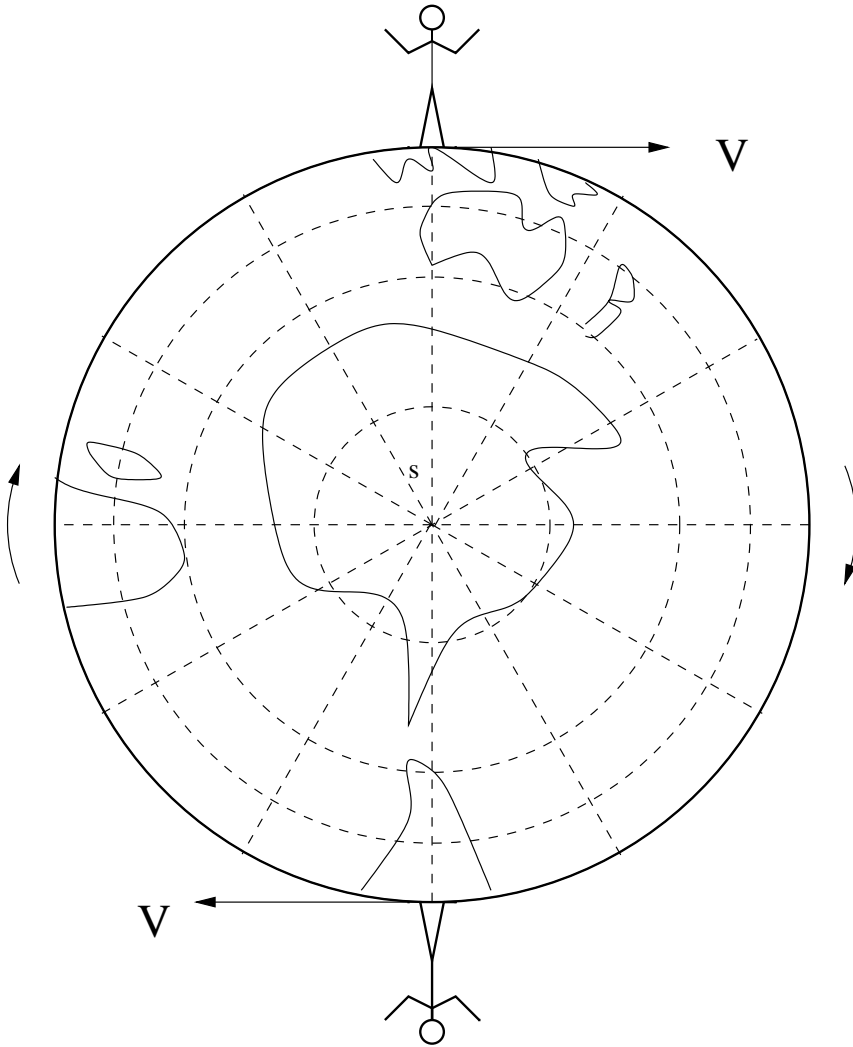


Figura 1.5: La paradoja de los antípodas.

en tal carrusel” puede ser establecido por cada uno de ellos (como sobre la Tierra) tomando en cuenta la dirección hacia una estrella lejana inmóvil, con respecto al centro del carrusel, y mediante el período de rotación propia del carrusel. Obviamente, el transcurso del tiempo será igual para ambos cosmonautas”. El tiempo se puede sincronizar con ayuda de un método de cómputo, conociendo el período de rotación (estas no son cuestiones fundamentales, sino simplemente técnicas). Aumentemos la velocidad lineal  $v \rightarrow c$  para amplificar el efecto, por ejemplo, para que mediante las fórmulas de la TER la diferencia en el transcurso del tiempo consista en 100 años por cada año. ¿Estorba la fuerza (aceleración) centrífuga? Aumentemos el radio del carrusel  $R$  de modo que  $v^2/R \rightarrow 0$  (para que, por ejemplo, incluso en 100 años el efecto integral de tal aceleración sea en muchos órdenes menor que la exactitud existente de su medición). Entonces ningún experimento podrá diferenciar el movimiento de los antípodas del movimiento rectilíneo, es decir, el carácter no inercial del sistema no puede ser observado experimentalmente en todo el tiempo en que se realiza la prueba. No vale la pena luchar contra los relativistas por la necesidad de una inercialidad categórica del sistema. Recordemos que incluso en una ciencia tan estricta como las matemáticas (por ejemplo, al fundamentar la teoría de los números reales) se utiliza el concepto de  $\varepsilon$ : un número dado con antelación tan pequeño como sea posible. En nuestro caso, para el paso estrictamente matemático, la relación de la aceleración centrífuga  $v^2/R$  con respecto a la aceleración centrífuga sobre la Tierra  $a_c$  puede hacerse menor que cualquier valor  $\varepsilon$  tan pequeño como se quiera a cuenta de la elección del radio mayor del carrusel”  $R$  (por ejemplo, se puede tomar  $\varepsilon \sim 10^{-10}$  o  $10^{-100}$ , ¡pues todos los experimentos de la TER se ha realizado sobre la Tierra con  $\varepsilon \sim 1!$ ) Prosiguiendo, si usted cree en la relatividad (ya según la TER ya según Galileo, es indistinto, puesto que estamos comparando duraciones), entonces el movimiento de uno de los antípodas se puede trasladar paralelamente más cerca del otro antípoda y olvidarnos completamente del modelo del carrusel. Evidentemente, para cualesquiera dos direcciones diametralmente opuestas y de igual módu-



lo de velocidad siempre se puede realizar mentalmente la operación contraria: llevar a cabo el traslado paralelo de una de las trayectorias hasta una gran distancia  $R \rightarrow \infty$  y atar los movimientos a un cierto "carrusel". Así pues, dentro de algunos años "¿vive aún el paciente o está muerto?" ¿Y quién les gusta más, el brasileño o el indonés? Para una completa simetría del problema, un completo derrumbe de la TER. Destaquemos que, hablando en general, el carácter único del tiempo anula el carácter fundamental de la pregunta acerca de su sincronización: el reloj, por ejemplo, se puede llevar consigo. Las dudas respecto a la "inercialidad" del movimiento serán discutidas más adelante, en el Capítulo 3. Y para aquellos relativistas que cerrarán categóricamente los ojos a sí mismos y a otros ante la posibilidad de pasar a los grandes  $R$  se les puede sugerir que dentro de una circunferencia de radio grande inscriban un  $n$ -ágono ( $n \geq 3$ ; en cada ángulo se encuentra un observador inmóvil) y que consideren ahora los movimientos ya puramente rectilíneos de las naves con los astronautas a lo largo de los lados de este  $n$ -ágono (incluso lazos iguales para un conjunto de velocidades iguales con ayuda de iguales aceleraciones "terrestres"  $g$  pueden ser sujetos a los ángulos de este  $n$ -ágono). Evidentemente, para el observador inmóvil (por ejemplo, en el centro de la circunferencia) todos estos sistemas inerciales de cohetes son completamente equitativos y el transcurso del tiempo en las naves será igual, a pesar del movimiento de las naves unas respecto a otras. También podremos dibujar el evidente esquema simétrico del tipo "flor" para la posibilidad de un arranque y arribo simultáneos de los astronautas desde el centro de la circunferencia (ver la Fig. 1.6).

Puesto que estamos comparando el transcurso del tiempo (y no su origen de coordenadas), se puede utilizar la igualdad del transcurso del tiempo para cualesquiera objetos en reposo mutuo. Entonces el modelo del carrusel puede ser fácilmente generalizado para el caso de los movimientos planos de dos objetos con velocidades arbitrarias en módulo y en dirección. Esta es una tarea trivial puramente geométrica (Fig. 1.7). Por ejemplo, sea que tenemos dos objetos que realizan movimientos rectilíneos, representados en la Fig. 1.7 medi-

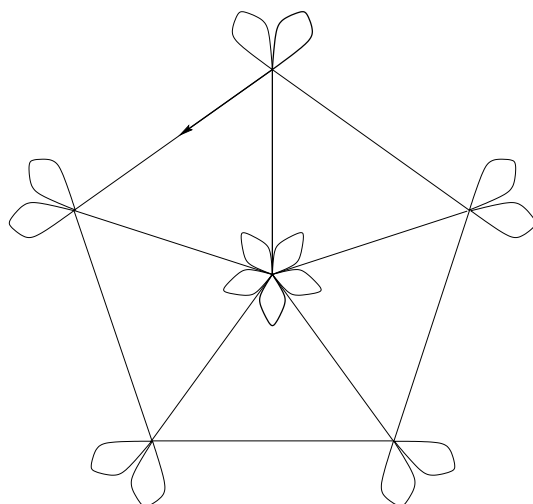


Figura 1.6: El modelo simétrico de la "flor".

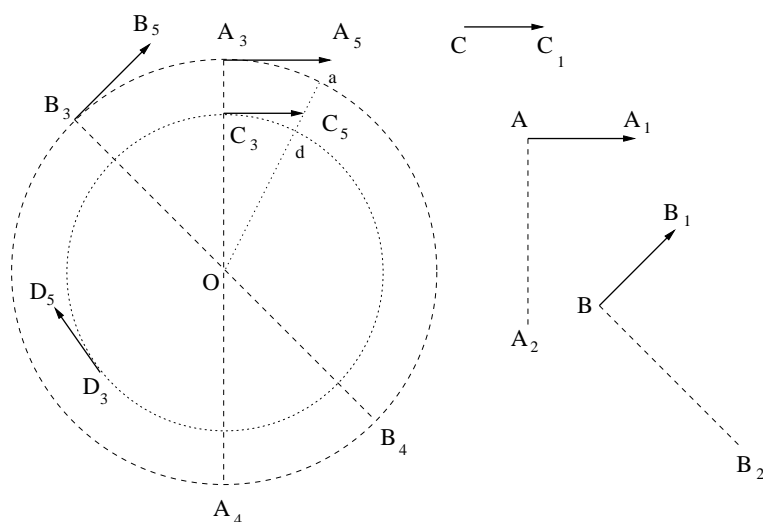


Figura 1.7: El modelo del carrusel para movimientos planos arbitrarios.

ante los vectores de velocidad  $\overrightarrow{AA_1}$  y  $\overrightarrow{BB_1}$ . Supongamos que estas velocidades son iguales en módulo y que su magnitud es cercana a la de la luz  $v \rightarrow c$ . Elijamos en el espacio un punto arbitrario  $O$  y tracemos una circunferencia con centro en  $O$  y de radio  $R$  tal que la fuerza centrífuga sea menor que un cierto valor pequeño  $\varepsilon_1$  dado de antemano (por ejemplo, la exactitud existente para la medición de la aceleración):  $v^2/R < \varepsilon_1$ , es decir  $R > v^2/\varepsilon_1$ . Tracemos la recta  $AA_2$  perpendicular a la recta  $AA_1$ . Pasando por el punto  $O$ , tracemos la recta  $A_3A_4$  paralela a la recta  $AA_2$ . En el punto de intersección entre nuestra circunferencia y dicha recta tracemos el vector  $\overrightarrow{A_3A_5}$ , igual en módulo a  $|\overrightarrow{AA_1}|$  y paralelo a  $\overrightarrow{AA_1}$ . Prácticamente sólo trasladamos paralelamente el movimiento  $\overrightarrow{AA_1}$ . Realizando un procedimiento análogo con el movimiento  $\overrightarrow{BB_1}$  obtenemos  $\overrightarrow{B_3B_5}$ . Ahora ambos movimientos se encuentran sobre una misma circunferencia y con la exactitud experimental existente no pueden ser distinguidos del movimiento inercial. A consecuencia de la evidente simetría del problema, el tiempo para tales objetos en movimiento transcurrirá de igual manera. La duración del tiempo puede medirse, por ejemplo, mediante resplandores periódicos que provengan del centro  $O$  de la circunferencia. Tomemos ahora el movimiento rectilíneo caracterizado por el vector  $\overrightarrow{CC_1}$ , paralelo a  $\overrightarrow{AA_1}$  pero con diferente módulo. Realicemos el traslado paralelo y obtengamos  $\overrightarrow{C_3C_5}$  (tomando el radio  $OC_3 = R|\overrightarrow{C_3C_5}|/|\overrightarrow{A_3A_5}|$ ). En este caso veremos que dos objetos (caracterizados por las velocidades  $\overrightarrow{A_3A_5}$  y  $\overrightarrow{C_3C_5}$ ) se moverán a lo largo de los arcos concéntricos  $A_3a$  y  $C_3d$ , rezagándose uno respecto al otro una misma distancia a lo largo de los radios de las circunferencias. (En la Fig. 1.7 se han representado arcos grandes sólo con fines aclarativos, es decir, se han aumentado sus dimensiones angulares; en realidad, todos los arcos tendrán dimensiones angulares muy pequeñas e indistinguibles de los segmentos rectilíneos). Obviamente, el tiempo para tales objetos también transcurrirá igual. Nuevamente, el tiempo puede "medirse con ayuda de destellos periódicos del centro  $O$  (cuantas esferas de luz pasen por la circunferencia  $C_3d$ , tantas otras pasarán también por la circunferencia  $A_3a$ . Las esferas de luz no se ocultan en ningún lado, "no

desaparecen ni se condensan ni se agregan”). Aquí nosotros podemos continuar la circunferencia que pasa por el punto  $C_3$  y en cualquier nuevo punto trazar el vector  $\overrightarrow{D_3D_5}$ , tangencial a la circunferencia e igual en módulo a  $|\overrightarrow{C_3C_5}|$ . Nuevamente, los objetos que se mueven con velocidades  $\overrightarrow{D_3D_5}$  y  $\overrightarrow{C_3C_5}$  se ubican en una misma circunferencia y, a consecuencia de la simetría del problema, el tiempo transcurrirá de igual manera para ambos. En suma, con ayuda del ejemplo de los movimientos cuyas velocidades son  $\overrightarrow{A_3A_5}$  y  $\overrightarrow{D_3D_5}$  o  $\overrightarrow{B_3B_5}$  y  $\overrightarrow{C_3C_5}$ , hemos demostrado que el tiempo no depende en absoluto ni de la magnitud ni de la dirección del movimiento plano de los objetos, sino que transcurre de igual manera. El paso al movimiento tridimensional para objetos puntuales se lleva a cabo de la misma forma elemental. Inicialmente uno de los vectores de la velocidad se traslada al origen del segundo vector. Después, a través de estas rectas que se intersectan se traza un plano, en el cual se pueden realizar todas las construcciones descritas anteriormente. De esta manera, el tiempo no depende en absoluto del movimiento mutuo de los sistemas inerciales.

### El tiempo absoluto único

El concepto del tiempo es más amplio que un simple coeficiente de proporcionalidad en las leyes de transformación y tiene una mucho mayor relación con la irreversibilidad local de los procesos. En primer lugar, el enlace unívoco del tiempo al movimiento del cuerpo no considera que los procesos internos, que pueden ser anisótropos, transcurran con diferentes "velocidades" que caractericen la irreversibilidad local (cada una de tales "velocidades" se suma geoméricamente de distinta manera con la velocidad del cuerpo considerado como un todo). En segundo lugar, el enlace del tiempo sólo con la velocidad de transmisión de las interacciones electromagnéticas no considera otras posibles interacciones (que pueden transmitirse en el vacío) y prácticamente denota la naturaleza electromagnética de todos los fenómenos (la absolutización de las interacciones electromagnéticas). Más adelante se hablará sobre cómo se puede intro-

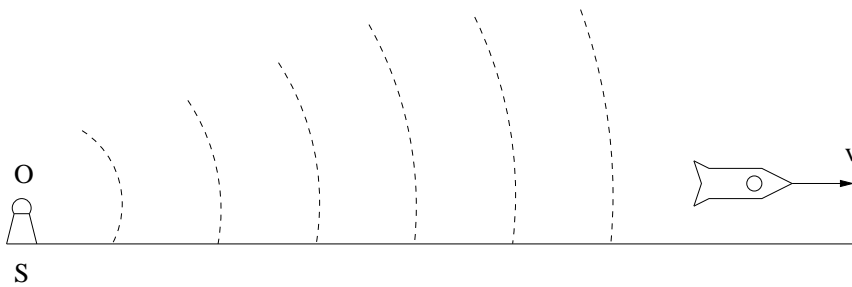


Figura 1.8: El intercambio de señales del tiempo propio.

ducir un tiempo único absoluto.

Al introducir el concepto de tiempo propio (prácticamente, del tiempo subjetivo) es muy importante, metódicamente, el siguiente momento. No hay que calcular el tiempo propio de un objeto ajeno (según nuestras propias reglas), sino "preguntárselo.<sup>a</sup> él mismo. Veamos entonces el siguiente experimento (Fig. 1.8). Supongamos que el observador se encuentra en el sistema inmóvil  $S$ , en el punto  $O$ , donde se encuentra ubicado un faro. El faro envía una señal cada segundo y en suma el número de destellos  $N$  es igual al número de segundos transcurridos en el punto  $O$ . Supongamos que un astronauta (el sistema en movimiento  $S'$ ) despegue del punto  $O$ . Entonces, a medida que se aleja del punto  $O$ , el astronauta percibirá los destellos con una frecuencia cada vez menor que antes del despegue (prácticamente la desaceleración del tiempo del faro). Sin embargo, en la ulterior aproximación al faro los destellos, por el contrario, serán más frecuentes que antes del despegue (ahora se da la aceleración del tiempo del faro). Para  $v < c$  es evidente que el astronauta no puede revasar ni tan sólo un destello (esfera de luz). De esta manera, independientemente de su gráfica de movimiento y trayectoria, al regresar al punto  $O$  el astronauta percibirá exactamente  $N$  destellos, es decir, todos los destellos que envió el faro. Por consiguiente, cada uno de los dos observadores confirmará que transcurrieron  $N$  segundos en el faro. Si el astronauta posee también un faro en su

nave y envía señales sobre el número de sus propios segundos transcurridos, entonces tampoco habrá desacuerdo con relación al tiempo del astronauta. La situación resulta ser completamente simétrica (por ejemplo, para la paradoja de los gemelos). Al encontrarse en un mismo punto, todas las esferas de luz intersectarán a los observadores contrarios (su número no puede aumentar ni disminuir). Este número es igual a  $N$ : el número de segundos transcurridos para ambos observadores.

Analicemos ahora la cuestión sobre el establecimiento de un tiempo único absoluto. (Naturalmente que si medimos el tiempo mediante los latidos de nuestro corazón, entonces aquel será subjetivo y dependerá de las condiciones internas y externas). El intento de introducir un "tiempo electromagnético" propio y absolutizarlo es un retroceso al pasado. No obstante, incluso entonces, apesar de la miserable velocidad de transmisión de la información (por ejemplo, mediante el correo por palomas mensajeras), la gente podía sincronizar el tiempo, ya que utilizaban una fuente alejada de señales (el Sol y las estrellas). Plantéemonos el siguiente experimento mental (Fig. 1.9). La fuente lejana  $S$ , que se encuentra en la perpendicular media al segmento  $AB$ , envía señales periódicamente (con periodo  $T$ ). En el momento de llegada de la señal al punto  $O$  dos aparatos registradores (1 y 2) inician un movimiento simétrico hacia direcciones opuestas (con velocidades  $\mathbf{v}$  y  $-\mathbf{v}$ ), reflejándose en  $A$  y  $B$  con un periodo  $2T$ . La velocidad  $v$  puede ser arbitraria (a cuenta de la elección de la distancia  $|AB|$ ). A pesar de que en cada momento de tiempo los aparatos se mueven uno respecto al otro a una velocidad  $2v$  (excepto en los puntos de reflejo), las señales se percibirán al mismo tiempo en el momento de pasar por el punto  $O$  (ahí se puede colocar a un observador 3). El tiempo definido de tal manera será único (en el punto  $O$ ) para los tres observadores. Para realizar el siguiente paso notemos que para deducir las fórmulas de transformación de la TER es suficiente analizar el movimiento relativo a lo largo de una recta (ya que se están considerando sistemas inerciales). A cuenta de la elección de una enorme distancia  $|SO|$  se puede conseguir que la diferencia en el tiempo entre la llegada de

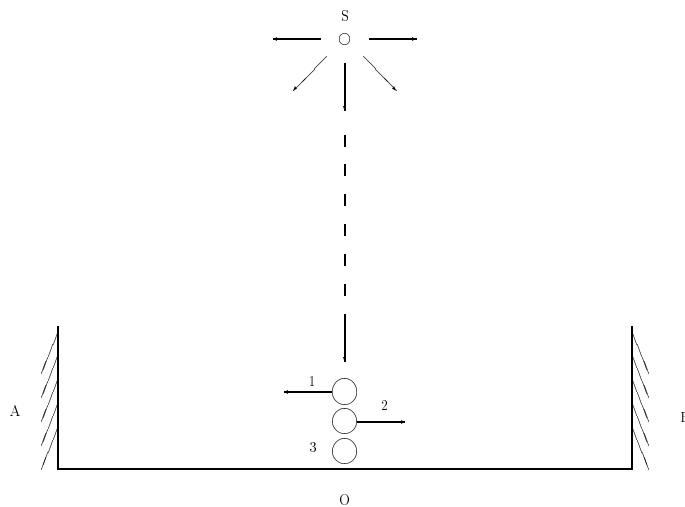


Figura 1.9: Una fuente infinita para el establecimiento de un tiempo único absoluto.

la señal al punto  $O$  y a los puntos  $A$  y  $B$  sea menor que cualquier valor dado de antemano. Como resultado, el tiempo será idéntico, con la misma exactitud dada, para todo el segmento seleccionado  $AB$  independientemente de la velocidad de movimiento de los observadores 1 y 2. Así, una fuente infinitamente alejada de señales, ubicada perpendicularmente respecto a la dirección del movimiento relativo de los sistemas puede hacer el papel del reloj que determina del tiempo único absoluto (idéntico, independientemente del sistema inercial de referencia). La cuestión sobre el cambio en la dirección de llegada de la señal observada será expuesta más adelante (para que a nadie se sienta tentado por la idea de "jalar de las orejas.<sup>a</sup> la aberración, que pretendidamente refleja el cambio en la dirección del frente de onda).

### Aclaraciones adicionales

La siguiente es una aclaración metódica. El concepto del tiempo se vuelve limitado si se utiliza el método de Einstein para su sincronización. En primer lugar, de dos variables independientes - las coordenadas y el tiempo- permanece independiente sólo una de ellas, mientras que la otra está ligada al estado del movimiento (subjetivismo) y a las propiedades de la velocidad de la luz (¿por qué no, por ejemplo, con la velocidad del sonido o con la de la Tierra...?). En segundo lugar, puesto que para la definición de la velocidad es necesaria una definición independiente de las coordenadas y del tiempo, entonces la velocidad misma de la luz se vuelve una magnitud indeterminada (no medible, postulada).

¡Como los relativistas gusta con las invenciones que no trabajan entretenerse! Una de tales "las Grandes" invenciones ociosas de la teoría de relatividad hay un reloj de luz (¡nadie en absoluto trató el modelo de preproducción durante 100 años construir y tratará de hacerlo nunca!). Esto no porque es imposible crear los espejos idealmente planos, idealmente paralelos, que reflejan idealmente. Esto porque es imposible observar el "TIQ-TIQ" de el lado, como esto describe por la TER. Tal reloj "trabaja" hasta el primer "TIQUES $z$ " deja de ser "idéntico", pues el fotón debe en el momento del registro del "TIQUES" ser finalmente reaccionado. Con todo esto, volveremos a "nuestros relativistas". Frecuentemente se utilizan relojes de luz para la demostración de la desaceleración del tiempo [35] (Fig. 1.10). Pero de igual manera se puede considerar una partícula que se refleje periódicamente (o, mejor aún, una onda sonora) a una velocidad  $u \ll c$  y obtener una desaceleración arbitraria del tiempo  $\tau_0/\sqrt{1-v^2/u^2}$ . Se sabe que las componentes ortogonales de la velocidad pueden ser descritas independientemente: el movimiento horizontal a una velocidad  $\mathbf{v}$  respecto al instrumento no se verá reflejado de ninguna manera en las oscilaciones verticales de la partícula que poseen la velocidad anterior  $\mathbf{u}$ . El problema de la fundamentación experimental del postulado sobre el carácter constante de la velocidad de la luz será analizado en el Capítulo 3.

La desaceleración del tiempo en la TER no es mas que un efecto



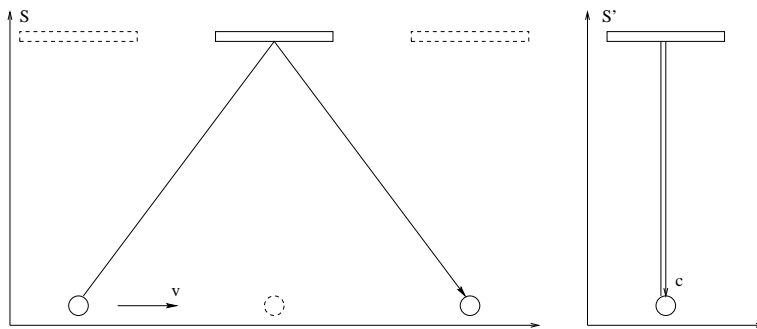


Figura 1.10: Reloj de luz.

aparente. Recordemos que, para el sonido, la duración del zumbido de una trompeta  $\Delta t$  también depende de la velocidad del receptor respecto a la fuente (la trompeta), pero de aquí nadie saca la conclusión acerca de la desaceleración del tiempo. La cuestión está en que la "desición" del observador de moverse con una u otra velocidad no está de ninguna manera ligada a los procesos de emisión del sonido (ni con los otros procesos en la trompeta). Supongamos que un cantante interprete ininterrumpidamente alguna canción en una atmósfera en reposo y que su hermano gemelo se empiece a alejar de él a una velocidad muy cercana a la del sonido  $v_s$ :  $\alpha_1 \equiv v/v_s \approx 1$ , y después empiece a acercarse al cantante (con la misma relación  $\alpha_1$ ). Aunque la canción resultará distorsionada, hasta hoy nadie ha registrado un envejecimiento más rápido del cantante. Supongamos ahora que con esta misma canción modulamos la luz que corre tras el hermano gemelo que se ha ido en una nave espacial, cuya velocidad es casi la de la luz pero con el mismo valor numérico  $\alpha_2 \equiv v/c = \alpha_1 \approx 1$ . Ahora es el hermano gemelo quien escuchará esta misma canción distorsionada. ¿Por qué, pues, la situación deberá cambiar y el hermano sedentario deberá envejecer? Y si algún organismo vivo se caracterizara mediante una cierta frecuencia de emisión que lo distinguiese de un organismo muerto ¿acaso, a consecuencia de nuestro movimiento (a causa del efecto Doppler), primero

constataríamos la muerte del organismo y después su resurrección? ¿O es necesario postular el cambio de las características objetivas del objeto no ligado a nosotros causalmente?

Hagamos algunas aclaraciones respecto al método de Einstein para la sincronización del tiempo. La transitividad de la sincronización del tiempo mediante el método de Einstein tiene lugar para el caso trivial de tres puntos que se encuentran en reposo mutuo. Si los puntos (que no están en una misma recta) pertenecen a sistemas que se mueven unos respecto a otros en diferentes direcciones (no paralelas), entonces el procedimiento de sincronización puede volverse indeterminado: ¿hay que considerar que los relojes están sincronizados para cada momento de tiempo? ¿Para el inicio del procedimiento, para el final, para algún momento intermedio? Incluso para los puntos que están en una misma recta el método de Einstein se basa en posiciones, no comprobadas en absoluto por los experimentos, acerca de la igualdad de la velocidad de la luz en una misma dirección y en la dirección opuesta. Prácticamente, la sincronización resulta ser o un procedimiento de cálculos en un cincuenta por ciento o un proceso multi-iteracional, ya que la sincronización se lleva a cabo sólo para dos puntos elegidos. Estas deficiencias no existen en el procedimiento de sincronización con ayuda de una fuente alejada y ubicada en la perpendicular media [48]. Dicho método permite sincronizar experimentalmente (y no mediante cálculos) el tiempo de una sola vez en todo el intervalo dado (incluso en un sector plano), con una exactitud elegida de ante mano y sin recurrir a hipótesis adicionales.

Pasemos ahora a las unidades de medición del tiempo. Se sobreentiende que, en el marco de un cierto modelo matemático, para un fenómeno aislado se puede describir cualquier magnitud acostumbrada en diferentes unidades de medición y a diferentes escalas (tanto homogéneas como heterogéneas, por ejemplo, a escala logarítmica). Principalmente esto se define tanto por la comodidad en la descripción del modelo dado como, en el caso de la generalización, por la posibilidad de utilizar las mismas magnitudes para otros fenómenos físicos y modelos matemáticos (en la intersección

de varias ramas de la física). No obstante, el sarcasmo de Taylor y Willer [33] sobre las unidades sagradas<sup>es</sup> completamente inadecuado. Claro que se puede introducir un coeficiente de transformación del tiempo a metros. Pero aquí no es indispensable que sea la velocidad de la luz, sino que puede ser, por ejemplo, la velocidad de un peatón. Ambas velocidades mencionadas no tienen, en el mismo grado, relación con los fenómenos sonoros, térmicos, con la hidrodinámica y con muchas otras áreas de la física. En general, se pueden expresar todas las magnitudes en metros: la masa, la carga, etc. Pero estos serán "diferentes metros":

- 1) no se pueden sumar,
- 2) no son intercambiables,
- 3) aparecen muy raramente en ciertas combinaciones colectivas y, además,

4) para diferentes fenómenos no sirve una misma combinación. (Por ejemplo, un intervalo tiene sólo relación con la ley de propagación de la luz en el vacío). Se pueden hacer adimensionales todas las medidas (y habrá que seguir separadamente todas las magnitudes físicas). Pero, en cualquier caso, la física no se convertirá en matemáticas. La física no estudia todos los "mundos combinatorios ilusorios de las ecuaciones, sino sólo aquella parte, relativamente pequeña, que se realiza en la naturaleza (las principales preguntas de la física son: qué relaciones mutuas se realizan en la naturaleza, por qué y cuáles son las consecuencias de ésto).

### 1.3. La relatividad de la simultaneidad

Después de la crítica al concepto básico del tiempo, continuemos el análisis de las bases lógicas de esta teoría y analicemos el concepto auxiliar de la relatividad de la simultaneidad". Recordemos el experimento mental de la TER. Sea que por una vía se mueve un tren  $A'B'$  a una velocidad  $v$ . En la imagen de la vía ( $C$ ) frente al centro del tren  $C'$  (en el momento en que los puntos coinciden  $C = C'$ ) cae un rayo. Entonces, en el sistema anclado al tren en movimiento el resplandor alcanza al mismo tiempo los puntos  $A'$  y  $B'$ , mientras que

para un observador en reposo el resplandor alcanza al mismo tiempo los puntos  $A$  y  $B$  (cuyo centro está en  $C$ ). Pero en ese momento los puntos  $C$  y  $C'$  (los centros de los segmentos) se habrán separado una cierta distancia. No obstante, también en la física clásica es posible una situación semejante si queremos transmitir la información de los puntos  $A', B', A, B$  a un nuevo punto único  $D$  (o al contrario, del punto  $D$  a los puntos  $A', B', A, B$ ) con una cierta velocidad finita  $v_1$  (aquí la TER y el carácter constante de la velocidad de la luz no juegan ningún papel).

Se puede sugerir el siguiente modelo mecánico (Fig. 1.11).

Supongamos que 4 puntos materiales (sin la fuerza de gravedad) caen por pares a una velocidad  $v_1$  sobre el punto  $C$  (junto al paisaje de las vías del tren) y sobre el centro del tren  $C'$ , que llegará al punto  $C''$  cerca del punto  $C$  en el momento de la caída. Supongamos que en el punto  $C$  y en el centro del tren se han colocado reflectores (espejos) ideales (triángulos isóceles de ángulo y de base  $\alpha = \pi/4$ ). Entonces, dos partículas reflejadas en el cuadro de las vías (en el punto  $C$ ) pasarán volando por ambos lados a una velocidad  $v_1$  y alcanzarán al mismo tiempo los puntos  $A$  y  $B$  (en el clásico  $|AB| = |A'B'|$ ). Para esto se requiere un tiempo  $t = L/v_1$ , donde  $2L$  es la longitud del tren. Las otras dos partículas, habiéndose reflejado en el centro del tren  $C'$ , se moverán relativamente a las vías a una velocidad  $v' = v_1 + (v/\tan \alpha) = v_1 + v$  hacia adelante y  $v'' = v_1 - v$  hacia atrás. En el transcurso de este mismo tiempo  $t$  la primera de estas partículas recorrerá el camino (hacia adelante)  $L' = v_1 t + vt$ , y puesto que el tren recorrerá el camino  $vt$ , entonces la partícula alcanzará el punto  $A'$ . Análogamente para la segunda partícula  $L'' = v_1 t - vt$ ; por consiguiente, ella alcanzará el punto  $B'$ . De esta manera, el suceso - la caída de los puntos sobre los reflectores - será registrado al mismo tiempo en los cuatro puntos: tanto en los puntos  $A$  y  $B$  (sobre las vías) como en los puntos los puntos  $A'$  y  $B'$  (sobre el tren). Esto era el caso, cuando las partículas, que caían sobre el tren, participaban en su movimiento de inercia. Si el segundo par de las partículas (en el cuadro de las vías) cae sobre el punto inmóvil  $C''$  en seguida, el reflector triangular en el tren (solamente a él) debe

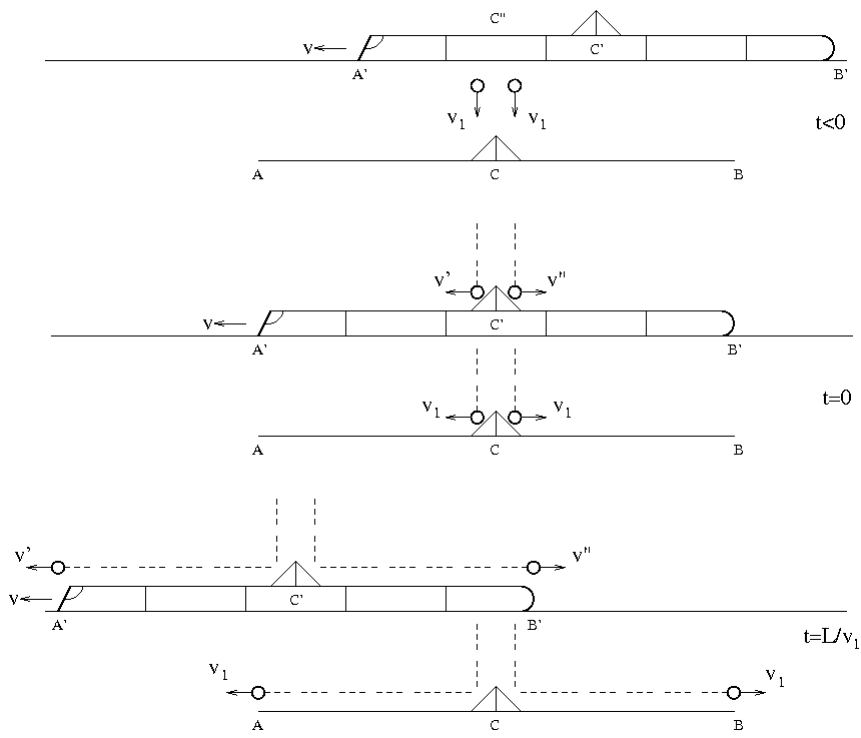


Figura 1.11: El modelo mecánico de la relatividad de la simultaneidad.

tener las esquinas siguientes a la base: contra el movimiento del tren -  $\alpha_3 = 0,5 \arctan(v_1/v)$ , y en la dirección del movimiento del tren -  $\alpha_4 = \pi/2 - \alpha_3$ . En este caso las partículas volarán en paralelo al tren y alcanzarán sus finales simultáneamente (¡pero no simultáneamente con el segundo par de las partículas!). Si queremos, que todos cuatro puntos materiales "hayan volado por" los puntos correspondientes  $A', B', A, B$  simultáneamente, las esquinas a la base del reflector (en el tren) deben ser reducidas todavía a la esquina  $\arccos \frac{v_1}{\sqrt{v^2+v_1^2}}$  (si establecer una plano guía de ondas, el par de las partículas sobre el tren no se "levantará" demasiado alto, y se moverá en paralelo al tren). Al parecer, los analogías mecánicas son posibles para las situaciones más diferentes.

Se puede decir que éstos son dos sucesos diferentes. Así pues, como en el caso del destello de luz (rayo), también son dos. Efectivamente, supongamos que el destello de luz tiene lugar en el momento en que coinciden los dos centros  $O$  y  $O'$  de los sistemas  $S$  y  $S'$ , que se mueven uno respecto del otro a una velocidad  $\mathbf{v}$ . En un determinado momento  $t > 0$  el frente de la luz se encuentra sobre la esfera  $\Sigma$  con relación al centro  $O$  en el sistema  $S$  y en la esfera  $\Sigma'$  con centro en el sistema  $S'$  (lo cual parece imposible). Sin embargo, aquí no hay nada del otro mundo (contradicciones con la física clásica), ya que el observador en el sistema  $S$  registra la luz con una cierta frecuencia  $\omega$ , mientras que el observador en el sistema  $S'$  registra esa misma luz pero en otra frecuencia  $\omega'$  (a consecuencia del efecto Doppler). Y estos son ya dos sucesos diferentes que se pueden identificar: ¡al encontrarse, los observadores siempre pueden comparar los resultados de las mediciones  $\omega$  y  $\omega'$ !

Analicemos ahora detalladamente el siguiente experimento mental que demuestra la relatividad de la simultaneidad. Supongamos que el destello de luz ocurre en el momento en que coinciden los centros  $O$  y  $O'$  de los sistemas  $S$  y  $S'$ , que se mueven uno respecto al otro, en el punto  $O = O'$ . De acuerdo a la TER, en el tiempo  $\Delta t = t_1 - t_{01}$ , según el reloj del sistema  $S$  la luz recorrerá una distancia  $c(t_1 - t_{01})$  a partir del centro  $O$ . En ese mismo tiempo  $\Delta t = t_2 - t_{02}$ , según el reloj del sistema  $S'$  esa misma luz recor-

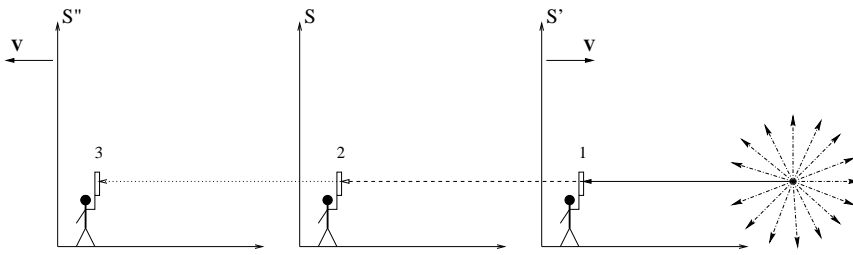


Figura 1.12: Las contradicciones de la relatividad de la simultaneidad.

rerá la distancia  $c(t_2 - t_{02})$  a partir del centro  $O'$ . La concordancia de los tiempos iniciales no influye en la diferencia de los tiempos  $\Delta t$  y puede ser realizada igualmente antes o después del experimento con ayuda de cualquier método. Por ejemplo, se puede utilizar una fuente periódica infinitamente alejada, colocada perpendicularmente respecto a la dirección del movimiento. Se puede uno poner de acuerdo con antelación acerca de los destellos según el reloj del sistema  $S$  (por ejemplo, periódicamente cada millón de años) y el sistema  $S'$  se puede organizar un instante antes del destello elegido con antelación (en la Sección 2.7 se analizará la paradoja de la no-localidad relacionada con esto).

Recordemos que la principal idea positiva de la TER consistió en el carácter finito de la velocidad de transmisión de las interacciones. Esta misma idea es expresada por la teoría de la acción a corta distancia y refleja el planteamiento desde el punto de vista del campo (a través de las ecuaciones de Maxwell): el frente de luz desde la fuente hasta el receptor pasa sucesivamente por todos los puntos intermedios del espacio. Precisamente con esta propiedad entra en contradicción el concepto de la relatividad de la simultaneidad (Fig. 1.12). Para demostrar esto utilizaremos dos aseveraciones de la TER:

1. un mismo destello de luz alcanza al mismo tiempo a observadores que se mueven uno respecto al otro, sin importar que durante el

tiempo de recorrido de la luz los observadores se habrán alejado una cierta distancia uno del otro.

2. las fórmulas cinemáticas de la TER (de los libro de texto) contienen solo el cuadrado de la luz.

Supongamos, por ejemplo, que el primer observador en el sistema  $S'$  se mueve en dirección hacia la fuente del destello a una velocidad pequeña  $v \sim 10^4$  m/s. Puesto que la distancia hacia el punto del destello es muy grande (millones de años luz), entonces en el transcurso de un millón de años ambos observadores se separarán una gran distancia  $\sim 2 \cdot 10^{17}$  m. Según las fórmulas de la TER el tiempo de llegada de la señal para cada uno de los observadores será idéntico. ¿En qué punto del espacio el primer observador "dejó pasar" el frente de luz para el segundo observador? ¿Y si él sostuvo el espejo todo el millón de años pero lo bajó un segundo antes de que se registrase la señal? Según la opinión del segundo observador la señal fue reflejada por el primero en algún lugar adelante. ¿Y qué reflejó el primer observador si sus aparatos aun no han reaccionado ante el destello? Análogamente, un tercer observador puede alejarse del segundo a esa misma velocidad pero en la dirección que viene desde la fuente. ¿Verá o no el tercer observador la luz si el segundo sostiene el espejo un millón de años menos un segundo?

Por un lado, ya que en las fórmulas de la TER entra sólo el cuadrado de la velocidad, entonces el segundo observador considerará iguales los tiempos de recepción de la señal del primer y el tercer observadores. Los observadores pueden ponerse de acuerdo para enviar cada quien adicionalmente y sin demora sus propias señales en el momento de la recepción de las señales investigadas. Entonces, si los cálculos del segundo observador son ciertos, él debe obtener al mismo tiempo las señales del primer y tercer observadores (el problema es simétrico). Pero, por otro lado, de acuerdo a las ecuaciones de Maxwell la luz se transmite ininterrumpidamente y el segundo observador recibirá la señal del primero al mismo tiempo que él mismo verá la señal investigada. Según la opinión del segundo observador la luz en ese momento aun no habrá llegado al tercer observador. De esta manera, el segundo observador llegará a una contradicción



con él mismo: los primeros cálculos mediante las fórmulas de la TER contradicen los segundos cálculos hechos mediante las ecuaciones de Maxwell. Es obvio que los observadores no verán el destello de forma simultánea, sino sucesivamente, ya que el camino espacial de la luz es único: la fuente, el primer observador, después el segundo y, finalmente, el tercer observador.

Notemos, adicionalmente, que incluso en el marco de la TER el concepto de la relatividad de la simultaneidad está fuertemente limitado: es aplicable sólo a dos sucesos aislados (no hay ni causas originales que se intersecten, ni consecuencias que se intersecten ni, hablando en general, nos interesa ningún otro hecho adicional). En realidad, incluso estos puntos elegidos tienen conos de luz que se intersectan y no hablemos ya de todos los otros puntos en el espacio y en el tiempo. Realmente tenemos cadenas completas de sucesos causalmente enlazados (y no enlazados) que mediante todo un conjunto de intersecciones pasan por cada uno de los puntos del espacio y del tiempo (raramente cada causa provoca la consecuencia correspondiente a la velocidad de la luz). Y toda esta red temporal real (¡de diversas dimensiones!) está interrelacionada en todo el espacio. Consecuentemente, en el caso general no podemos cambiar (mediante la elección del sistema de coordenadas) el orden de seguimiento incluso para los sucesos no enlazados causalmente (de cualquier modo esto se vería reflejado en algún lugar).

## 1.4. Las transformaciones de Lorentz

Hagamos algunas aclaraciones respecto a las transformaciones de Lorentz. En uno de los planteamientos para la obtención de estas transformaciones se utiliza una esfera de luz, la cual se ve de diferentes maneras para dos sistemas en movimiento (el destello ocurrió en el momento en que coincidieron los centros de ambos sistemas) o, lo que es prácticamente lo mismo, se utiliza el concepto de intervalo (el cual representa la misma esfera). La solución del sistema de ecuaciones

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2 \quad (1.3)$$

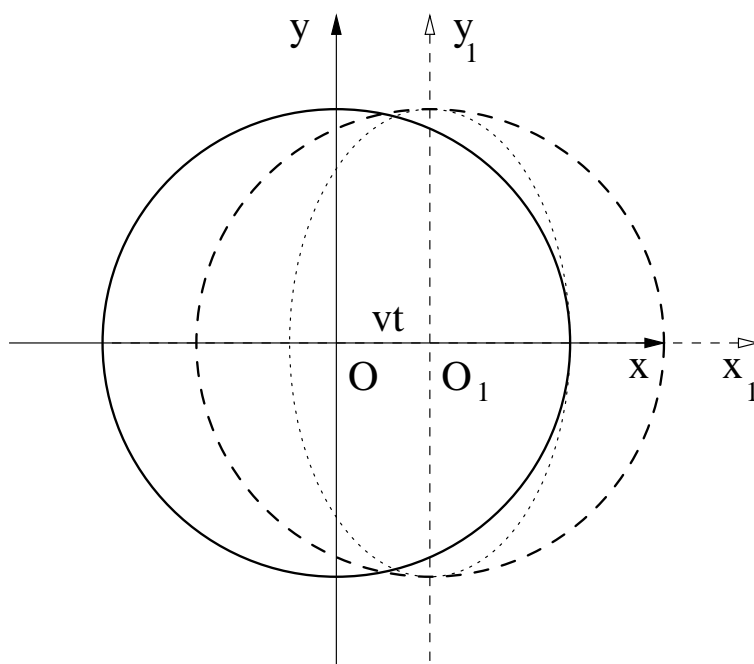


Figura 1.13: El problema de los dos destellos.

$$x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = c^2 t_1^2 \quad (1.4)$$

representa simplemente la intersección de dos superficies y nada más que eso (Fig. 1.13). Bajo la condición de que  $y = y_1, z = z_1$  éstas serán las superficies de una esfera y de un elipsoide de revolución con una distancia  $vt$  entre los centros de las figuras. Pero esto es prácticamente otro problema, el de los dos destellos: se pueden encontrar los centros de los destellos dados para cada momento de tiempo, es decir, se puede resolver el problema inverso.

En otro planteamiento para la obtención de las transformaciones de Lorenz se busca una transformación tal, que traduzca la ecuación (1.3) a la ecuación (1.4). Evidente, para las cuatro variables tal transformación no es única. En primer lugar, la igualdad separada

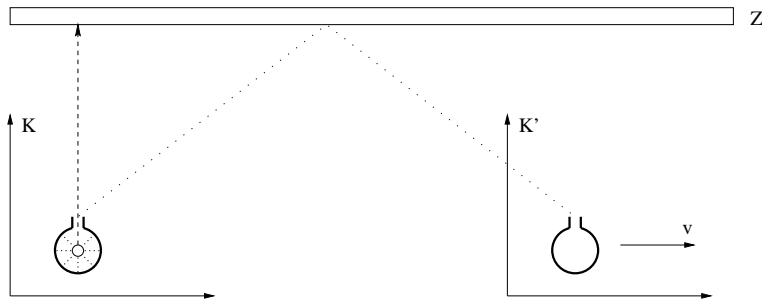


Figura 1.14: La contradicción del continuo de las esferas de luz.

$y_1 = y, z_1 = z$  representa sólo una de las posibles hipótesis, así como la exigencia de la linealidad, la biunivocidad, la reversibilidad, etc. (La posibilidad adicional de la parametrización de frecuencias se describe en los Apéndices). En segundo lugar, cualquier transformación de las superficies de luz de ninguna manera determina la transformación de los volúmenes (en los cuales pueden tener lugar procesos físicos no electromagnéticos). Por ejemplo, la velocidad del sonido tampoco depende de la velocidad de movimiento de la fuente pero de aquí no se sigue ninguna conclusión global.

En cualquier caso, las transformaciones de Lorentz en la TER describen fisicamente dos objetos y no uno. En el caso contrario es fácil llegar a una contradicción (Fig. 1.14) Supongamos que tuvo lugar un destello de luz. En vez de una esfera de luz, seleccionemos un rayo perpendicular al movimiento mutuo de los sistemas  $K$  y  $K'$  (supongamos que el resto de la energía luminosa se absorbe inmediatamente dentro del sistema). Pongámosle una barrera al rayo de luz a una gran distancia del centro mediante un espejo largo  $Z$  (a lo largo de la línea paralela a aquella del movimiento mutuo de los sistemas). Entonces, el observador en el sistema  $K$  registra, después de cierto tiempo, la señal reflejada. Supongamos que la señal se absorbe completamente. Sin embargo, otro observador que se mueva junto con el sistema  $K'$  también captará la señal, después de cierto tiempo, en algún otro punto del espacio (y supongamos que también la

absorbe). Si tomamos el "continuo" de los sistemas con diferentes velocidades mutuas  $v$ , entonces la señal puede ser captada en cualquier punto de la recta. ¿De dónde surgió la energía adicional? ¿Es éste el perpetuum mobile de primer grado de la TER?

Notemos que si alguna ecuación matemática resulta ser invariante respecto a las transformaciones de Lorentz con una cierta constante  $c'$  entonces esto significa nada más y nada menos que entre las soluciones particulares de tal ecuación existen "superficies" de tipo ondulatorio capaces de difundirse a la velocidad  $c'$ . Aquí la ecuación seleccionada puede tener otras soluciones particulares con sus transformaciones invariantes, sin hablar ya de otras ecuaciones matemáticas; es decir, para las matemáticas no se siguen ningunas conclusiones matemáticas generales a partir del hecho de la invariabilidad. Sólo los relativistas intentan "inflar una pompa de jabón."<sup>a</sup> partir de un fenómeno particular.

## 1.5. La paradoja de la contracción de las distancias

Pasemos ahora a los conceptos espaciales. Puesto que las conclusiones de la TER se siguen de la invariabilidad del intervalo entonces, de la igualdad demostrada más arriba  $dt = dt'$  y de la igualdad relativista  $c = const$  (si creemos en ella) obtenemos  $dr = dr'$  y podríamos no analizar más el concepto de espacio. No obstante, para la formación de un punto de vista más completo analizaremos en este libro, en lo posible, cada uno de los momentos dudosos independientemente de los restantes.

La contracción de las longitudes en la TER no puede reflejar un efecto físico real, ya que un mismo objeto es visto por diferentes observadores de distinta manera (no objetividad). Además, el paso de un sistema de referencia a otro puede suceder bastante rápido y esto se reflejaría inmediatamente en todo el universo (incluso en uno infinito), lo cual claramente contradice el principio de la velocidad finita de transmisión de las interacciones, defendido por la TER, lo

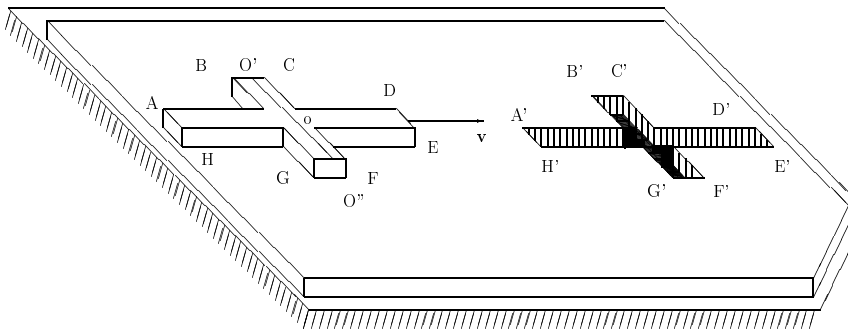


Figura 1.15: La paradoja de la cruz.

cual también significa que contradice el principio de la causalidad. Por consiguiente, una contracción semejante no es más que cálculos matemáticos auxiliares con magnitudes, algunas de las cuales no tienen sentido físico. El uso de un mecanismo físico real para explicar el proceso de contracción de las longitudes en la TER no es posible, ya que la contracción debe tener lugar inmediatamente a cualquier velocidad  $v \neq 0$ . En realidad está claro que durante el proceso de aceleración el objeto puede no solamente ser empujado, sino también jalado hacia uno y, entonces, en lugar de la contracción, tendría lugar un alargamiento (¡observado experimentalmente!). Durante una aceleración lenta y constante dicho estado constante de alargamiento sería igual durante el transcurso de todo el tiempo de aceleración. De esta manera, la contracción nunca empezará.

Pasemos ahora a las paradojas concretas de la contracción de las longitudes.

### La paradoja de la cruz

Supongamos que en un plano firme yace una placa delgada de gran tamaño y de la cual se ha recortado una pequeña cruz (Fig. 1.15). Supongamos que la longitud de la cruz es mucho mayor que la anchura del brazo  $|AD| \gg |BC|$ . Supongamos que la cruz se

desliza horizontalmente por la placa de tal manera que en la física clásica ocupe su nicho (por ejemplo, cayó en él a causa de la fuerza de gravedad). Elijamos una velocidad relativa de movimiento  $\mathbf{v}$  de tal modo que la longitud, de acuerdo a las fórmulas relativistas, se contraiga dos veces (o más). Notemos que el centro de gravedad de la cruz (el punto  $o$ ) se encuentra así mismo en el centro del brazo. Consecuentemente, el movimiento vertical de la cruz (la caída o el giro del extremo delantero) es posible sólo si: (1) el centro  $o$  y toda la línea central del brazo ( $O'O''$ ) se encuentran sobre un espacio vacío, y (2) ninguno de los puntos  $C, D, E, F$  tienen apoyo. Desde el punto de vista de un observador sobre la cruz, ésta se deslizará sobre el nicho que se ha reducido dos veces, ya que sobre la placa se apoyará siempre o el brazo y uno de los extremos o ambos extremos. El famoso truco mediante el giro de la varilla no puede darse aquí (analizaremos tal problema más adelante). No obstante, desde el punto de vista del observador sobre la placa, la cruz (que se ha reducido dos veces) cae al nicho. Así pues, tenemos dos sucesos diferentes: ¿ocurrió así la caída (un empujón sobre el plano) o no? ¿Y que pasará con el observador que esté en el nicho (lo aplastará o no)? ¿O para salvarse necesita urgentemente acelerarse hasta la velocidad de la cruz? ¿O es necesario que esté cerca del extremo  $A'H'$  (o  $D'E'$ ), a donde no llegará la cruz reducida?

### Extrañezas y paradojas adicionales

Describamos otra paradoja. Supongamos que se ha recortado un círculo de la placa, el cual empieza a girar respecto a su propio centro. A consecuencia de la contracción de la longitud, el observador sobre la placa deberá ver el resquicio y los objetos tras la placa. Mientras que el observador en el círculo deberá ver cómo la placa se avalanza sobre el disco. La no-inercialidad del sistema carece de importancia, ya que la aceleración  $v^2/R$  incluso para  $v \rightarrow c$  puede ser menor que cualquier valor dado con antelación si se elige un radio  $R$  lo suficientemente grande. La geometría del círculo se verá detalladamente en el Capítulo 2, dedicado a la teoría general de la

relatividad. Semejantes contradicciones muestran la típica inconsistencia lógica de la teoría de la relatividad (se pierde la capacidad de predicción, que es la base de la ciencia).

Notemos una "extrañeza" más (la paradoja de las distancias). Puesto que la contracción de las longitudes de los objetos se asocia con las propiedades del espacio mismo, entonces deberá contraerse también la distancia hasta el objeto (¡independientemente de si nos acercamos o nos alejamos del objeto!). Por consiguiente, a una velocidad del cohete lo suficientemente grande ( $v \rightarrow c$ ) podemos no solamente ver las estrellas lejanas, sino incluso tocarlas con la mano, ya que en nuestro propio sistema de coordenadas nuestras medidas no cambian. Más aun, al volar desde la Tierra por un largo tiempo con una gran aceleración (la TER no pone límites a la aceleración), resultará que estamos alejados de ella a una distancia de "un metro". ¿En que momento el observador, que se encuentra a "un metro" de distancia verá el movimiento de reversa (o sea, el contrario a la acción de los motores de reacción) del cohete?

La posibilidad de introducción de un tiempo absoluto también refuta las paradójicas conclusiones lógicas de la TER sobre la desaceleración del tiempo, la relatividad de la simultaneidad y, además, sobre la contracción de las distancias, ya que ahora el método de la medición simultánea de las distancias no depende del movimiento de los objetos. Por ejemplo, supongamos que un objeto delgado (por ejemplo, el contorno de un retrato recortado en papel) se desliza sobre una película fotográfica a una velocidad arbitraria. Entonces la longitud de dicho objeto coincidirá con la de su sombra fotográfica si se ilumina por un tiempo muy corto mediante un flash infinitamente alejado. Simplemente se puede utilizar una fuente alejada con la condición de que el frente del destello alcance el plano cuando el objeto sobrevuele la perpendicular media, trazada desde la fuente hasta el plano (nuevamente, respecto al "supuesto viraje" del frente de onda ver de punto 1.7 y adelante).

La contracción de las distancias hasta los objetos también es contradictoria por otra razón. Incluso durante el movimiento a una velocidad de peatón la distancia hasta las galaxias lejanas deberá con-

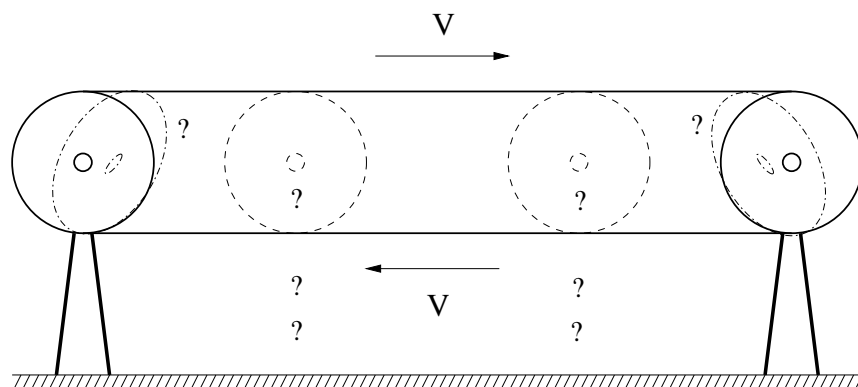


Figura 1.16: La ilusión de la transmisión de banda.

traerse de forma notoria. Sin embargo, la dirección de tal contracción resulta indeterminada. Si el peatón en movimiento hecha un vistazo a las galaxias ¿volará más allá de los límites de la Tierra o, al contrario, atraerá con la mirada a otra galaxia? Cualquiera de los resultados es misticismo puro.

Durante la contracción de las longitudes en la TER ocurre una cosa extraña con la transmisión de banda (Fig. 1.16). Desde el punto de vista de los observadores que se encuentran en cada una de las dos mitades libres de una banda, los rodillos cilíndricos deberán transformarse en cilindros elipsoidales y voltearse: los puntos de los semiejes mayores contrarios a cada observador deberán acercarse (nuevamente obtenemos una descripción no objetiva). Por ejemplo, en la TER resultan no ser objetivas las longitudes superior e inferior de la banda. Obtenemos así mismo una contradicción desde el punto de vista de un tercer observador que se encuentre en el bastidor. Por un lado, los rodillos deberán acercarse uno al otro. Por otro lado, las bases inmóviles que sostienen a los ejes de los rodillos deberán permanecer en su lugar. ¿En que se sostendrán los ejes de los rodillos? ¿Se contráe o no el espacio real? ¿Qué hace falta postular artificialmente para salvar urgentemente a la TER: diferentes



espacios insertados para los rodillos y las bases y el cambio de las características objetivas de la banda (de la elasticidad)?

El intento de evadir la explicación de los mecanismos de contracción de las longitudes escudándose en una frase general del tipo "este es un efecto cinemático del espacio mismo" es fallido a causa de la indeterminación de la "dirección de la contracción" (¿en que punto del espacio?). En efecto, el origen de coordenadas (del observador) se puede ubicar en cualquier punto del espacio infinito tanto en el interior como más a la derecha o más a la izquierda del objeto, y entonces todo el objeto, excepto la contracción se trasladará al punto arbitrario dado. Esto demuestra inmediatamente la contradicción o la irrealidad de dicho efecto. No está claro en cuál extremo deberá ocurrir la contracción de tal segmento si el sistema en movimiento, con dos observadores (en movimiento) en los extremos del segmento, ha sido creado de forma impulsiva. No puede salvarse la situación con la frase sobre la biunivocidad de las transformaciones de Lorentz. Esto es completamente insuficiente. La biunivocidad de cierta transformación matemática permite utilizarla para la comodidad de los cálculos, pero esto de ninguna manera significa que cualquier transformación matemática biunívoca posea un sentido físico. De la misma manera parece extraño el proceso de detenimiento de los cuerpos que se contraen. Surgen las preguntas: ¿de qué lado se restablecen sus dimensiones? ¿A donde se fue la contracción del espacio si este objeto estaba siendo observado por diferentes observadores alejados?

### **El problema de las varillas delgadas**

Desglosemos detalladamente el problema del deslizamiento de una varilla fina de un metro sobre una placa delgada que tiene un orificio de un metro [106] (ver [33], ejercicio 54). Es completamente extraño que cualquier objeto deba contraerse, girar o "doblar y resbalarse" precisamente de tal manera que a cualquier precio salve a la TER de las contradicciones (no obstante, tal planteamiento es un reconocimiento indirecto de la no observación categórica de los efectos cinemáticos de la TER). ¿Qué relación puede tener la



Figura 1.17: El deslizamiento dentro del sandwich.

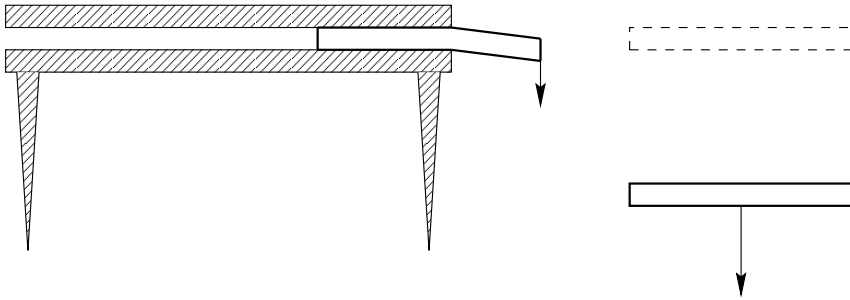


Figura 1.18: La dureza y la flexión de la varilla.

dureza real de la varilla en tal problema? ¡Ninguna! Supongamos que la varilla se desliza entre dos planos (un sandwich) de modo que en el doblés sólo participe la parte libre de la varilla que pende libremente sobre el orificio (Fig. 1.17). Si en el orificio que se ha contraído hasta 10 cm (diez veces) puede "doblarse y deslizarse" una varilla de un metros, entonces de la misma manera podría "doblarse y deslizarse" una varilla de un kilómetro (que en el sistema de referencia del plano ahora no deberá hundirse ni en la física clásica ni incluso en la TER). El recordatorio declarativo de la velocidad de las ondulaciones acústicas (para el mecanismo de establecimiento del equilibrio) es un ocultamiento "verosímil" de la verdad. Supongamos que tenemos dos varillas horizontales idénticas colocadas a la misma altura (Fig. 1.18). La primera varilla se desliza presionada hacia la mesa y uno de sus extremos empieza a desplazarse hacia abajo en el momento  $t = 0$ . En ese mismo momento ( $t = 0$ ) la segunda varilla empieza a caer libremente. Es obvio que para cualquier momento de tiempo  $t > 0$  la segunda varilla se desplazará hacia abajo (caerá)

a una distancia considerable mayor que lo que se doblará el extremo de la primera varilla (prácticamente la TER intenta cambiar el cuerpo real por un cuerpo de dureza nula). Para los problemas analizados las velocidades relativistas pueden solamente disminuir la acción de la dureza en comparación con el caso de las velocidades pequeñas, aproximando más aun el cuerpo real al modelo del cuerpo sólido absoluto. Efectivamente, la flexión de la varilla ocurre en la dirección perpendicular al movimiento relativista. Por lo tanto, la tarea es análoga al problema del deslizamiento de un cuerpo masivo sobre el hielo en un río: a pequeñas velocidades el cuerpo puede caer (el resquebrajamiento del hielo a causa de la flexión), y a velocidades de movimiento lo suficientemente elevadas el cuerpo puede deslizarse sobre el hielo sin caer en el río (la flexión del hielo es poca). La velocidad de las oscilaciones acústicas es mucho menor que la velocidad de la luz. Por consiguiente, en comparación con el caso estático las moléculas se desplazan en el transcurso de un tiempo efectivo menor y, como resultado, la flexión resulta menor. Hagamos el grosor del plano inferior en una molécula mayor que el desplazamiento de la flexión de la varilla (para un material concreto elegido con anterioridad). En el segundo extremo del orificio hagamos una sesgadura muy suave en el plano (Fig. 1.17) para que la varilla dada pueda continuar su deslizamiento sobre el plano (sin detenerse). Evidentemente, si a velocidades no relativistas la varilla no se "desliza" en el orificio real de 10 cm, entonces con mayor razón a mayores velocidades (relativistas) no se "deslizara" hacia el orificio que se ha (supuestamente) reducido hasta 10 cm. ¿Qué sucederá desde el punto de vista de la TER con una varilla de 20 cm o de un kilómetro si se conservan las características anteriores del plano? ¿Y si, conservando las características geométricas anteriores del experimento, elegimos diferentes materiales para la varilla (desde una dureza nula hasta su valor máximo)? Obviamente, dada la selección exacta de todos los parámetros para un caso, no es posible desechar las contradicciones para todos los casos restantes (diferentes). Para salvar a la TER es necesario o bien postular que la dureza en el experimento dejó de ser una propiedad objetiva de los materiales

(y depende ad hoc del observador, de las dimensiones geométricas y de la velocidad) o bien postular que el segundo extremo del orificio brinca ad hoc "de la manera adecuada". ¿Justifica o no el fin semejantes medios?

La tarea análoga sobre el paso de una varilla delgada, que vuela a lo largo del eje  $X$  (ahora ya no presionado hacia el plano), a través del nicho de ese mismo tamaño (que se mueve lentamente a lo largo del eje  $Z$ ) ha llegado incluso hasta la literatura popular [6]. Los relativistas "eliminan" las contradicciones en los testimonios de los observadores con ayuda del giro de la varilla en el espacio (entonces la varilla pasará en cualquier caso por el nicho, como en el caso de la física clásica). Sin embargo, el giro no cancela la contracción de Lorenz. Iluminemos el nicho desde abajo a lo largo del eje  $Z$  mediante un haz paralelo de rayos (por ejemplo, desde una fuente alejada). Pasemos una película fotográfica a una gran velocidad y a una gran altura sobre el nicho, de forma paralela al plano pero perpendicular al movimiento mutuo entre la varilla y el plano, es decir, a lo largo del eje  $Y$  (Fig. 1.19). Entonces, a pesar del paso de la varilla, el resultado en la TER será de todos modos diferente para diferentes observadores. En la física clásica se obtendría un eclipse total para la película en el momento en que la varilla pasa por el nicho (lo cual sería registrado mediante un segmento completamente oscuro sobre una franja luminosa). Tal eclipse total se daría también en la TER desde el punto de vista del observador en la varilla (ya que el nicho se encogerá y girará). No obstante, desde el punto de vista del observador sobre la placa (y en la película) la varilla se contrae y gira. Consecuentemente, nunca ocurrirá un eclipse total. ¿Quién tiene la razón? Más dramática resulta la situación en el caso del giro de la varilla, ya que depende de la relación de las velocidades. Sea que por nuestra varilla, a una velocidad arbitraria, se desliza otra de menor tamaño. Los observadores en ambas varillas asegurarán que que no existe juego entre las varillas. Sin embargo, de acuerdo con la TER, el observador en la placa deberá ver las varillas viradas en diferentes ángulos. Tenemos una contradicción lógica evidente.

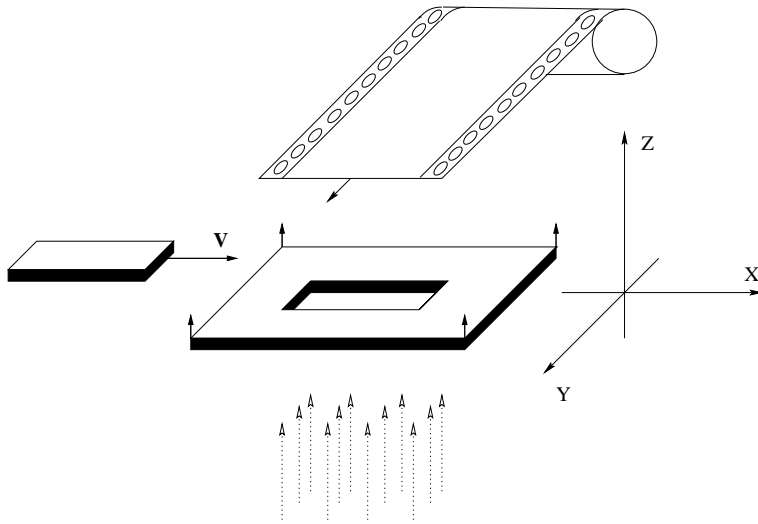


Figura 1.19: El "Giro" de la varilla.

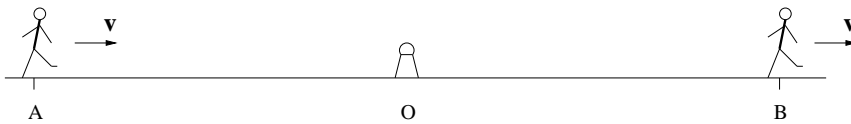


Figura 1.20: La paradoja de los dos peatones.

### Algunos comentarios sobre la contracción de las longitudes

Veamos adicionalmente el efecto relativista de la contracción de las distancias (la paradoja de los peatones). De antemano "pongámonos de acuerdo" sobre el siguiente experimento mental (Fig. 1.20). Supongamos que un faro, ubicado en el centro de un segmento, envía una señal hacia los extremos. Supongamos que la longitud del segmento es de un millón de años luz. En el momento de la llegada del destello dos peatones, situados en los extremos del segmento, inician

su movimiento a igual velocidad hacia un mismo lado, acordado con anterioridad, a lo largo de la recta que contiene al segmento y caminan algunos segundos. El segmento en movimiento (en relación con el sistema de los dos peatones) debe contraerse con relación con los extremos del segmento inmovil unos cientos de kilómetros. Sin embargo, ninguno de los peatones en el transcurso de estos segundos "saldrá volando." a cientos de kilómetros. Tampoco pueden desbaratarse en medio del segmento en movimiento ya que las transformaciones de Lorentz son continuas. ¿Dónde pues se contrajo el segmento? ¿Y cómo se puede observar esto?

Para "justificar" la contracción relativista de las longitudes Fok [37] razona de la siguiente manera. En un sistema inmóvil la medición de la longitud (fijada prácticamente por los extremos del segmento) se puede realizar de manera no simultánea, pero en un sistema en movimiento debe hacerse simultáneamente. De la invariabilidad del intervalo

$$(x_a - x_b)^2 - c^2(t_a - t_b)^2 = (x'_a - x'_b)^2 - c^2(t'_a - t'_b)^2$$

con la elección de  $t'_a = t'_b$ ,  $t_a \neq t_b$  obtenemos  $|x_a - x_b| > |x'_a - x'_b|$ . Pero entonces, ¿por qué no elegimos arbitrariamente  $t_a = t_b$  para que obtengamos de una manera única la longitud objetiva  $|x_a - x_b|$ ? La existencia del proceso de medición de la longitud (de los extremos del segmento), independientemente del tiempo y del concepto de simultaneidad para el sistema de coordenadas propio, demuestra la independencia total del tiempo y de las características espaciales en este sistema. ¿Por qué, pues, para otro sistema, uno en movimiento, deberá surgir un segundo enlace adicional entre las coordenadas y el tiempo además del concepto cinemático de velocidad?

Es falsa la opinión de Mandelshtam [19] a cerca de que no existe una "longitud real", al igual que su ejemplo con la medida angular del objeto. La medida angular del objeto depende no solamente de las dimensiones del objeto, sino también de la distancia hasta él, es decir, de dos parámetros. Consecuentemente, la primera se puede hacer unívoca sólo si se fija uno de los parámetros: la distancia hasta el objeto. Tampoco es cierto lo que dice acerca de que, al medir

su longitud de cualquier forma, las varillas que se mueven de diferentes maneras poseen diferentes longitudes. Por ejemplo, es posible el proceso de medición (la comparación directa) de las varillas que se han girado preliminarmente de forma perpendicular al movimiento. Después se pueden girar las varillas de un modo arbitrario. En general ellas podrían haber girado lentamente para que en el momento en que coincidieran resultaran perpendiculares al movimiento. Entonces, incluso en la TER tal procedimiento no depende del movimiento relativo.

Algunos relativistas consideran que, en general, no existe la contracción de las longitudes, sino que existe sólo el giro, por ejemplo, para el cubo (o sea que ellos no pueden ponerse unívocamente de acuerdo incluso entre sí). La ausencia de un giro real del cubo (o aquello de que esto es sólo un efecto aparente) es fácil de demostrar si el cubo vuela presionado al techo. Hablando en general, la distancia hasta los objetos, su velocidad visible y sus dimensiones se pueden, incluso con ayuda de la luz, determinar de diversas maneras "no contradictorias" entre sí. Por ejemplo, incluso para un sólo observador: mediante las dimensiones angulares, mediante la iluminación, mediante el efecto Doppler. Pero la obtención de diferentes valores para una misma magnitud física no anula en absoluto las verdaderas características objetivas únicas del cuerpo y de su movimiento (bajo los cuales se gradúan los instrumentos).

La TER intenta comprar "la no contradicción de su definición de las longitudes mediante la negación de la objetividad de toda una serie de otras magnitudes físicas. No obstante, con el paso del tiempo este truco no resulta: esto es irreversible. Observemos una cosa extraña: en el sentido de la irreversibilidad (¡al pasar de un sistema inercial de referencia a otro y de regreso!) las transformaciones lineales de Lorentz son completamente equivalentes para las coordenadas y para el tiempo (son reversibles). Por eso es extraño cuando desaparece la diferencia en las dimensiones de los cuerpos durante el regreso al estado inicial (para los gemelos, por ejemplo), mientras que la diferencia en el tiempo transcurrido permanece.

## 1.6. La ley relativista para la suma de las velocidades

Recordemos que la cinemática no se ocupa de buscar las causas del movimiento, sino que afirma, por ejemplo, lo siguiente: si las velocidades están dadas, entonces se puede encontrar el resultado de la suma de las velocidades. Las cuestiones de la dinámica de partículas (ella se ocupa de las causas del movimiento) exigen un análisis a parte (ver el Capítulo 4).

Hagamos ahora una observación con respecto a la ley relativista de la suma de las velocidades. Para dos sistemas que participan directamente en el movimiento relativo no surgen dudas al determinar su velocidad relativa (ni en la física clásica ni en la TER). Supongamos que el sistema  $S_2$  se mueve con relación al sistema  $S_1$  a una velocidad  $v_{12}$ ; análogamente el sistema  $S_3$  se mueve con relación al sistema  $S_1$  a una velocidad  $v_{13}$ . Prácticamente la ley relativista para la suma de las velocidades determina la velocidad relativa del aquel movimiento en el cual no participa el observador mismo. La velocidad de movimiento del sistema  $S_3$  respecto al sistema  $S_2$  se determina de la siguiente manera:

$$v_{23} = \frac{v_{13} - v_{12}}{1 - \frac{v_{13}v_{12}}{c^2}}. \quad (1.5)$$

Precisamente de esta forma (aunque comúnmente se expresa  $v_{13}$  mediante  $v_{12}$  y  $v_{23}$ ) se abre la verdadera esencia de dicha ley: ella dice cuál velocidad relativa de los sistemas  $S_2$  y  $S_3$  registrará el observador que está en el sistema  $S_1$  si utiliza la regla de Einstein para la sincronización del tiempo (con ayuda de las señales luminosas) y para la medición de las longitudes. Prácticamente tenemos otra vez la "ley de la visibilidad". (Para el caso de una posible dependencia paramétrica por parte de la velocidad de la luz con respecto a la frecuencia, esta expresión será modificada. Ver los Apéndices.)

Veamos las siguientes aclaraciones metódicas. La no conmutatividad de la ley de la suma de las velocidades para los vectores no colineales es muy extraña para los conceptos cinemáticos. La



propiedad de no conmutatividad (y aquello de que las transformaciones de Lorentz sin el giro no forman un grupo) se menciona someramente sólo en algunos de los libros de texto sobre física teórica. Pero, por ejemplo, en la mecánica cuántica una propiedad semejante cambia sustancialmente todo el aparato matemático y físicamente expresa la no-mesurabilidad simultánea de las magnitudes no conmutativas.

De la ley general para la suma de las velocidades

$$\mathbf{v}_3 = \frac{(\mathbf{v}_1 \mathbf{v}_2) \mathbf{v}_1 / v_1^2 + \mathbf{v}_1 + \sqrt{1 - v_1^2/c^2} (\mathbf{v}_2 - (\mathbf{v}_1 \mathbf{v}_2) \mathbf{v}_1 / v_1^2)}{1 + (\mathbf{v}_1 \mathbf{v}_2)/c^2} \quad (1.6)$$

vemos que el resultado depende del orden de la transformación: por ejemplo, en el caso de la sucesión

$$+v_1 \mathbf{i}, -v_1 \mathbf{i}, +v_2 \mathbf{j}, -v_2 \mathbf{j},$$

donde  $\mathbf{i}$  y  $\mathbf{j}$  son los vectores unitarios del sistema de coordenadas, obtenemos una velocidad sumaria nula y para otro orden de esas mismas magnitudes

$$+v_1 \mathbf{i}, +v_2 \mathbf{j}, -v_1 \mathbf{i}, -v_2 \mathbf{j}$$

obtenemos una velocidad no nula, la cual depende de manera muy complicada de las velocidades  $v_1$  y  $v_2$ . La sucesiva aplicación de las transformaciones (del movimiento)  $v_1 \mathbf{i}$  y  $v_2 \mathbf{j}$  conducen a

$$\mathbf{v}_3 = v_1 \mathbf{i} + \sqrt{1 - v_1^2/c^2} v_2 \mathbf{j},$$

y en otro órde  $v_2 \mathbf{j}$  y  $v_1 \mathbf{i}$  nos llevan a

$$\mathbf{v}'_3 = v_2 \mathbf{j} + \sqrt{1 - v_2^2/c^2} v_1 \mathbf{i};$$

es decir, obtenemos diferentes vectores (Fig. 1.21).

¿Qué puede significar en este caso la descomposición del vector de velocidad en sus componentes? En primer lugar, la traslación de los métodos clásicos más simples de cómputo (el álgebra conmutativa) a las ecuaciones relativistas (no conmutativas) no es regular:

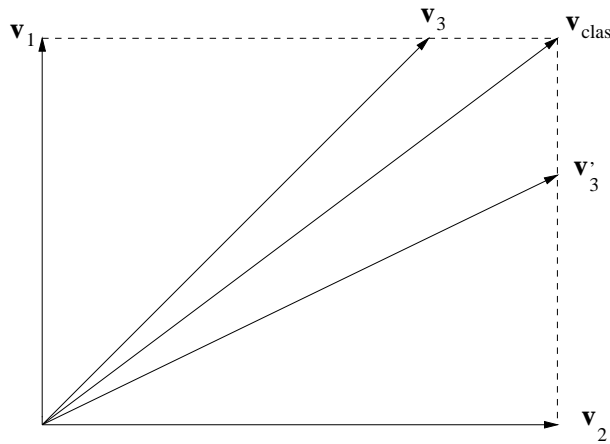


Figura 1.21: El paralelogramo de velocidades en la TER.

incluso la solución de las ecuaciones vectoriales por componentes exige postulados adicionales, complejidades o aclaraciones. En segundo lugar, no es posible la simple aplicación de los métodos de la física clásica (el principio de las traslaciones virtuales, los métodos variacionales, etc.). Se llegaría incluso a "individualizar" el cero: la cantidad de magnitudes "nulas", constituidas por alguna combinación vectorial, deberá ser igual a la cantidad de magnitudes "nulas" constituidas por la combinación vectorial inversamente simétrica. Por consiguiente, también la teoría de las fluctuaciones necesitaría fundamentos adicionales. De este modo, contrariamente a la tesis sobre "la simplicidad y elegancia de la TER", para la fundamentación correcta incluso de los procedimientos más simples sería necesario introducir todo un conjunto de complejidades artificiales y aclaraciones (lo que no se da en los libros de texto).

Veamos la contradicción lógica de la ley relativista para la suma de las velocidades en el ejemplo del caso de una dimensión. Supongamos que tenemos una balanza en forma de ranura horizontal con un eje transversal horizontal en medio de la ranura. Por dicha ranura corren dos bolas de masa  $m$  hacia diferentes lados del eje (Fig. 1.22).

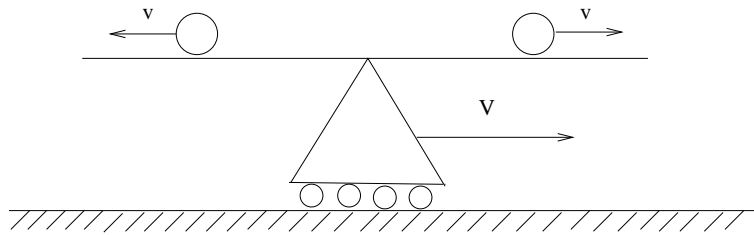


Figura 1.22: La ley de la suma de las velocidades y la contradicción de la balanza.

Para evadir, por ahora, las propiedades de la masa relativista actuaremos de esta manera. Supongamos que no existe fricción en ninguna parte del eje de la balanza excepto en el punto en que ocupa la posición horizontal (el "punto muerto"). En esta posición el umbral de la fuerza de fricción no le permite a la balanza desfasarse a cuenta de la posible pequeña diferencia de las masas relativistas (entre las bolas), pero dicho umbral de sensibilidad no puede estorbar el giro de la balanza (a partir del "punto muerto") cuando falta una de las bolas (si ella se cae). Supongamos que las velocidades de las bolas en el sistema de la balanza son iguales en módulo. Entonces en este sistema las bolas rodarán al mismo tiempo hasta los extremos y caerán, de modo que la balanza quedará en posición horizontal. Veamos ahora ese mismo movimiento en el sistema en el cual la balanza se mueve a una velocidad  $V$ . Sea que sólo  $V \rightarrow c$ , pero  $v \ll v_s$ , donde  $v_s$  es la velocidad del sonido en el material de la ranura. Entonces podemos considerar que la balanza es completamente dura (ignoramos las ondas acústicas). De acuerdo a la ley relativista para la suma de velocidades

$$v_1 = \frac{V - v}{1 - vV/c^2}, \quad v_2 = \frac{V + v}{1 + vV/c^2}.$$

El movimiento del punto medio con velocidad

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = V \frac{1 - v^2/c^2}{1 - v^2V^2/c^4} < V$$

siempre se queda atrás del movimiento de la balanza. De esta manera, en primer lugar caerá la bola que se mueve en dirección contraria al movimiento de la balanza. Como resultado, el equilibrio se romperá y la balanza empezará a girar. Tenemos una contradicción con los datos del primer observador. ¿Qué pasará con el observador si él está parado bajo la parte derecha de la balanza?

¿Pueden describir o no las transformaciones de Lorentz los pasos consecutivos de un sistema inercial a otro y responde o no la ley relativista de la suma de velocidades al cambio real de las velocidades? Por supuesto que no. Para empezar, recordemos cuál es el sentido que se introduce en la ley relativista de la suma de las velocidades. El debe demostrar que la suma de los movimientos no puede llevar a una velocidad mayor que la de la luz. ¿Cómo se pueden sumar los movimientos en ese caso? Por ejemplo, nuestra Tierra se mueve respecto a las estrellas (prácticamente existe el primer sistema de referencia en movimiento), de la Tierra despegamos una nave espacial a una gran velocidad (prácticamente ha sido creado el segundo sistema de referencia en movimiento), después, desde esta nave espacial despegamos el siguiente cohete (tercer sistema de referencia), etc. Precisamente esto es lo que deberá tenerse en cuenta como la aplicación sucesiva de las transformaciones. Entonces desaparece, por ejemplo, la cuestión sobre cuál velocidad es la primera, cuál la segunda en la ley de la suma de las velocidades (esto es importante para las transformaciones no conmutativas). En este sentido es en el que se dieron todos los ejemplos anteriores.

Analicemos ahora las transformaciones de Lorentz para las direcciones arbitrarias del movimiento:

$$\mathbf{r}_1 = \mathbf{r} + \frac{1}{V^2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} - 1 \right) (\mathbf{r} \cdot \mathbf{V}) \mathbf{V} + \frac{\mathbf{V} t}{\sqrt{1 - V^2/c^2}},$$

$$t_1 = \frac{t + (\mathbf{r} \cdot \mathbf{V})/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}.$$

Es fácil comprobar que la aplicación consecutiva de la ley relativista

de la suma de las velocidades (1.6) a los valores

$$v_1 \mathbf{i}, \quad v_2 \mathbf{j}, \quad -v_1 \mathbf{i} - v_2 \sqrt{1 - v_1^2/c^2} \mathbf{j} \quad (1.7)$$

da cero. Apliquemos sucesivamente las transformaciones de Lorentz al vector arbitrario  $r = x\mathbf{i} + y\mathbf{j}$  con ese mismo conjunto de velocidades. Tenemos:

$$\mathbf{r}_1 = \frac{x + v_1 t}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}} \mathbf{i} + y \mathbf{j},$$

$$t_1 = \frac{t + xv_1/c^2}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}}.$$

Después tenemos:

$$\mathbf{r}_2 = \frac{x + v_1 t}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}} \mathbf{i} + \frac{y \sqrt{1 - v_1^2/c^2} + v_2 t + xv_1 v_2/c^2}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2} \sqrt{1 - v_2^2/c^2}} \mathbf{j},$$

$$t_2 = \frac{t + xv_1/c^2 + yv_2 \sqrt{1 - v_1^2/c^2}/c^2}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2} \sqrt{1 - v_2^2/c^2}}.$$

No escribiremos explícitamente las expresiones para  $\mathbf{r}_3$  y  $t_3$  a causa de su complejidad. Sin embargo, utilizando programas gráficos nos podemos convencer de las siguientes propiedades:

- 1) en el nuevo sistema, el tiempo inicial está desincronizado en cualquier punto del espacio exepcto en el origen de coordenadas.
- 2) Los intervalos de tiempo cambiaron:  $dt_3 \neq dt$ , es decir, caimos no en el sistema original en reposo, sino en un nuevo sistema en movimiento. Por consiguiente, como mínimo, en los libros de texto no se explica completamente con exactitud el sentido de las transformaciones de Lorentz o la ley relativista de la suma de las velocidades.
- 3) Los segmentos no sólo cambian de longitud, sino que tambien viran. Es fácil cerciorarse de esto si se encuentra numéricamente el ángulo de giro, o sea la diferencia

$$\alpha = \arctan \left( \frac{y_3[x(1), y(1), t] - y_3[x(0), y(0), t]}{x_3[x(1), y(1), t] - x_3[x(0), y(0), t]} \right) -$$

$$- \arctan \left( \frac{y(1) - y(0)}{x(1) - x(0)} \right).$$

Matemáticamente se puede explicar cuantas veces se quiera estas propiedades mediante el carácter pseudoeuclidiano de la métrica, pero físicamente todo es muy fácil. Estas propiedades demuestran el carácter no objetivo (sino sólo aparente) de las transformaciones de Lorentz y de la ley relativista de la suma de las velocidades y la discordancia entre ellas. Efectivamente, puesto que pasamos consecutivamente de un sistema inercial a otro y el giro significa la no-inercialidad del sistema, entonces la TER se sale ella misma de los límites de su propia aplicación, es decir, es contradictoria. Si este giro fuese real, esto significaría la no objetividad del concepto de sistema inercial (ya que el resultado dependería del método de transición a dicho sistema) y, como consecuencia, significaría también la ausencia de los fundamentos mismos para la existencia de la TER.

Intentemos pues entender por qué las interpretaciones de los libros de texto nos llevan a la discordancia de las dos expresiones: de la ley relativista de la suma de las velocidades y de las transformaciones de Lorentz, a pesar de que la primera expresión se obtiene de la segunda. Recordemos esta deducción mediante el ejemplo del movimiento mutuo unidimensional de los sistemas  $K$  y  $K'$ . Partiendo de las transformaciones de Lorentz

$$x_1 = \frac{x + Vt}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad t_1 = \frac{t + Vx/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

dividamos los diferenciales  $dx_1$  por  $dt_1$  considerando las definiciones  $v = dx/dt$  y  $v_1 = dx_1/dt_1$  y obtenemos:

$$v_1 = \frac{v + V}{1 + vV/c^2}.$$

De aquí se ve lo siguiente:

1) el observador se encuentra en el centro del sistema  $K$  y mide la distancia  $x$  hasta el cuerpo estudiado en sus sistema  $K$ .

2) él considera el tiempo  $t$  como único en su sistema y determina la velocidad del cuerpo en su sistema  $v = dx/dt$ .

3) él mide la velocidad  $-V$  del sistema  $K'$  con relación al sistema  $K$  utilizando su propio (!) tiempo  $t$  y considera que las velocidades relativas de los sistemas son mutuamente reversibles respecto a la dirección.

Este observador no puede medir ninguna otra cosa más: el valor resultante de la velocidad  $v_1$  es el valor calculado. De esta manera, llegamos a la interpretación [49] expuesta anteriormente: La ley relativista de la suma de las velocidades determina la velocidad de aquel movimiento relativo en el cual no interviene el propio observador. Este efecto no es real, sino sólo aparente (cuando utilizamos las reglas determinadas de la TER). Según la esencia de la fórmula no podemos simplemente pasar a la segunda sustitución para definir  $v_2$ , aunque formalmente en la expresión de la ley relativista de la suma de las velocidades se pueden sustituir sucesivamente cuantos valores de las velocidades se quiera. En el caso de la suma de los movimientos a lo largo de una recta la propiedad clásica de conmutatividad se conserva y la contradicción resulta velada. Pero si los vectores de las velocidades no son colineales, entonces el punto 3) resulta ser falso e inmediatamente aparece la contradicción y la discordancia entre la ley de la suma de las velocidades y las transformaciones de Lorenz.

En el ejemplo analizado anteriormente se puede proceder de otra manera: busquemos una sucesión de tres transformaciones de la velocidad que conserve inmutable el tiempo inicial en las transformaciones de Lorenz. Es fácil, entonces, comprobar que en lugar de (1.7) se puede tomar una sucesión única:

$$v_1\mathbf{i}, \quad v_2\mathbf{j}, \quad -v_1\sqrt{1 - v_2^2/c^2}\mathbf{i} - v_2\mathbf{j}. \quad (1.8)$$

Sin embargo, en primer lugar, el giro del segmento permanece. En segundo lugar, el nuevo conjunto de velocidades no satisface en dicha sucesión la ley de suma de las velocidades, es decir, prácticamente se cambió el orden de sustitución de las velocidades  $v_1$  y  $v_2$  en la ley de la suma de las velocidades (lo que no corresponde a la es-

encia de esta ley). De esta manera, las contradicciones tampoco se eliminan. Una de las manifestaciones de la contradicción de la TER es la precesión de Thomas: partiendo de la sucesión de los sistemas inerciales (que se mueven de forma rectilínea y uniforme) a final de cuentas resulta, repentinamente, que el objeto ha realizado un giro (un movimiento categóricamente no inercial). De este modo, la transición desde las transformaciones de Lorentz en el "espacio matemático"  $1+1$  ( $t + x$ ) expuestas en los libros de texto típicos hacia las transformaciones de Lorentz en el "espacio"  $1+2$  o  $1+3$  contiene contradicciones físicas.

Muchas propiedades de las magnitudes físicas que son intuitivamente comprensibles pierden su sentido en la TER. Por ejemplo, la velocidad relativa deja de ser invariante. Las partículas que vuelan a lo largo de una misma recta a diferentes velocidades forman en la TER un complejo "abanico de velocidades" para un sistema en movimiento. En la TER la distribución isotrópica por velocidades deja de ser tal para otro sistema en movimiento. No hay, en realidad, ninguna simplificación tal en la TER.

De la TER no resulta en absoluto la imposibilidad de la existencia de velocidades  $v > c$ . Y la adición de que esto se refiere sólo a la velocidad de transmisión de la señal es artificial (en vista de la existencia de contraejemplos evidentes respecto a la interpretación difundida). No obstante, incluso con tal adición no queda aun suficientemente determinado el concepto de señal (información). Por ejemplo, al obtener la señal del destello de una supernova ¿acaso no estamos seguros de que tal información también "se tiene" a la distancia diametralmente opuesta respecto a la supernova, es decir, nosotros sabemos esto a una velocidad  $2c$ ? ¿O esto no es información? Por lo tanto, en la TER se puede tener en mente sólo la información que está en un portador material de naturaleza electromagnética y que se desplaza en el vacío consecutivamente a través de todos los puntos del espacio desde la fuente hasta el receptor de la señal.

Hagamos una aclaración con respecto a la "maravillosidad" de la ley relativista de la "suma" de las velocidades, que permite in-



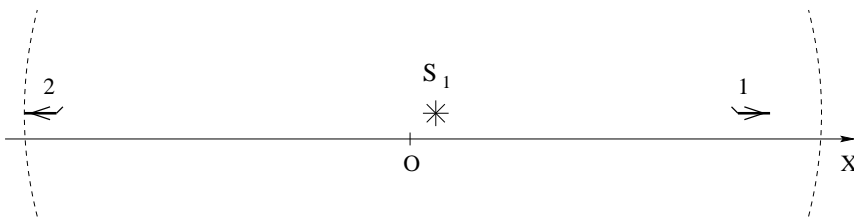


Figura 1.23: El intercambio de señales.

tercambiar señales de luz incluso cuando la suma algebraica de las velocidades resulta mayor a  $c$ . Prestemos atención a un hecho evidente: las señales para el intercambio de información deben enviarse necesariamente hacia la dirección del objeto y no hacia la dirección contraria. Por eso no hay nada impresionante en el intercambio de señales cuando, incluso en el caso clásico, como resultado de la suma formal de las velocidades resulta que  $v_1 + v_2 > v_{se}$ . Sea que dos aviones despegan del aeródromo  $O$  con velocidades  $0,9v_{so}$  y se separan uno del otro hacia direcciones opuestas al eje  $X$  (o sea, a una velocidad relativa  $1,8v_{so}$ ). ¿Es posible entre ellos el intercambio de señales sonoras? ¡Por supuesto! Puesto que la onda sonora se transmite en el aire independientemente de la velocidad de la fuente  $S_1$  en el momento de envío de la señal, entonces el primer avión (el que ha enviado la señal) alcanzará al frente de onda, que se desplaza hacia la dirección positiva del eje  $X$ , y el segundo avión competirá con el frente de onda, que se desplaza hacia la dirección negativa del eje  $X$ . Ambos aviones se mueven más lentamente que los correspondientes segmentos de frente de onda más cercanos a ellos (Fig. 1.23). De esta manera, la suma de las velocidades en realidad se equipara (de forma compleja) no con la velocidad del sonido, sino con el valor  $2v_{so}$  (y para la luz con una velocidad  $2c$ ).

Es evidente que la restricción física al valor de la velocidad no puede atribuirse a las matemáticas (el hecho de que en algunas expresiones bajo el símbolo del radical exista un valor negativo). Simplemente hay que recordar que todas las fórmulas de la TER

se han obtenido utilizando el intercambio de señales luminosas (el método de sincronización de Einstein). Si el cuerpo inmediatamente se mueve a una velocidad superior a la de la luz, entonces la señal enviada tras él simplemente no podrá alcanzarlo. De la misma manera se puede introducir la sincronización con ayuda del sonido (e igualmente habrá particularidades en las fórmulas) pero de aquí no se seguirá en absoluto la imposibilidad de las velocidades ultrasónicas. La velocidad de transmisión de las perturbaciones (sonoras o luminosas) en el medio no estará de ninguna manera ligada a la velocidad del movimiento de cierto cuerpo a través de este medio.

## 1.7. Crítica adicional de la cinemática relativista

Empecemos las aclaraciones generales. Las propiedades grupales de las ecuaciones matemáticas, como las transformaciones con símbolos matemáticos, no tienen ninguna relación con cualquier principio o postulado físico, es decir, las propiedades grupales pueden ser encontradas sin hipótesis físicas adicionales. Por ejemplo, las transformaciones de Lorenz, que reflejan las propiedades grupales de las ecuaciones de Maxwell en el vacío (o de la ecuación ondulatoria clásica, entre ellas y en la acústica), de ninguna manera están relacionadas con el postulado introducido en la TER sobre la constancia de la velocidad de la luz o con el principio de la relatividad.

La teoría de la relatividad es prácticamente la "teoría de la visibilidad": qué veremos en el experimento si lo basamos (con la generalización a las propiedades del espacio y del tiempo) en las leyes de las interacciones electromagnéticas (la absolutización de los fenómenos electromagnéticos). Análogamente se puede preguntar qué aspecto tendrán los fenómenos que se observan con ayuda del sonido y otros. Se sobreentiende que el carácter finito de la velocidad de transmisión de unas u otras interacciones cambia el aspecto de los fenómenos observados con ayuda de estas interacciones. Pero esto no impide realizar extrapolaciones únicas para el enlace con el

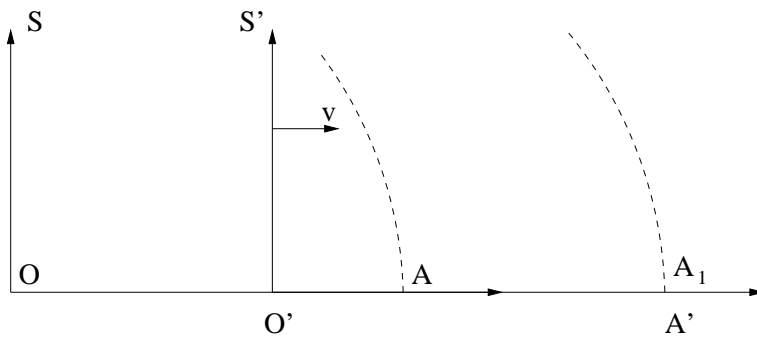


Figura 1.24: Paradoja de la no-localidad.

tiempo y con el espacio (conceptos físicos absolutamente clásicos) para una única descripción del mundo no delimitada por ninguna hipótesis global.

El espacio newtoniano posee una propiedad importante: los sistemas con menores dimensiones pueden poseer propiedades análogas. Por ejemplo, el vector puede ser introducido no sólo en el espacio, sino también en la recta y en el plano. En la TR las magnitudes espaciales no poseen propiedades vectoriales (sólo del vector 4-dimensional), es decir, no hay una transición continua extrema hacia las magnitudes clásicas (çasi vector"  $\rightarrow$  vector).

Como siguiente aclaración describiremos la paradoja de la "no-localidad". Notemos que todas las fórmulas de la TER son locales, esto es, no dependen de la prehistoria del movimiento. Supongamos que el sistema  $S'$  se mueve a una velocidad  $\mathbf{v}$  con relación al sistema  $S$ . En el centro  $O$  en el momento en que coincide con el centro  $O'$  tiene lugar un destello de luz. Sea que en el tiempo  $t$  en el sistema  $S$  el frente de onda alcanza al punto  $A$  y en el sistema  $S'$  respectivamente al punto  $A'$  (Fig. 1.24). Transmitamos al receptor de señales del sistema  $S$ , que está en el punto  $A_1 = A'$ , impulsivamente una velocidad  $\mathbf{v}$ . Resulta que el frente de onda se transmitió inmediatamente al punto  $A'$  (ya que ahora estamos en el sistema  $S'$ ). Así pues, ¿dónde está el frente de onda en un mismo momento? ¿Cambió el

tiempo en  $A_1 = A'$ ? ¿Y si al instante siguiente detenemos el receptor que está en  $A_1$ ? ¿El tiempo se recobrará y el frente de onda regresará nuevamente a  $A$ ? ¿Y el observador, olvidará que vió un destello de luz? ¿Entonces para ver el futuro hay que moverse más rápidamente? El que el observador que está en  $A_1$  no se haya movido siempre junto con el sistema  $S'$  no explica nada, ya que en  $A'$  puede encontrarse otro observador que siempre se haya movido junto con el sistema  $S'$ . ¿Resulta que uno de ellos verá el suceso y el otro no? Desaparece la objetividad de la ciencia.

Se puede agregar la siguiente observación auxiliar. ¿Se mueve el paquete ondulatorio (la luz) en el vacío con la velocidad de la luz? Si es así, entonces no podemos romperlo en impulsos separados con ayuda de un estroboscopio: a consecuencia de la contracción de la longitudes la longitud de cada uno de los impulsos y la longitud de cada intervalo entre ellos deberá ser nula (lo que contradice a la experiencia). Si consideramos finitas las dimensiones de los impulsos recibidos (señales) y de los intervalos en un sistema en reposo (laboratorio) entonces en el propio sistema de referencia del paquete de onda tanto los impulsos como los intervalos deberán ser infinitos (¿cómo cotejar entonces el impulso y el intervalo ahí donde él está ausente?). En esencia, esta pregunta es acerca de si son materiales la luz y el espacio entre los impulsos.

Hagamos ahora una observación con relación al cambio en la dirección del movimiento visible de las partículas o en la dirección visible de recepción de la señal ondulatoria (recordemos, por ejemplo, la aberración) al pasar al sistema de referencia en movimiento. En la TER este hecho clásico elemental se presenta como el giro de todo el frente de onda en un cierto ángulo. Aquí el frente de onda corresponde a los puntos de la esfera de luz para un instante de tiempo. Recordemos que en la TER el frente de onda en un mismo instante de tiempo es diferente para dos sistemas que se mueven uno respecto al otro (precisamente a consecuencia del cambio del transcurso del tiempo). Sin embargo, la prehistoria del movimiento del aparato registrador no entra en ninguna de las fórmulas de la TER. El fotón que viaja en el espacio entre la fuente y el receptor no está de

ninguna manera relacionado causalmente con el movimiento del receptor o con la fuente en este instante de tiempo. La interacción del aparato registrador con el fotón tiene lugar sólo directamente en el momento en que se registra la señal. No hay ninguna diferencia si el receptor tuvo todo el tiempo una cierta velocidad  $\mathbf{v}$  resultó estar en el punto dado del espacio en el momento en que se registró la señal o él estuvo "parado" en el punto dado del espacio y un instante antes de obtener la señal alcanzó esa misma velocidad  $\mathbf{v}$  (el resultado de la interacción con el fotón es el mismo en ambos casos). De este modo, para el **hecho** mismo de recepción de la señal tiene sentido sólo el que haya llegado o no el fotón al punto dado del espacio. Es obvio también que la velocidad en el lugar dado del espacio no cambiará el **hecho** mismo de llegada de la señal (sino sólo su frecuencia, de acuerdo con el efecto Doppler). Si dependiera el hecho mismo de la obtención de la señal entonces ¿qué significaría la sustitución de las magnitudes en la fórmula de Doppler en uno de los sistemas? Por consiguiente, no puede existir ningún giro real de todo el frente de onda (que exprese el hecho de llegada de la señal). Este es un método local (en el punto dado) matemático (diferencial) de descripción de la dirección en que se obtiene la señal. Es fácil entender esto si se toma la analogía con los fenómenos naturales conocidos por todos: con la lluvia o con la nieve (Fig. 1.25). Si en un día sin viento observamos estrictamente hacia arriba un cúmulo de nubes, del cual empieza a caer lluvia, entonces veremos caer las gotas exactamente desde arriba (la dirección de llegada de la "señal"). Y si corremos (aquí es mejor recordar un viaje en automóvil en un día de nevada), entonces la dirección en que nos cae la gota (dirección de llegada de la "señal") estará bastante adelante de nosotros y puede no coincidir con la dirección real hacia el cúmulo. No obstante, el frente horizontal de la lluvia o bien alcanzó la Tierra (el hecho de obtención de la "señal") o no la alcanzó, y este hecho no depende de nuestro movimiento en el punto dado de la superficie de la Tierra (ver la Fig. 1.25).

Veamos ahora algunas construcciones especulativas de la TER. Así pues, irreal es en la TER el análisis de sistemas infini-

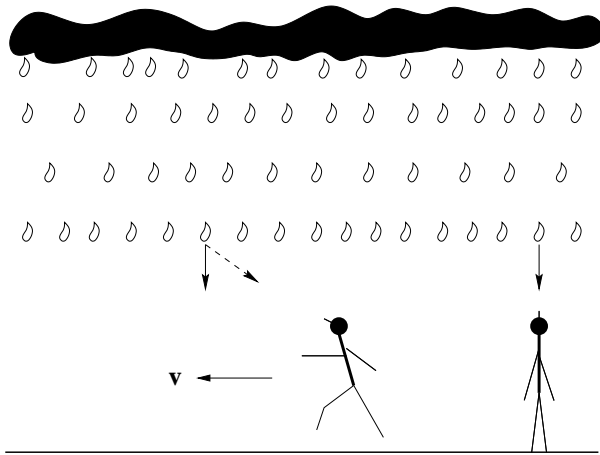


Figura 1.25: El cambio en la dirección del movimiento percibido.

tos, por ejemplo, el de un conductor con corriente durante la "clarificación" sobre la aparición de una carga volumétrica adicional (el juego a lo infinito). En realidad el conductor puede sólo ser cerrado (finito). En este caso la explicación no sólo es metódicamente complicada, sino además contradictoria. Analicemos un marco con corriente, por ejemplo uno superconductor. El valor de la carga de cada electrón y de cada ión es invariante, la cantidad total de partículas también es invariable. ¿Cómo es posible, entonces, que cambie la densidad de la carga? Veamos el movimiento de los electrones desde el punto de vista del sistema de una red iónica" (Fig. 1.26). De acuerdo con la TER el "marco electrónico" deberá disminuir sus dimensiones (la contracción de las longitudes a causa del movimiento de los electrones en cada segmento rectilíneo). Paracería que a causa de la simetría del problema el "marco electrónico" debería caer dentro de la red iónica". Entonces tendríamos cerca del conductor un extraño campo asimétrico (de tipo dipolar). Además, a una gran velocidad de los electrones, ellos podrían resultar estar, con relación al observador, del otro lado de

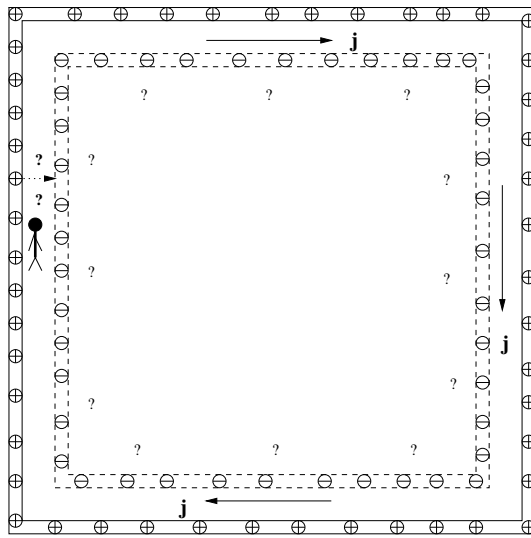


Figura 1.26: La paradoja del marco con corriente.

los iones. Es absolutamente incomprensible cómo es que pudo haber ocurrido tal transición a través del observador (¡de modo perpendicular al movimiento de las partículas!). ¿Y a cuenta de qué fuerzas se habrían conservado juntos en la corriente los electrones cargados (y también los iones) y no se habrían alejado hacia diferentes lados? Incluso si para uno de los lados del cuadrado utilizásemos la indeterminación ajustadora de la TER (¿hacia qué lado ocurre la contracción?), entonces todas las preguntas quedan para los otros lados del cuadrado.

El sistema del reloj y de las reglas de la TER es especulativa en la teoría e incómoda en la práctica ya que presupone que todos los testimonios se recolectan y se analizan (¡se interpretan!) algún momento después. La univocidad de la interrelación de las coordenadas clásicas newtonianas y de las relativistas de Lorentz no significa la no contradicción automática de estas últimas (en este sentido físico consiste la diferencia entre la física y las matemáticas). Por ejemplo,

en vez de la velocidad de la luz se podría haber utilizado en todas las fórmulas de la TER la velocidad del sonido en el aire y considerar los movimientos sobre la Tierra en el aire en reposo a velocidades infrasónicas. Sin embargo, la contradicción de tales transformaciones (para el movimiento) sería inmediatamente observada en la práctica. Esto demuestra el peligro de las analogías matemático-formales para la física.

El carácter erróneo de la idea relativista sobre la desaceleración del tiempo es evidente puesto que en la fórmula entra solo el cuadrado de la velocidad relativa (el efecto no depende de la dirección de la velocidad). Tomemos cuatro objetos iguales. Sea que el segundo objeto se mueve con respecto al primero a una cierta velocidad  $\mathbf{V}_1$ , entonces su tiempo está desacelerado con respecto al tiempo del primer objeto. ¿Dicen que esto es un efecto objetivo (recordemos el significado de la palabra "objetivo": efecto que no depende de la presencia ni propiedades del observador que no interacciona con el objeto estudiado)? Sea que el tercer objeto se mueve con relación al segundo con una velocidad y dirección arbitrarias  $\mathbf{V}_2$ , entonces, de forma análoga, su tiempo estará desacelerado con respecto al tiempo del segundo objeto. ¿Nuevamente es este un efecto objetivo? Tomemos el cuarto objeto y coloquémoslo inmóvil junto al primero. No vamos incluso a discutir con qué velocidad se mueve el cuarto objeto respecto al tercero, lo único importante es que, en general, esta velocidad es diferente de cero. Y esto significa que otra vez tenemos una desaceleración "objetiva relativista" del tiempo para el cuarto objeto con relación al tiempo del tercero. De esta manera,  $dt_1 > dt_2 > dt_3 > dt_4$ . ¡Pero  $dt_1 = dt_4$ , ya que el cuarto y el primer cuerpos están en mutuo reposo! Semejante absurdo resultó por culpa de la fe fanática en la exclusividad e infalibilidad del método de sincronización POR PAREJAS de Einstein. La objetividad se escapa de las manos y nos queda o el efecto relativista de parecido, o puras combinaciones de cálculo ("husos horarios flotantes"). ¿Dónde está la grandeza proclamada?

Haremos ahora algunas aclaraciones de carácter general. Toda la cinemática de la TER se sigue del carácter invariante del intervalo



$dr^2 - c^2 dt^2 = inv$ . Sin embargo, vemos que esta expresión está escrita para el espacio vacío. En el medio la velocidad de la luz no es constante, puede ser isotrópica y, además, no para cualquier frecuencia de la luz esta puede difundirse en un medio concreto dado (recordemos la amortiguación, la absorción, la reflexión, la dispersión). En ningún área de la física las propiedades de los fenómenos en el vacío se trasladan automáticamente a los fenómenos en otros medios (por ejemplo, en los líquidos, las propiedades hidrodinámicas y otras; en los cuerpos sólidos, las propiedades de elasticidad, eléctricas y otras), es decir, ellas no se determinan mediante las propiedades del espacio vacío. Y sólo la TER pretende semejante "clonación" general de las propiedades.

Hablando en general, En la TER las propiedades de la luz, interiormente contradictorias y mutuamente excluyentes simplemente se postulan. Por eso la afirmación de Fok [37], acerca de que la luz es un fenómeno más simple que una regla, resulta ilícita. No hay que exaltar el papel de las señales de luz ni considerar verdadero todo aquello que se nos "aparece" ayuda de la luz; en caso contrario tendríamos que considerar quebrada la cuchara dentro de un vaso con agua (el hecho de que esto nos es así se establece fácilmente de manera geométrica en el espacio con ayuda de mediciones directas de las coordenadas de todos los "puntos de salida" de la cuchara hacia las fronteras del líquido). El tiempo clásico (o el tiempo determinado por una fuente infinitamente alejada en el medio de la perpendicular a la línea de movimiento) posee un privilegio importante: nosotros sabemos de antemano que él es igual en todos lados y no es necesario realizar ningún cálculo o razonamiento que tenga que ver con la prehistoria del proceso o con las propiedades del espacio. Prácticamente, la TER utiliza la velocidad de la luz como uno de sus patrones. Recordemos que existen dos patrones en la cinemática clásica: la longitud y el tiempo ("formulemos" las evidentes "leyes de la constancia de los patrones": la longitud del patrón de 1 m. es constante e igual un metro, la longitud del patrón de 1 s. es constante e igual a un segundo y, ni se diga, la "Gran Ley de Constancia del patrón relativista." todos la han zumbado a

los oídos). Puesto que la introducción de un patrón es una definición, entonces sus propiedades no están sujetas a discusión [19]. Como resultado, todo lo relacionado con la difusión de la luz, en la TER deja de ser una prerrogativa del experimento. Y puesto que todas las aplicaciones de la TER están escritas sólo para los sucesos que son destellos de luz, entonces la TER resulta ser lógicamente inconsecuente. Sin hablar ya de que el uso de las propiedades de la luz en el vacío se han difundido sin razón a todos los otros fenómenos ("no-vacío").

En el libro de Feynman [35] se habla con sarcasmo sobre los filósofos y sobre la dependencia de los resultados respecto del sistema de referencia pero no se subraya que, a pesar de cualquier "apariencia", los objetos tienen características objetivas reales. Por ejemplo, una persona desde una gran distancia podría parecer del tamaño de una hormiga pero esto no significa que se haya realmente encogido (es de acuerdo general graduar los instrumentos precisamente con relación a características objetivas). El razonamiento sobre la relatividad de todas las magnitudes parece verosímil pero (!) en cuanto el tiempo en la TER se vuelve relativo y la velocidad de interacción, finita, el mismo concepto de magnitud relativa para los objetos espacialmente distanciados se vuelve indeterminado (depende del camino de unión, no está ligado causalmente, depende del sistema de observación, etc.). la determinación de todas las magnitudes respecto a las "estrellas alejadas" no tiene sentido ya que vemos "una realidad que nunca ha existido". Por ejemplo, Alfa-Centauri estuvo en ese lugar y con esas propiedades 4 años atrás, otras estrellas fueron tales decenas y cientos de años atrás, y las galaxias lejanas lo fueron miles de millones de años atrás, es decir, la señal fue enviada por la fuente cuando el observador (la Tierra) aún no existía y registrada cuando, posiblemente, esta misma fuente ya no existe. ¿Y relativamente a qué determinamos, entonces, las magnitudes? Está claro que las magnitudes relativas pueden determinarse sólo con relación a las características locales del espacio (el único enlace causal instantáneo).

Hay una observación importante respecto al concepto de rela-

tividad, la cual incluso pasó a formar parte del nombre de la TER. Contrariamente a las ideas de Galileo sobre el aislamiento del sistema, en la TER se realiza el intercambio de impulsos luminosos entre sistemas. El concepto de relatividad en la TER ha sido llevado hasta el absurdo y ha perdido su sentido físico: prácticamente se separa un sistema con algunos objetos (dos, como regla) y el resto del Universo real se aleja. Si en la TER es posible postular semejante abstracción, entonces con mayor razón, se puede simplemente postular la independencia de los procesos, dentro de un sistema seleccionado, respecto a la velocidad de movimiento del sistema en relación con el "vacío" restante de todo el Universo. Pero, incluso a pesar de tal abstracción, no aparecerán valores reales relativos para los cuerpos ( $\mathbf{r}_{ij}, \mathbf{v}_{ij}$ , etc.). Efectivamente, la reacción de respuesta del cuerpo  $i$  ante el intento de cambiar su estado se determina por las características locales: el estado del cuerpo  $i$  y de los campos en el punto dado del espacio. Pero los cambios ocurridos en el cuerpo  $i$  afectarán a los otros cuerpos  $j$  sólo después de un intervalo de tiempo  $\Delta t_j$ . De este modo, todos los cambios de los valores deberán determinarse respecto al sitio local (o respecto a las características locales). Y precisamente esta es la manifestación del espacio absoluto de Newton. Lo que respecta a si existen en este espacio absoluto una dirección y un origen de referencia destacados (en movimiento o en reposo) es una cuestión completamente diferente. En las teorías abstractas (modelos), ella puede ser postulada, por ejemplo, a partir de la consideración sobre la comodidad de la teoría y para nuestro único Universo real debe ser resuelta experimentalmente. El concepto del tiempo absoluto en la física clásica newtoniana también era extremadamente estricto. El tiempo debía ser uniforme e independiente de cualquier fenómeno observado en el sistema. Precisamente tal propiedad posee el tiempo sincronizado mediante una fuente periódica infinitamente alejada en la perpendicular media. (En la TER, al contrario, el tiempo no es una magnitud independiente: él está ligado al estado de movimiento del sistema  $\mathbf{v}$  y con las coordenadas, por ejemplo, mediante la relación  $c^2 t^2 - r^2 = \text{const.}$ ) Para el transcurrir uniforme del tiempo el origen de referencia del tiempo es

arbitrario. Para la descripción única de los fenómenos y para la confrontación de los resultados las escalas (de las unidades de medición) para todos los sistemas deberán ser idénticas. La uniformidad en el transcurso del tiempo provee automáticamente la mayor sencillez en la descripción de los fenómenos y para el concepto fundamental del tiempo permite introducir su definición estandar.

Hagamos algunas observaciones metódicas más. Hablando en general, en la TER el método de comparación de los fenómenos en dos diferentes sistemas inerciales presupone que ambos sistemas hubieron existido infinitamente. Sin embargo, los sistemas inerciales siempre están <sup>a</sup> ligados a cuerpos concretos y han existido sólo un tiempo finito. Entonces en cada caso concreto exige ser examinada la pregunta: ¿se borra o aun no la prehistoria de la formación de estos sistemas (su efecto)?

Son completamente inadecuadas para la realidad las analogías euclidianas con respecto a las proyecciones en el libro [33]. La proyección sólo es un método abstracto de descripción, el objeto mismo no cambia al girar. En la TER es al contrario, al cambiar el movimiento del observador (!) cambian momentáneamente las características del objeto (incluso de uno alejado).

El paso límite de las transformaciones de Lorentz a las de Galileo (para el tiempo  $t = t' + vx'/c^2$ ) muestra que la mecánica newtoniana no es sólo el límite para las velocidades pequeñas  $\beta = v/c \ll 1$  sino que se exige otra condición:  $c \rightarrow \infty$ . Pero entonces para muchos valores en la TER no existe ese paso límite a los valores clásicos (ver más adelante y también [50]). Así pues, en la física clásica  $c \neq \infty$ : ¡su valor final fué determinado ya en el siglo XVII!

La propiedad de la homogeneidad máxima del espacio-tiempo puede ser un atributo o bien para el espacio matemático ideal y para el tiempo de Newton (que prácticamente es un <sup>a</sup> "ajuste de allá arriba") o bien es un espacio modelo (por ejemplo, con puntos materiales que no interactúan a distancia). Dentro de la teoría de la relatividad, el intento de apoyarse en la propiedad mencionada como en una propiedad fundamental del espacio real y del tiempo es artificial. En primer lugar, incluso a escalas terrestres no podemos cambiar

arbitrariamente los puntos del espacio, los instantes de tiempo, las direcciones de los ejes y las velocidades de los sistemas inerciales: recordemos los límites del espacio terrestre, el giro de la Tierra, el campo gravitacional, la influencia de la Luna, los campos eléctrico, magnético, térmico y otros. Y estas son limitaciones reales prácticamente alcanzadas y no limitaciones fundamentales para algún caso a velocidades relativistas y a las enormes escalas del Universo. A propósito, a las escalas del Universo, esta propiedad tampoco se comprueba con los objetos reales y los campos gravitacionales (el modelo de un "gel" homogéneo no describe al Universo real). En segundo lugar, además del aspecto de las ecuaciones, la solución se determina matemáticamente por las condiciones iniciales y de frontera. Esto prácticamente también obstaculiza, a escalas finitas reales, cualquier desplazamiento y cambio (o bien es necesario adicionalmente cambiar las condiciones asignadas). ¿Cómo es que con las pretensiones la TR se ajusta a las propiedades y fórmulas no lineales? Incluso el concepto mismo de relatividad no permite la generalización (más bien la reducción) para el espacio real con la gravedad (esto lo subrayó Fok [37]: el término teoría general de la relatividad no es adecuado).

El principio de la relatividad (en cualquier forma) presupone que "sin espiar" más allá de los límites del sistema no se puede observar su movimiento uniforme. Anteriormente el papel del medio todopetrante para la posible observación de tal movimiento lo jugaba el éter. Aclaremos que nos estamos refiriendo no a la observación del movimiento absoluto, sino sólo al movimiento relativo del éter, es decir, "si espiar" hacia afuera se podía comparar estos movimientos (aquí se tiene en mente solo la posibilidad de cálculo, ya que no se puede fijar un sistema de puntos de referencia y estándares al éter). Pero aun con la "abolición" del éter, según las concepciones actuales, como candidato con propiedades análogas queda el campo gravitacional (que en principio no se puede blindar). Por ejemplo, basándose en la tesis sobre la igual velocidad de transmisión de la luz y de las interacciones gravitacionales, de la anisotropía de la radiación de fondo se puede seguir la anisotropía del campo grav-

itacional (todopenetrante). De este modo, la desigualdad de los sistemas inerciales a macroescalas puede ser, en principio, observada sin "espíar" hacia afuera incluso en un punto local. Teóricamente esto se puede evadir mediante la hipótesis de que la velocidad de las interacciones gravitacionales es mucho mayor que que la velocidad de la luz; entonces la isotropía podría establecerse, y en la práctica esto compete al experimento.

## 1.8. Conclusiones para el Capítulo 1

El Capítulo 1 fue consagrado a las cuestiones físicas generales y a la crítica sistemática de la cinemática relativista. Aquí se analizó todo un conjunto de contradicciones lógicas y metodológicas de la TER. Si esta teoría contuviera sólo inexactitudes metodológicas, entonces se podría corregir, introducir aclaraciones adicionales, especificaciones, adiciones, etc. No obstante, la presencia de contradicciones lógicas conduce a un rotundo cero cualquier teoría y la TER aquí no puede ser una excepción (aunque en la práctica se observa una relación muy poco exigente hacia la TER en comparación con cualquier otra teoría).

Resumiremos de manera breve todo lo anteriormente escrito. En este capítulo fueron analizados detalladamente los conceptos básicos tales como el "espacio", el "tiempo", la relatividad de la simultaneidad". La inconsistencia lógica del concepto fundamental del tiempo en la TER se mostró en base a las siguientes contradicciones: la paradoja modificada de los gemelos, la de los  $n$  gemelos, la paradoja de los antípodas, la paradoja del tiempo y otras. Después se demostró la posibilidad de introducción de un tiempo absoluto único, independientemente de la velocidad de movimiento de los sistemas, con ayuda de una fuente periódica infinitamente alejada, situada perpendicularmente al plano (línea) del movimiento.

Posteriormente, en diversos ejemplos, se mostró la contradicción del concepto relativista de la longitud (el movimiento de la cruz, el giro de un círculo, la contracción de las distancias, el marco con corriente, etc.). Se analizaron detalladamente las contradicciones de

la TER para los problemas del deslizamiento de una varilla sobre un plano, el giro de una varilla que vuela, la paradoja de la no-localidad, el paso límite hacia la física clásica, etc.

En el Capítulo 1 se discutió el verdadero sentido de las transformaciones de Lorentz y la invariabilidad del intervalo, se analizó minuciosamente la contradicción en la relatividad de la simultaneidad para el caso de los campos, la cual se basa en el carácter finito de la velocidad de transmisión de las interacciones. Minuciosamente también se discutieron las transformaciones de Lorentz y la ley relativista para la suma de las velocidades. Además, en el Capítulo 1 se analiza de una manera minuciosamente crítica la hiperbolización del concepto mismo de magnitud relativa y las propiedades de la homogeneidad del espacio-tiempo.

La conclusión general del Capítulo 1 consiste en la necesidad de regresar a los conceptos clásicos fundamentales de espacio y tiempo, a la ley lineal de la suma de velocidades y al concepto clásico de todas las magnitudes derivadas. Las cuestiones sobre la fundamentación experimental de la cinemática de la TER y las cuestiones de la dinámica relativista serán analizadas detalladamente en los capítulos 3 y 4 respectivamente. En el siguiente capítulo se tocarán las preguntas de la cinemática de los sistemas no inerciales.

## Capítulo 2

# Las bases de la teoría general de la relatividad

### 2.1. Introducción

En el capítulo anterior se demostró la contradicción lógica de la cinemática de la teoría especial de la relatividad (TER). Esto nos obliga a regresar a los conceptos clásicos del espacio y del tiempo. Puesto que los relativistas manifiestan que la TER es un caso límite de la teoría general de la relatividad (TGR) cuando no existe gravedad, entonces surgen inmediatamente dudas también respecto a la veracidad de la cinemática de la TGR. A diferencia de la TER, la TGR contiene ideas bastante interesantes, por ejemplo, el principio de equivalencia de las expresiones mediante la idea de la "geometrización". (Notemos que la falsedad de la geometrización de los campos electromagnéticos es inmediatamente obvia: la práctica muestra que las partículas neutras no sienten la curvatura electromagnética del espacio".) Si la base de la TGR fuese verdadera, entonces la TGR podría pretender al estatus de hipótesis científica sobre las correcciones para la ley estática de la gravitación de Newton. Sin embargo, esto no es así y la teoría de la gravedad deberá construirse sobre otra base. Haciendo honor a la verdad, es necesario aclarar que la TGR, a diferencia de la TER, nunca fue una teoría



sin alternativas generalmente aceptada. El flujo de críticas justas hacia esta teoría no cesó desde el inicio mismo de su aparición. Existen algunas teorías alternativas que se han promovido bien (por ejemplo, [11,18]). Aunque no analizaremos otras teorías excepto la TGR, es necesario notar que las teorías que "juegan" al cambio de las propiedades del espacio y del tiempo y que tienen como su caso límite a la cinemática relativista de la TER ya son, de entrada, dudosas.

El principal objetivo de este segundo capítulo es la crítica de los conceptos fundamentales de la TGR. Aquí se demostrará la contradicción lógica de los conceptos de espacio y de tiempo de la TGR. En el Capítulo 2 se muestra paso por paso los errores verosíblemente ocultos y los momentos discutibles de los libros de texto [3,17,39]. Además de las interpretaciones generalmente aceptadas de la TGR, nosotros analizaremos también algunas "alternativas relativistas" para cubrir las posibles intentos de salvar a esta teoría. Se discuten las cuestiones sobre la sincronización del tiempo y el principio de Mach, se presta atención a las consecuencias cuestionables de la TGR.

## **2.2. Crítica a los fundamentos de la teoría general de la relatividad**

Muchas de las dificultades de la TGR son bien conocidas:

1) se viola el principio de correspondencia (sin la introducción de condiciones externas artificiales no existe el paso límite hacia el caso sin gravitación);

2) faltan las leyes de conservación;

3) la relatividad de las aceleraciones contradice los hechos experimentales (los líquidos que giran en el cosmos tienen forma de elipsoides, mientras que los no giratorios tienen forma de bola);

4) existen soluciones singulares.

(Comúnmente, en tales casos cualquier teoría se considera inaplicable, pero la teoría de la relatividad, para conservar su carácter

general”, se pone a construir imágenes fantásticas: agujeros negros, La gran explosión, etc.)

### Observaciones generales

Analicemos las pretensiones generales hacia la TGR. Iniciemos con el mito ”sobre la necesidad de la covariación”. La solución unívoca de cualquier ecuación diferencial se determina, además de su forma, por las condiciones iniciales y/o de frontera. Si ellas no han sido dadas, entonces, en el caso general, la covariación o bien no termina nada o bien, al cambiar el carácter de la solución, puede llevar a un disparate físico. Si se dan pues las condiciones iniciales y/o de frontera, entonces, al sustituir las soluciones, obtenemos identidades que se quedarán como tales para cualquier transformación correcta. Además, para cualquier solución se puede inventar una ecuación invariante con relación a una cierta transformación dada si se cambian de una forma determinada las condiciones iniciales y/o de frontera.

Frecuentemente en la TGR se utilizan analogías con los subespacios, por ejemplo, se utiliza una hoja plana enrollada. Empero, el subespacio no se puede considerar separadamente del espacio en general. Por ejemplo, al enrollar una hoja para formar un cilindro, comúnmente se pasa por comodidad al sistema de coordenadas cilíndricas; pero esta transformación matemática no influye de ningún modo en el espacio real tridimensional y en la distancia más corta real.

La sencillez de los axiomas y su cantidad mínima aun no garantizan la certeza de sus soluciones: incluso demostrar la equivalencia de las soluciones de la TGR es una tarea difícil. La cantidad de premisas, por un lado, deberá ser suficiente para la obtención de una solución unívoca correcta y, por otro lado, deberá proveer amplias posibilidades de elección de métodos matemáticos de solución y comparación (las matemáticas tienen sus propias leyes). En la TGR, junto a la complicación artificial de los procedimientos matemáticos, se ha prácticamente introducido un número complementario de ”parámetros ocultos de ajuste” de los componentes del

tensor métrico. Puesto que en la TGR el campo real y la métrica se desconocen y exigen ser determinados, entonces el resultado simplemente se ajusta al valor necesario con la ayuda de un pequeño número de resultados experimentales reales (primero vimos la respuesta y después, con aspecto inteligente”, consideramos que todo deberá ser así en la teoría).

Si en la TER se hizo al menos el intento de comprobar experimentalmente el carácter constante de la velocidad de la luz y de demostrar teóricamente la igualdad de los intervalos, en la TGR ni siquiera se ha hecho tal intento. Puesto que en la TGR no tiene sentido en general  $\int_a^b dl$ , ya que el resultado puede depender del camino de integración, entonces pueden no tener sentido todas las magnitudes integrales y las aplicaciones que utilizan integrales.

Todo un conjunto de preguntas nos obliga a dudar de la veracidad de la TGR. Si la covariación general de las ecuaciones es necesaria y unívoca entonces ¿cuál puede ser el paso límite a las ecuaciones clásicas, las cuales no son covariantes en general? ¿Cuál es el sentido de las ondas gravitacionales si el concepto de energía y su densidad no están determinadas en la TGR? ¿Y qué es lo que expresa entonces (en ausencia del concepto de energía) la velocidad grupal de la luz y el carácter finito de la velocidad de transmisión de las señales?

El nivel de generalidad de las leyes de conservación no depende de su método de obtención (con ayuda de transformaciones a partir de leyes físicas o de las simetrías de la teoría). La obtención de magnitudes integrales y el uso de la integración sobre una superficie puede llevar a diferentes resultados en el caso del movimiento de la superficie (por ejemplo, el resultado puede depender del orden de las transiciones límite). La ausencia en la TGR de las leyes de conservación de la energía, del impulso, del momento angular y del centro de masas, que se han confirmado mediante múltiples experimentos y que han funcionado a lo largo de los siglos, nos obliga a dudar muy seriamente de la TGR (siguiendo el principio de continuidad y sucesión de la ciencia). La TGR por ahora no se ha recomendado así misma de ninguna manera, exceptuando sus pretensiones global-

istas a la teoría fundamentalmente no comprobable de la evolución del Universo y algunos ajustes bastantes dudosos sobre una base experimental escuálida. Con mayor fuerza nos obliga a dudar de la TGR el siguiente hecho: Para un mismo sistema (y sólo de tipo "isla") a veces se puede introducir, utilizando el vector de Killing, una especie de concepto de energía. Aquí hay que utilizar sólo coordenadas lineales y no se pueden utilizar, por ejemplo, coordenadas polares. El aparato matemático auxiliar no puede influir en la esencia de una misma magnitud física. Y, finalmente, la no localizabilidad de la energía y la posibilidad de su no conservación "arbitraria" incluso a escala del Universo (lo cual es un "perpetuum mobile" declarado) nos obliga a rechazar completamente la TGR y, o bien a revisar la concepción "desde cero", o bien a utilizar otros planteamientos que se puedan desarrollar. Pasemos ahora de las observaciones generales a cuestiones más concretas.

### La geometría del espacio

La cuestión en la TGR sobre la posibilidad de cambiar la geometría del espacio es completamente incorrecta. El carácter finito de la velocidad de transmisión de las interacciones puede cambiar sólo las leyes físicas y no las matemáticas. Claro que no afirmaremos que no existe la recta, ya que para su trazado hasta el infinito se requiere, incluso a la velocidad de la luz, un tiempo infinito (de forma análoga para el plano y el espacio). El sentido matemático de las derivadas tampoco puede intercambiarse. Una de las demostraciones de la TGR "sobre el cambio ineludible de la geometría en un sistema no inercial" consiste en lo siguiente: en un sistema de referencia que gire la relación de la longitud de la circunferencia con respecto a su diámetro será, a causa de la contracción de las longitudes, menor que  $\pi$ . Notemos que nadie pudo dibujar una "nueva geometría" para este caso: no se puede representar lo que no existe. En realidad no cambiará no sólo la geometría real, sino tampoco lo hará la geometría observable: no se moverá o cambiará una línea matemática al movernos. Aunque en la teoría de la relatividad el

radio, que es perpendicular al movimiento de la circunferencia, no deberá cambiar, supongamos inicialmente que la circunferencia se moverá radialmente. Sea que tenemos tres circunferencias concéntricas de radios casi iguales (Fig. 2.1). Coloquemos observadores en ellas y numerémoslos en orden a partir del centro: 1, 2, 3. Supongamos que el segundo observador estará inmóvil y que el primero y el tercero giran alrededor del centro O en dirección y contra la dirección de las agujas del reloj a una velocidad angular igual. Entonces, a consecuencia de la diferencia de las velocidades relativas y de la contracción de las longitudes, los observadores intercambiarán lugares. Empero, cuando resulten estar en un mismo punto del espacio, ellos verán cuadros diferentes. Efectivamente, el primer observador verá la siguiente disposición a partir del centro: 3, 2, 1, mientras que el segundo observador verá un orden diferente: 1, 3, 2, y sólo el tercer observador verá el cuadro inicial: 1, 2, 3. Tenemos una contradicción. Supongamos ahora que cambió la geometría del plano en rotación. ¿Pero que es entonces preferible: arriba o abajo? El problema es simétrico ¿hacia donde se alargó, pues, el plano? Si hacemos la última suposición de que el radio se curvó (como cambia el movimiento aparente en un sistema no inercial), entonces el segundo observador lo verá no curvado, y el primero y el tercero considerarán que está "curvado" hacia diferentes lados. De este modo, tres observadores ven en un mismo punto para un mismo espacio panoramas diferentes. Por consiguiente, la curvatura no es objetiva (y no puede ser objeto de estudio científico).

La circunferencia en rotación demuestra la contradicción de las ideas de la TER y de la TGR. Efectivamente, de acuerdo a los libros de texto, el radio perpendicular al movimiento no cambia. Por lo tanto, las circunferencias permanecerán en sus lugares independientemente del movimiento. Coloquemos en una circunferencia en reposo a observadores equidistantes y emitamos un destello puntual desde el centro de la circunferencia para que los observadores marquen rayas sobre la circunferencia en movimiento en el momento en que les llegue la señal (Fig. 2.2). A consecuencia de la simetría del problema, las rayas también serán equidistantes. Durante los sucesivos

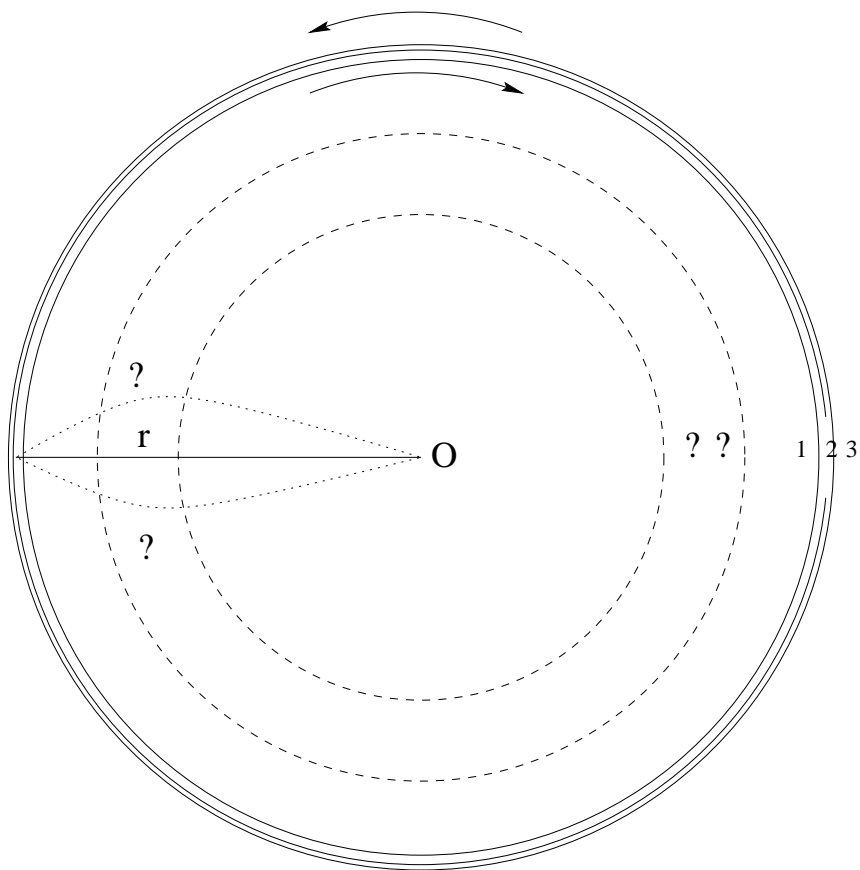


Figura 2.1: Geometría de la circunferencia giratoria.

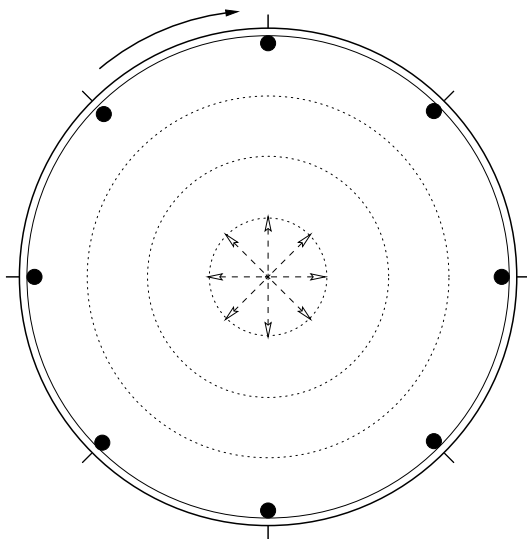


Figura 2.2: Observadores equidistantes sobre una circunferencia.

destellos periódicos cada observador reafirmará que en el momento del destello pasa delante de él la marca trazada (con la frecuencia correspondiente de los destellos), o sea que las longitudes de los segmentos de las dos circunferencias, la que está en movimiento y la que está en reposo, son iguales. Al detener la circunferencia las marcas permanecerán en su lugar. El número de marcas equidistantes (que es igual al número de observadores) no cambiará. Luego, en el caso inmóvil las longitudes de los segmentos también son iguales. De esta manera no hubo en absoluto ninguna contracción de las longitudes (ni un cambio en la geometría).

Veamos nuevamente la cuestión sobre la geometría del espacio pero desde otro punto de vista. Esta pregunta ha estado completamente enredada ya desde los tiempos de Gauss, el cual quiso determinar la geometría con ayuda de los rayos de luz. Las limitaciones de uno u otro experimento no pueden influir en los conceptos matemáticos ideales. Notemos que la luz en la TGR se mueve

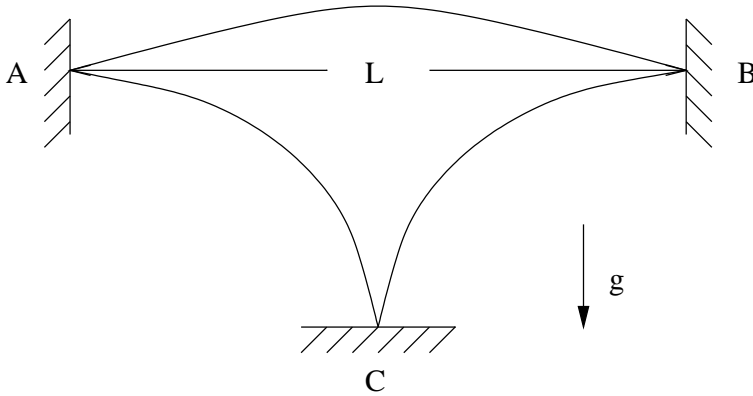


Figura 2.3: "La geometría del triángulo".

incluso no por la línea más corta: en la TGR en lugar del principio de Fermat  $\delta \int dl = 0$  tenemos [17]:  $\delta \int (1/\sqrt{g_{00}})dl = 0$ , donde  $g_{\alpha\beta}$  es un tensor métrico. ¿Que es entonces lo que destaca a la luz? En los libros de texto frecuentemente se "fundamenta" la necesidad del cambio de la geometría de esta manera: para que la luz dibuje un triángulo cerrado en el campo gravitacional, los espejos deberán estar girados un cierto ángulo; como resultado, la suma de los ángulos del triángulo será diferente de  $\pi$ . No obstante, para cualquier cuerpo puntual y tres espejos, en el campo de la gravedad (ver la Fig. 2.3) se puede escribir la suma de los "ángulos":

$$\sum \beta_i = \pi + 4 \arctan \left( \frac{gL}{2v_0^2} \right) - 2 \arctan \left( \frac{gL}{v_0^2} \right).$$

Resulta que la geometría de un mismo espacio depende de las condiciones del experimento: de  $L$  y  $v_0$ . Puesto que el ángulo  $\alpha$  entre los espejos  $A$  y  $B$  también se puede cambiar (en nuestro dibujo él es nulo  $\alpha = 0$ ), obtenemos la posibilidad de un cambio artificial de la geometría dentro de unos límites bastante amplios. Notemos que los parámetros variables (de  $L$  y  $\alpha$ ) permanecen también para la luz. En tales demostraciones "verosímiles" sobre la necesidad de cambiar



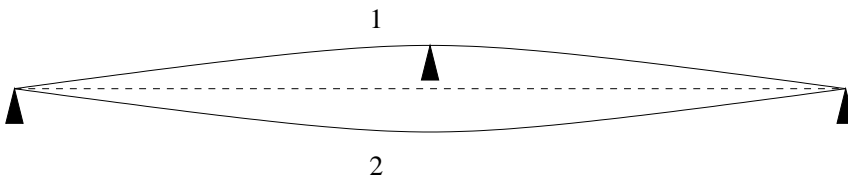


Figura 2.4: El trazado de una recta en el campo gravitacional.

la geometría no se acentúan ciertos momentos. En primer lugar, tanto en los experimentos con puntos materiales como con la luz la geometría se "dibuja" no inmediatamente, sino paulatinamente en el transcurso de un cierto tiempo. En segundo lugar, para los sistemas acelerados las partículas (y la luz) se mueven en el vacío de forma rectilínea según la ley de la inercia y, prácticamente, a este movimiento se agrega aditivamente el movimiento de los límites de dicho sistema acelerado. Todos los ángulos de incidencia (en el sistema de laboratorio) son iguales a los correspondientes ángulos de reflexión y la "geometría de los ángulos" no cambia en absoluto. Simplemente la figura resulta abierta a causa del movimiento de los límites. En tercer lugar, el papel de límites no se descubre en absoluto al determinar las relaciones entre las longitudes de los cuerpos reales. Por ejemplo, si todos los puntos de un cuerpo real están sometidos a la acción de una misma fuerza aceleradora, entonces la relación mutua de las longitudes y los ángulos ("la geometría") permanece igual. Si a la aceleración están sometidos solamente los límites, entonces todos los cambios reales en las dimensiones de los cuerpos ocurren sólo durante la interacción con los límites. En cualquier caso se pueden trazar líneas rectas euclidianas. Por ejemplo, tomemos dos varillas largas iguales para trazar una línea horizontal en un campo gravitacional (Fig. 2.4). Coloquemos el apoyo puntual de la primera varilla a la mitad de ésta. Como resultado de la flexión de la varilla se forma una línea convexa hacia arriba. Los dos apoyos puntuales para la segunda varilla los pondremos en los extremos caídos de la primera varilla. Como resultado de la flexión

de la segunda varilla se formará una línea convexa hacia abajo. La línea media entre estas dos varillas flexionadas determina la línea recta.

## El principio de equivalencia

Pasemos ahora al siguiente concepto importante de la TGR: la equivalencia del campo gravitacional de un cierto sistema no inercial. A diferencia de cualquier campo inercial el campo gravitacional posee una propiedad única: todos los objetos en movimiento se inclinan hacia un centro. Si se emiten dos rayos perpendicularmente entre dos espejos idelamente paralelos, entonces en un sistema inercial ellos se moverán paralelamente uno al otro infinitamente entre los espejos. Una situación análoga se tendrá bajo el efecto de la aceleración en un sistema no inercial si los espejos están orientados perpendicularmente respecto a la dirección de la aceleración. En el campo gravitacional será al contrario, con una orientación análoga de los espejos, los rayos empezarán a acercarse (Fig. 2.5). Y si se va a medir algún efecto durante el tiempo de observación entonces, a consecuencia del gran valor de la velocidad de la luz, precisamente la presencia del campo gravitacional (y no la no-inercialidad) será también identificada. Es evidente que no hay que considerar la curvatura de los espejos ya que, además de las fuerzas gravitacionales, existen otras fuerzas que pueden mantener la configuración mútua de los espejos. La diferencia entre la simetría esférica y la plana puede ser establecida también para campos gravitacionales débiles. La conclusión de la TGR acerca de la posible exclusión del campo gravitacional para un cierto sistema inercial durante todo el transcurso del tiempo de observación es, en el caso general, falsa.

El principio de equivalencia de la gravitación y de la aceleración puede tener relación sólo respecto a un punto del espacio, es decir, es irreal: esto, por ejemplo, ya condujo al calculo erróneo de la inclinación de un rayo de luz en el campo de la gravedad (sólo después Einstein corrigió el coeficiente y lo aumentó dos veces). El principio de equivalencia de las masas inerte y pesada puede ser estrictamente

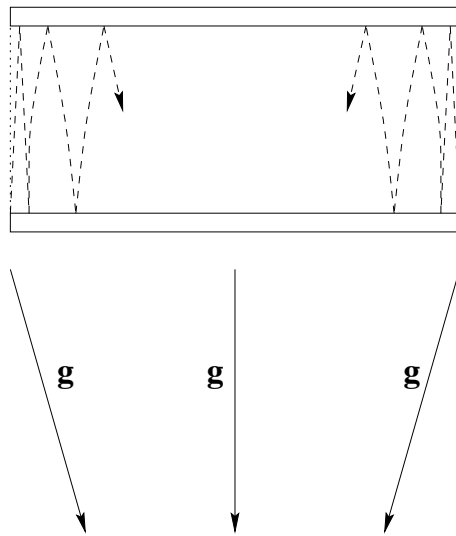


Figura 2.5: El acercamiento de los rayos paralelos en el campo gravitacional.

formulado en la TGR también sólo para un cuerpo separado (puesto que la TGR incluye el enlace mutuo entre el espacio-tiempo y todos los cuerpos, entonces él no es real en la TGR). Por eso físicamente la TGR no puede tener un paso límite a ninguna de las teorías no relativistas (sino sólo formalmente de modo matemático). Todas las transformaciones lineales de la TER y la TGR se refieren al espacio vacío ya que los cuerpos reales (incluso en calidad de puntos de referencia) introducen la no-linealidad en las propiedades del espacio. Por eso la diferencia de los fenómenos al pasar a otro sistema de coordenadas se deberá estudiar estrictamente en un mismo punto del espacio y del tiempo. ¿Pero cómo colcar en un mismo punto a dos diferentes observadores? Por lo tanto, todas las tareas de la TER y de la TGR pueden tener sólo un carácter de modelo aproximado (sin globalización).

No hay nada asombroso en el hecho de que una misma magnitud - la masa - pueda participar en diferentes fenómenos: como medida de la inercia en la interacción de cualesquiera fuerzas, incluyendo las gravitacionales, y como masa atractiva (por ejemplo, la carga en movimiento crea un campo eléctrico y uno magnético). La cuestión respecto a la igualdad exacta entre la masa inercial i la gravitacional es completamente inventada ya que esta igualdad depende de la elección del valor numérico de la constante gravitacional  $\gamma$ . Por ejemplo, en el caso de la proporcionalidad  $m_g = \alpha m_{in}$  todas las leyes serán las mismas pero con otra definición de la constante gravitacional  $\gamma' = \alpha^2 \gamma$ . No hay que buscar aquí ningún misticismo ni crear imágenes del espacio curvado. La sustitución de una misma magnitud tanto para la masa gravitacional como para la inercial se lleva a cabo no sólo en la TGR, sino también en la teoría de la gravitación de Newton. Simplemente esto es un hecho experimental (más bien, la elección más simple de la magnitud  $\gamma$ ).

Cuando hablan de que la forma de la ecuación depende de las propiedades del espacio-tiempo [37], en ello hay una cierta especulación. Se tiene la sensación de que nosotros, de alguna manera, podemos cambiar ese mismo espacio-tiempo para comprobar la dependencia dada. En realidad tenemos un Universo en número singu-

lar. El intento de la TGR de complicar cualquier fenómeno particular (local) agregándole la complejidad de todo el Universo no es positivo para la ciencia. Otra cosa es la elección de las coordenadas locales para la descripción matemática de un fenómeno local (en este caso las simetrías concretas del fenómeno simplifican la descripción), y nuevamente el globalismo no tiene nada que ver aquí.

El uso de sistemas no inerciales en la TGR es internamente contradictorio. En efecto, en un sistema en rotación los objetos bastante alejados se moverán a una velocidad mayor a la de la luz, pero la TER y la TGR afirman que las velocidades visibles deberán ser menores que  $c$ . Sin embargo, es un hecho experimental: la fotografía del cielo desde la Tierra en rotación muestra que se observa un giro visible de cuerpo sólido (clásico). El uso de un sistema que gira (por ejemplo, la Tierra) no contradice a la física clásica para cualquier distancia del objeto desde el centro, mientras que en la TGR el valor de la componente  $g_{00}$  se vuelve negativo, lo cual no está permitido en dicha teoría. ¿Que hacer entonces con las observaciones astronómicas?

## El tiempo en la TGR

El concepto de tiempo en la TGR también ha sido enredado a más no poder. ¿Qué es eso de la sincronización de los relojes si ella es posible sólo a lo largo de líneas abiertas? El cambio del momento del inicio del conteo del tiempo al recorrer un camino cerrado es una contradicción obvia de la TGR, ya que a una gran velocidad de sincronización se pueden hacer muchos recorridos semejantes y obtener un envejecimiento o rejuvenecimiento arbitrarios. Por ejemplo, imaginándonos que el vacío gira (si nosotros mismos nos movemos en círculo) podemos obtener diferentes resultados dependiendo de nuestra concepción mental.

Si por un instante creemos en la dependencia del tiempo de la TGR respecto al potencial gravitacional y en la equivalencia de la gravitación y de la no-inercialidad (aceleración), es fácil entender que el tiempo dependería entonces de la aceleración relativa (la inter-

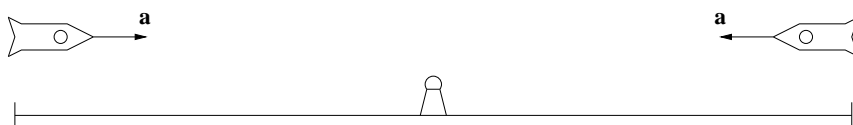


Figura 2.6: El vuelo con aceleración de los gemelos.

pretación ampliada). Efectivamente, a diferentes potenciales gravitacionales les deberían corresponder distintos movimientos acelerados y viceversa. Pero la aceleración relativa posee un carácter vectorial (y no es posible "ocultarlo"), es decir, la interpretación ampliada de la TGR es la única posible. Utilizando la paradoja modificada de los gemelos [51] es fácil demostrar la independencia del tiempo respecto a la aceleración, en la interpretación ampliada de la TGR. Sea que dos astronautas gemelos se encuentran a una gran distancia uno del otro. A la señal de un faro, que se encuentra a medio camino entre ellos, estos astronautas arrancan hacia el faro con iguales aceleraciones (Fig. 2.6). Puesto que en la TGR el tiempo depende de la aceleración y la aceleración porta un carácter relativo, cada uno de los astronautas considerará que su hermano gemelo será más joven. Al encontrarse junto al faro ellos podrán intercambiar fotografías. No obstante, a consecuencia de la simetría del problema, el resultado es evidente: el tiempo transcurre en el sistema acelerado de la misma manera en que lo hace en un sistema no acelerado. Además, cada uno de los astronautas le puede enviar al otro una señal cada día de su cumpleaños (se puede incluso colocar a un tercer hermano en el faro). Antes de encontrarse en el faro a ambos los cruzará la misma cantidad de esferas de luz (las esferas no tienen donde esconderse). ¿Acaso puede uno de los astronautas, al recibir un minuto antes del encuentro en el faro un "telegrama" sobre el cumpleaños número 50 de su otro hermano, felicitarlo por su cumpleaños número 5? (¿quizá debería chequearse con el oftalmólogo?) Si consideramos al campo gravitacional equivalente a la aceleración (según la TGR), tenemos que los intervalos de tiempo no dependen de la existencia del campo gravitacional. Por ejemplo, la interpretación ampliada

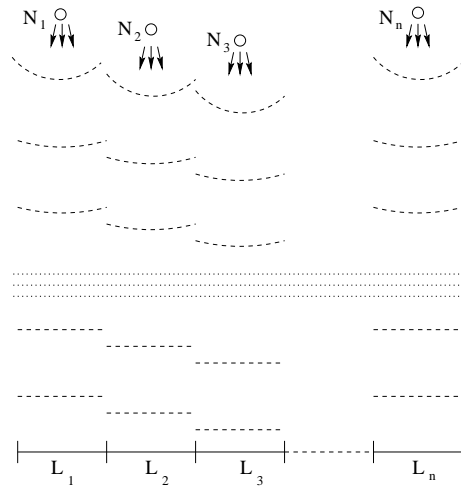


Figura 2.7: La sincronización del tiempo en la línea de movimiento.

sobre la dependencia de los intervalos respecto de la gravedad se refuta fácilmente de la siguiente manera. Tomemos algunas personas en diferentes partes de la esfera terrestre. Si utilizamos la equivalencia del campo gravitacional y la aceleración entonces, para la imitación de la atracción de la Tierra, ellas deberían acelerarse a partir del centro de la Tierra, es decir, en diferentes direcciones (los vectores de la aceleración se diferenciarán en su dirección). Por consiguiente, todas las aceleraciones relativas serán diferentes. Obviamente, a consecuencia de la simetría del problema, la edad de las personas seleccionadas no dependerá de su ubicación.

Hagamos algunas aclaraciones respecto al método de sincronización del tiempo con ayuda de una fuente periódica alejada, ubicada perpendicularmente respecto al movimiento del cuerpo[48]. Empecemos por los sistemas inerciales. La posibilidad de sincronización del tiempo en sectores delimitados del camino da la posibilidad de sincronizar el tiempo en toda la línea de movimiento (Fig. 2.7). Efectivamente, si para cada segmento tenemos una fuente periódica  $N_j$  arbitrariamente alejada que envía la información: su

número de órden  $N_j$ , la cantidad de segundos  $n_j$  (el inicio del conteo del tiempo no está de acuerdo con las otras fuentes), entonces los observadores en las intersecciones de los segmentos pueden comparar el inicio del conteo del tiempo de la fuente de la derecha y de la fuente de la izquierda. Transmitiendo sucesivamente esta información desde el primer observador hasta el último se puede establecer un único inicio para el conteo del tiempo (el tiempo mismo, como se mostró en el Capítulo 1 tiene un carácter absoluto [48]).

Obviamente, la velocidad observada de transmisión de las señales de sincronización no se verá reflejada en la definición de la duración del tiempo: los impulso (por ejemplo las esferas de luz o las partículas), que registran el número de segundos transcurridos, llenarán de manera equidistante todo el espacio y cuantos emita la fuente tantos alcanzarán al observador final. (Nosotros no somos dioses para introducir un "inicio del tiempo": el tiempo ya transcurre en su propio órden y lo hace de manera uniforme.) Incluso si consideramos la velocidad visible de transmisión de las señales  $c = c(\mathbf{r})$  entonces, independientemente del camino de la luz, al observador final (que tiene una componente nula de la velocidad en la dirección de la fuente) lo alcanzara el mismo número de esferas que emita la fuente (simplemente las esferas pueden concentrarse o enrarecerse espacialmente en algún lugar). El tiempo, como intervalo, se percibirá de igual manera. De este modo, la sincronización total es posible cuando existen heterogeneidades espaciales (del campo gravitacional).

Recordemos ahora dos famosos experimentos, utilizados con urgencia por los relativistas a favor de la TGR. En el experimento de Hafel-Kitting dos pares de relojes de cesio viajaban en aviones hacia el oriente y hacia el occidente y sus lecturas se comparaban con las de un reloj en reposo (aquí se consideró el "incremento de velocidad" de la TER mientras que en el Capítulo 1 del presente libro se demostró su ausencia). En el experimento de Pound y Rebky, con ayuda del efecto de Mössbauer, se determinó el desfaseamiento de las frecuencias del fotón al recorrer éste un cierto camino en dirección vertical tanto hacia arriba como hacia abajo. En la física no se acostumbra a considerar dos veces un mismo efecto. Está claro que la



aceleración y la gravitación expresan una cierta fuerza que influye en diferentes procesos. Pero esto será el resultado general de la acción precisamente de las fuerzas. Por ejemplo, una persona no soporta cualquier sobrecarga, un reloj de péndulo no puede trabajar en la ingravidez, pero esto no significa que el tiempo se detuvo. Por eso el burdo experimento de Hafele-Keating constata el hecho trivial de que la gravedad y la aceleración influyen, de alguna manera, sobre los procesos de los relojes atómicos de cesio y la elevada exactitud relativa de estos relojes para un lugar fijo no tiene nada que ver. Además, la interpretación del experimento de Hafele-Keating contradice la "explicación" del experimento de Pound y Rebka, donde se presupone que la frecuencia de emisión en unidades del tiempo propio del átomo [3] no depende del campo gravitacional. También hay que tener en cuenta una incertidumbre más de la TGR: incluso en ausencia del campo promedio  $\mathbf{g}$  pueden existir fluctuaciones rápidas inmensurables del campo (a una velocidad que supera la inercialidad de los aparatos de medición). Tal incertidumbre existirá para cualquier  $\mathbf{g}$ : ya que según las fórmulas de la TGR el tiempo depende del potencial gravitacional, incluso para una  $\langle \mathbf{g} \rangle$  media nula el potencial efectivo será diferente de cero. ¿Se puede inventar, aunque sea teóricamente, un reloj exacto que se pueda llevar consigo? Es posible que una rueda giratoria con una marca (en un soporte superconductor, para eliminar la fricción) y con un eje dirigido a lo largo del gradiente del campo gravitacional (o a lo largo de la fuerza resultante para el caso de los sistemas no-inerciales) pudiera medir el tiempo exacto. Al menos no se ven causas ni mecanismos evidentes que pudieran cambiar la velocidad de giro en este caso. Claro que para los campos gravitacionales débiles tal reloj en su etapa actual será menos exacto que un reloj de cesio. Fuera de la crítica a la teoría de la relatividad expresaremos la siguiente hipótesis: la desintegración de átomos atada a la dirección del momento del átomo. En este caso se pueden ordenar los momentos y congelar el sistema atómico. Entonces las lecturas de tal reloj "congelado" de cesio dependerán de su orientación en el campo gravitacional.

Regresemos ahora a la sincronización de las señales (por ejemplo,

para la medición simultánea de las longitudes). Para un sistema que se mueve de forma rectilínea acelerada se pueden utilizar las señales de una fuente alejada, perpendicular a la línea de movimiento, y para el sector de la circunferencia la fuente se puede encontrar en su centro. Estos casos abarcan prácticamente a todos los movimientos no inerciales sin gravitación. (Además, para un movimiento plano arbitrario se puede utilizar una fuente periódica alejada que se encuentre en la perpendicular al plano del movimiento). Para el campo gravitacional real de los cuerpos esféricos, al moverse arbitrariamente a lo largo de las superficies equipotenciales se puede utilizar señales periódicas del centro del campo gravitacional.

Aclaremos que para la demostración de la contradicción de las conclusiones de la TER y de la TGR sobre el cambio de las longitudes y de los intervalos de tiempo es suficiente que la exactitud de la medición ideal (el clásico) de estos valores pueda categóricamente superar el valor del efecto predecido por la TER y la TGR. Por ejemplo, al utilizar una fuente de sincronización sobre la perpendicular media a la línea de movimiento, para la exactitud del tiempo de sincronización tenemos:  $\Delta t \approx l^2/(8Rc)$ , donde  $l$  es la longitud del segmento con el tiempo sincronizado,  $R$  es la distancia hasta la fuente sincronizadora, esto es, se puede disminuir  $\Delta t$  no sólo mediante la elección de un gran radio de la esfera de luz, sino también mediante la elección de un pequeño segmento de movimiento  $l$ . Por las fórmulas de la TER sobre la contracción del tiempo tenemos para un valor análogo:  $\Delta t = l(1 - \sqrt{1 - v^2/c^2})/v$ . Si para un  $R$  finito y una velocidad dada  $v$  elegimos tal  $l$  de modo que se cumpla la desigualdad

$$l/(8Rc) < (1 - \sqrt{1 - v^2/c^2})/v, \quad (2.1)$$

entonces las conclusiones de las teorías relativistas resultarán falsas.

Para los sistemas que se mueven arbitrariamente a lo largo del radio (trazado a partir del centro del campo gravitacional) se puede utilizar, para la sincronización del tiempo, una fuente periódica que caiga libremente en la perpendicular a la línea de movimiento. Aquí hay que elegir el radio  $R$  tal que el campo prácticamente no

cambie en esta distancia (a cuenta del redondeo de la esfera equipotencial) y la longitud correspondiente  $l$  de (2.1) cerca del punto donde baja la perpendicular. Por consiguiente, las conclusiones de la TGR pueden ser refutados también en este caso. Para los casos particulares más importantes las conclusiones "generales" de la TER y la TGR sobre la contracción de las distancias como propiedad del espacio mismo son falsas. En el caso más general parece intuitivamente evidente que se puede encontrar tal disposición de la fuente periódica de modo que la señal lleve perpendicularmente al movimiento y que existan tales  $R$  y  $l$  de (2.1), los cuales refuten los resultados de la TGR. No hay absolutamente ninguna necesidad de embarrar el sistema de referencia ni de un reloj que funcione arbitrariamente: cualquier cambio de las longitudes reales deberá explicarse mediante fuerzas reales; siempre se puede introducir un sistema de cuerpos mutuamente inmóviles y un tiempo único (aunque sea mediante el método de recuento). De esta manera, el espacio y el tiempo deben ser newtonianos, independientemente del movimiento del sistema.

### Algunas consecuencias de la TGR

Pasemos ahora a los métodos matemáticos de la TGR y a las consecuencias de esta teoría. El juego con las propiedades del espacio-tiempo nos lleva a que en la TGR la aplicación de los métodos variacionales se ve amenazada: las magnitudes resultan ser no-aditivas, las transformaciones de Lorentz resultan ser no conmutativas, las magnitudes integrales dependen del camino de integración, incluso no está claro como se pueden considerar fijos los puntos finales si sus distancias son diferentes en diferentes sistemas de referencia.

La no-localizabilidad (no-blindaje) de la gravedad nos conduce a que en la TGR, para la existencia de las leyes de conservación (sólo en los sistemas de tipo isla), son categóricamente importantes las condiciones en el infinito (el carácter euclidiano como consecuencia de la ausencia de masas en el infinito) [37]. La aproximación clásica es más consecutiva y útil en las aplicaciones teórica y práctica: la

energía está definida con una exactitud hasta de una constante, ya que sólo el cambio local de la energía entre dos puntos de transición tiene sentido físico. Por lo tanto, las condiciones en el infinito no tienen nada que ver aquí.

El procedimiento de linelización, en su aspecto general, produce una gran desconfianza ya que sólo puede ser individual. Se habla de la tendencia a la sencillez, incluso se introducen dos tipos de tiempo: propio y de coordenadas. Frecuentemente se realiza el ajuste basándose en un resultado conocidos o intuitivo (clásico). Así se elige, análogamente, uno de los signos durante el cálculo de la desviación del rayo de luz para el movimiento del perihelio de Mercurio [3] donde  $du/d\varphi$  puede tener dos signos, ¿cuál elegir? No hablemos ya de que se lleva a cabo la división sobre  $du/d\varphi$ , pero esta magnitud puede ser nula. Se escribe sobre las complicaciones de los enlaces espacio-tiempo y en resumen lentamente se pasa a las coordenadas matemáticas acostumbradas ya que de lo contrario no hay con que comparar los resultados. ¿Por que era la lucha? ¿Por el cientificismo?

Hasta ahora no existen suficientes pruebas experimentales sobre cuál es la velocidad de transmisión de las interacciones gravitacionales: mayor, menor o exactamente igual a la velocidad de la luz (lo cual se postula en la TGR). Por ejemplo, basandose en los datos de las observaciones, Laplace y Poincare [24,87] consideraban que la velocidad de transmisión de las interacciones sobrepasaba en varios órdenes a la velocidad de la luz.

Ahora, con respecto a la base experimental de la TGR. Comúnmente, incluso cuando hay un centenar de datos diferentes, no siempre se construye una teoría: es más fácil acomodar los datos en una tabla. En el caso de la TGR tenemos una "Gran teoría a partir de tres y media observaciones", de las cuales tres son ficción. Respecto a la desviación de la luz de la trayectoria rectilínea en el campo gravitacional hay que decir lo siguiente. En primer lugar, como lo han hecho notar la mayoría de los experimentadores, la confirmación cuantitativa del efecto depende considerablemente de la fe de cada experimentador en particular. En segundo lugar, ya de la

fórmula clásica  $m\mathbf{a} = \gamma m M \mathbf{r} / r^3$  se sigue que cualquier objeto, incluso uno de masa cero o negativa, caerá en el campo gravitacional. En tercer lugar, ¿con qué, concretamente, se está comparando el efecto? ¿Con el espacio absolutamente vacío? Ya en 1962 el grupo de astrónomos de Korolevski declaró que la desviación del rayo de luz en las cercanías del Sol no se puede considerar como una confirmación de la TGR ya que el Sol posee una atmósfera que se extiende hasta una enorme distancia. Recordemos que los astrónomos han considerado el fenómeno de la refracción de la atmósfera terrestre desde hace ya mucho tiempo. Incluso Lomonósov observó la desviación del rayo de luz en la atmósfera de Venus. Para hacerlo más claro, consideremos una esfera de vidrio. Naturalmente los rayos paralelos (de las estrellas lejanas) se desviarán en ella hacia el centro. Tal sistema es conocido por todos como lente óptica. Una situación semejante tiene lugar para una esfera de gas (la atmósfera del Sol). Para el cálculo exacto de la desviación del rayo de luz en el campo gravitacional es necesario considerar la presencia de atmósfera en el Sol y el hecho de que la existencia de los gradientes de densidad y temperatura a lo largo del camino del rayo provocan un cambio en el índice de refracción del medio y, por consiguiente, la desviación del rayo de luz. Y si a una distancia de unos cientos de metros cerca de la superficie de la Tierra estos efectos provocan un espejismo, entonces no considerarlos para el rayo de una estrella que pasa cerca del Sol a millones de kilómetros sería especulación pura.

El desfasamiento del perihelio de Mercurio es un efecto indudablemente hermoso (pero en un solo ejemplar: ¿no es poco para involucrar una teoría científica?). Por eso sería interesante observarlo cerca de los cuerpos sólidos (por ejemplo, para los satélites en las cercanías de los planetas), para que se pudiera evaluar unívocamente su valor. La cuestión está en que el Sol no es un cuerpo sólido y que el movimiento de Mercurio puede provocar una onda de marea en el Sol la cual puede a su vez influir en el desfasamiento del perihelio de Mercurio. (En dependencia de la velocidad de transmisión de las interacciones gravitacionales y de las propiedades "hidrodinámicas del Sol" la onda puede tanto adelantarse como retrasarse respecto al

movimiento de Mercurio.) En cualquier caso es necesario saber la velocidad de transmisión de las interacciones gravitacionales para calcular el efecto de las mareas a causa de Mercurio y de los otros planetas sobre las características de la órbita de Mercurio, para así poder separar el efecto puramente "gravitacional" de la teoría de la relatividad (si es que este efecto "puro" existe en general).

Al calcular en la TGR el desfase del perihelio (de la solución estricta para un único punto de atracción) se crea la sensación de que conocemos las masas exactas de los cuerpos astronómicos. En realidad, si nosotros utilizamos la TGR como una corrección a la teoría de Newton, entonces la situación es la opuesta: tenemos la tarea de restablecer las masas exactas de los planetas a partir de su movimiento aparente para sustituirlas después y comprobar la TGR. Imaginémosnos que la órbita del planeta es circular. En este caso es inmediatamente evidente que el periodo de rotación en la teoría de Newton será tomado considerando ya la precesión invisible, es decir, que será renormalizado. Por eso en la teoría de Newton entran ya las masas renormalizadas. Puesto que los ajustes de la TGR son mucho menores que el efecto perturbador de todos los planetas y la influencia de la no-esfericidad, el restablecimiento de las masas exactas de muchos cuerpos en esta complicada tarea puede cambiar sustancialmente la descripción de toda la imagen del movimiento. Esto no está considerado en ningún lado. Hablando en general, la situación acerca la descripción del desfase del perihelio de Mercurio es típica para el comportamiento de los relativistas. En primer lugar, se anuncia que el efecto fue predicho, aunque Einstein lo comparó con los resultados conocidos de los cálculos aproximados de Laplace, los cuales fueron obtenidos mucho antes de la TGR. Espero que cada quien comprenda la gran diferencia entre "predecir" y "predecir y explicar con posterioridad" (recordemos la anécdota de Feinman). En segundo lugar, la precesión existía también en la física clásica: según datos del siglo XIX el valor total de la precesión a causa de la influencia de algunos otros planetas se calculaba en  $588''$ , es decir que constituía un ajuste pequeño. (Notemos que, según ciertos datos del siglo XX, se indica un valor general de la precesión de casi un

orden mayor y no obstante se conserva el valor tabú de 43" de la TGR; a proposito, esto puede ser un error de impresión así que no vamos a preocuparnos por pequeñeces respecto a 1/3 de la .<sup>enorme</sup> base experimental de la TGR"). En tercer lugar, ni las matemáticas contemporáneas tienen la capacidad de realizar el cálculo exacto para el problema de los tres cuerpos. En el caso clásico el cálculo se realizaba como la suma de los ajustes independientes de la influencia de planetas individuales (tanto el Sol como los planetas se consideraban puntos materiales). Naturalmente, en el caso clásico el resultado general (¡ya más del 90 porciento del observado!) puede ser todavía mejorado si se considera la no-esfericidad del Sol, la influencia de todos los planetas (y pequeños planetas) del Sistema solar y el hecho de que el Sol no es un objeto sólido (punto material) y que la densidad local en diferentes capas está simplemente obligada a "seguir" la influencia del resto de los planetas en movimiento (en esta referencia a mecanismos físicos más reales y concretos puede resultar faltando un pequeño efecto). Pero lo que declaran los relativistas ¡es una especulación inaccesible a la razón! Ellos .<sup>encuentran</sup>.<sup>el</sup> efecto (y sólo este pequeño por ciento) analizando el movimiento de sólo dos puntos materiales: el Sol y Mercurio. Disculpen, ¿y cómo es que su TGR corrige la parte grande del efecto ya encontrada por la física clásica? ¿Les da miedo realizar los cálculos? Entonces, ¿cuál es "la brillante coincidencia" que aseveran? ¡Un simple ajuste forzado para que dé el resultado deseado!

El protomodelo de .<sup>agujero negro</sup>.<sup>en</sup> la solución de Laplace cuando la luz, en movimiento paralelo a la superficie, empieza a moverse en círculo como un satélite artificial de la Tierra, se diferencia de las ideas de la TGR. Nada le prohíbe a la luz con suficiente energía abandonar el cuerpo en dirección perpendicular a su superficie. No hay duda alguna de que tales rayos existirán (según las causas tanto internas como externas): por ejemplo, los rayos que caen desde fuera pueden, según la ley de la conservación de la energía, acumular energía y al reflejarse abandonar tal .<sup>agujero negro</sup>. En vez de apelar a propiedades contradictorias de la luz, es más fácil analizar la caída" de una partícula elemental, por ejemplo, del electrón. ¿Le

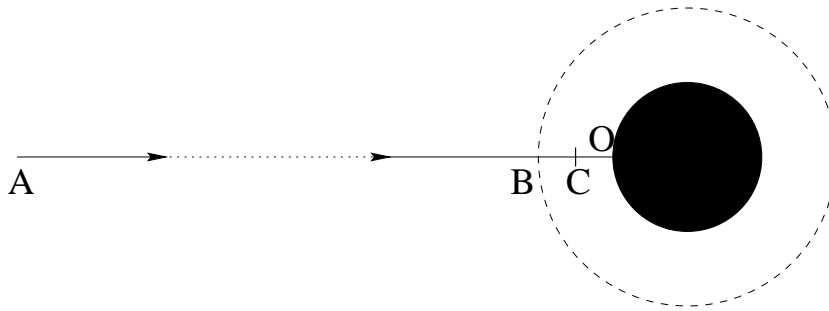


Figura 2.8: La caída a un "agujero negro".

quedará al electrón la posibilidad de una reflexión elástica o es necesario prohibir postulativamente tal posibilidad (para la salvación de la TGR)? Si de cualquier manera no se prohíbe tal posibilidad entonces veamos el siguiente proceso. Sea que un electrón empieza a caer con una velocidad inicial nula desde el punto alejado  $A$  (por ejemplo, desde una distancia de 100 u.a.) hacia un cuerpo muy masivo (Fig. 2.8), el cual absorbe las "últimas moléculas exedentes aledañas" se transforma en un agujero negro un instante antes de que nuestro electrón traspase la esfera de Swartzschild (marcada en la figura como  $B$ ). Se ha representado la distancia  $|OB|$  exageradamente alargada para una mejor comprensión. Puesto que un instante antes de la colisión del electrón con la superficie del "agujero negro" este objeto era estable y ni la velocidad ni la aceleración de esta superficie pueden volverse muy grandes instantáneamente (y la colisión podría ocurrir con una partícula térmica que volase al encuentro) entonces, durante una colisión elástica, el electrón elegido por nosotros volará al punto  $A$  con la misma velocidad que adquirió antes de la colisión. Se afirma que él no puede franquear la esfera de Swartzschild  $B$ . Sea que él se detiene en el punto  $C$  (por ejemplo, a una distancia de 10 km del centro). Si se cumple la ley de la conservación de la energía entonces, puesto que en los puntos  $A$  y  $C$  la velocidad del electrón es igual a cero, tenemos



que su energía potencial en el punto  $A$  es igual a su energía potencial en el punto  $C$ . Por consiguiente, entre los puntos  $A$  y  $C$  no hay campo gravitacional (fureza de gravedad), de lo contrario el potencial debería disminuir monótonamente. Sin embargo, el análisis de la situación desde el punto de vista de la TGR da un resultado peor (ver más adelante). "Los agujeros negros.<sup>en</sup> la TGR son mística pura. Si tomamos una varilla larga, al moverse ésta su masa crece y sus dimensiones se reducen (de acuerdo a la TER). ¿Qué, se formará un agujero negro? Todo el cielo se llenaría de .agujeros negros" si nos moviésemos muy rápido. Y este proceso sería irreversible según la TGR. Por ejemplo, para la luz que se mueve muy rápidamente cualquier objeto del Universo es un agujero negro (¿como es posible que la luz aun exista?).

Recordemos algunas soluciones generalmente conocidas: 1) La solución de Schwarzschild describe un campo.<sup>estático</sup> de simetría central en el vacío (notemos que las características de la temperatura están ausentes, es decir  $T = 0K$ ); y 2) la métrica de simetría axial de Kerr determina el campo "gravitacional de un colapsar rotatorio. La existencia de particularidades o de soluciones múltiplemente conexas significa que, como mínimo, en estos dominios la solución no es aplicable. Tal situación tiene lugar con la signatura variable del espacio y del tiempo para un .agujero negro.<sup>en</sup> la solución de Schwarzschild y no hay que buscar ningún sentido filosófico artificial. La particularidad física en la solución de Schwarzschild para  $r = r_g$  no puede ser eliminada sólo con ayuda de las transformaciones matemáticas: el agragar en este punto un infinito con el signo contrario es un juego artificial a los infinitos pero para tal procedimiento es necesaria una base física. (No se puede eliminar una particularidad en el cero agregando artificialmente  $\alpha \exp(-\lambda r)/r$ , donde  $\lambda$  es un valor grande.)

Incluso de la TGR se sigue la no observación de los .agujeros negros": el tiempo de formación de un .agujero negro" será para nosotros, en calidad de observadores lejanos, infinito. Y puesto que el colapso no puede terminar, no tienen sentido las soluciones que tratan del caso en que ya todo hubiese ocurrido (incluso si esperase-

mos el "fin del mundo" no podría alcanzar a formarse ni un solo agujero negro"). La división de los eventos para un observador interno y uno externo mediante un tiempo infinito no es un ejemplo extremo de del transcurrir relativo del tiempo", sino una manifestación elemental de la contradicción de la solución de Schwarzschild. Este mismo hecho demuestra la "no-completitud" del sistema de soluciones. No está claro qué pasará con la ley de la conservación de la carga si al agujero negro se añaden más cargas de un mismo signo. La descripción mística de las "fuerzas métricas de marea" [39] durante el acercamiento a un agujero negro no es uniforme ya que esto significaría que el gradiente de la fuerza de gravitación sería grande dentro de los límites del cuerpo, pero todas las ideas de la TGR están basadas en las suposiciones contrarias. La métrica de Kerr cuando hay rotación también muestra abiertamente la inconsistencia de la TGR: ella da de forma estrictamente matemática varias soluciones físicamente irreales (las mismas operaciones que se dan para la métrica de Schwarzschild no salvan la situación). De esta manera, un objeto tal de la TGR como lo es un agujero negro no puede existir y debe ser trasladado de la esfera de la ciencia hacia la región de la ficción no-científica. Todo el Universo es testigo de que el mundo es impresionantemente estable, frecuentemente en el aspecto dinámico, pero no tienen lugar colapsos infinitos (más bien ocurrirá una explosión). Todo esto no anula en absoluto la posibilidad de la existencia de objetos supermasivos (pero dinámicamente estables), los cuales pueden completamente manifestarse mediante un conjunto de efectos (por ejemplo, la acreción, la emisión, etc.). Para esto no es en absoluto necesaria la fantasía de la TGR. Tampoco hay que buscar caminos para la salvación artificial de la TGR en forma de evaporación de agujeros negros ya que tal posibilidad estrictamente no existe en la TGR (la velocidad de la luz es insuperable), y en la física clásica, por el contrario, no hay ningún problema.

La TGR contiene un gran número de premisas y resultados cuestionables. Enumeremos algunos de ellos. Por ejemplo, la exigencia para las pequeñas velocidades así como para un campo gravita-

cional débil es dudosa: si colocamos un aparato en un planeta masivo ¿cómo es que no puede estar simplemente parado o moverse lentamente? ¿Cómo es posible que, a pesar de las fluctuaciones térmicas, no se encuentren moléculas con velocidades pequeñas? Tampoco el campo centralmente simétrico analizado tiene sentido físico: puesto que la velocidad puede ser sólo radial, entonces no puede no sólo haber rotación, sino tampoco características térmicas reales, es decir  $T = 0\text{K}$ . El campo en la cavidad no se obtiene de una manera única, sino simplemente se postulan dos constantes diferentes para que no haya particularidades.

El estudio de las ondas gravitacionales para el movimiento parabólico (con excentricidad  $e = 1$ ) conduce a la pérdida infinita de energía y del momento angular, lo que contradice claramente los resultados experimentales.

Prácticamente la TGR puede aplicarse sólo para campos débiles y para giros débiles, es decir, para el mismo dominio que la teoría de la gravedad de Newton. Recordemos que la interacción análoga entre las cargas en movimiento se diferencia de la ley estática de Coulomb. Por eso, antes de aplicar la ley estática de la gravedad de Newton, es necesario comprobarla para los cuerpos en movimiento y esto es un privilegio del experimento.

Discutamos un momento esencial más, que tiene que ver con la relatividad de todas las magnitudes de la TGR. Las leyes, escritas simplemente como ecuaciones, no determinan nada por si mismas. Para la resolución de cualquier problema es necesario además saber los detalles concretos: las características del cuerpo (masa, forma, etc.), las condiciones iniciales y/o de frontera, las características de las fuerzas (valor, dirección, puntos de aplicación, etc.). Prácticamente se dan los "puntos de referencia", en relación a los cuales se estudian los cambios ulteriores de las magnitudes (posiciones, velocidades, aceleraciones, etc.). La relatividad categórica de todas las magnitudes de la TGR contradice a los experimentos. El siguiente intento artificial de obtener la aceleración (o el giro) con relación al sistema local geodésico inercial de Lorenz es un simple ajuste a las únicas coordenadas que sirven y que se han comprobado experi-

mentalmente y que son las del espacio absoluto (la TGR no contiene orgánicamente nada semejante [18]).

La constante universal de la gravedad no es una constante matemática, sino que experimenta variaciones [9]. Por consiguiente, tal valor puede considerar también las correcciones a la ley estática de la gravedad de Newton (por ejemplo, no se ha realizado el análisis de estos efectos durante el cálculo del desfase del perihelio de Mercurio). Recordemos que, para el movimiento finito (por ejemplo, periódico), en un sistema enlazado de muchos cuerpos se pueden observar diferentes fenómenos de resonancia, los cuales se manifiestan en las correcciones concordadas de los parámetros de las órbitas (sobre todo con la consideración de las dimensiones finitas de los cuerpos: la no esfericidad de su forma y/o la distribución de masas).

Hablando en general, el principio de acción a corta distancia puede resultar útil para la gravitación (o puede que no, dependiendo de la velocidad de transmisión de las interacciones gravitacionales) sólo en un número limitado de casos: para los movimientos rápidos ( $v \rightarrow c$ ) de los cuerpos masivos (de un orden) cuando están cerca uno del otro. El autor no conoce ejemplos semejantes prácticos.

La aproximación de la TGR a la gravitación es única: encerrarse en un elevador, disfrutar de la caída libre, y no saber que dentro de un instante te destrozarás. Claro que en la realidad la situación es otra: nosotros siempre vemos hacia dónde y cómo nos movemos con respecto al centro que nos atrae. Contrario a lo que afirman Taylor y Wheeler esta es la segunda "partícula", junto con el observador, la primera "partícula". Precisamente por eso el planteamiento puramente geométrico de la gravedad es una ramificación temporal en el camino de la física (aunque, en calidad de instrumento de cálculo, puede resultar útil alguna vez). Y los dos viajeros, en la parábola del libro [33] (que pareciera demostrar el planteamiento de la geometría del espacio curvo), necesitan "tan sólo un poco": el deseo de moverse a partir del ecuador precisamente a lo largo de los meridianos sobre la superficie terrestre, y los cinco mil de millones de seres humanos restantes pueden no tener ese deseo. A diferencia del deseo de los viajeros, no importa cuanto deseen ustedes no ser atraídos por la

Tierra o por el Sol y salir sin esfuerzo hacia el espacio, su sólo deseo será, claro, insuficiente. Un fenómeno semejante refleja el concepto de fuerza (en este caso el de la fuerza de gravedad). La geometría no puede responder a las preguntas: cuántos tipos de interacción se realizan en la naturaleza, por qué sólo ellos, por que existen masas, cargas, partículas localizadas, por qué la fuerza de gravedad es inversamente proporcional precisamente a la segunda potencia de la distancia, por qué unas u otras constantes físicas concretas se realizan en la naturaleza y a muchas otras. Estas preguntas son un privilegio de la Física.

### 2.3. La crítica de la cosmología relativista

Las teorías sobre la evolución del Universo siempre serán hipótesis ya que ninguna de las suposiciones puede ser comprobada (ni siquiera la de la isotropía ni la de la homogeneidad): "el tren que se ha ido hace tiempo se puede alcanzar sólo en otro lugar y en otro tiempo". La TGR se adjudica el permiso para todo un conjunto de paradojas (la gravitacional, la fotométrica). Recordemos que la paradoja gravitacional consiste en lo siguiente: para el Universo infinito de densidad homogénea no se pueden obtener, de la ecuación de Poisson, valores determinados para la aceleración gravitacional de los cuerpos. (¿Qué relación tienen con la realidad en un modelo físico las indeterminaciones puramente matemáticas con condiciones en el infinito?) Recordemos así mismo la paradoja fotométrica: para un Universo infinito y que ha existido infinitamente (estacionario), sin considerar la absorción y la transformación de la luz, el brillo del cielo debería igualarse al brillo medio de las estrellas (nuevamente muchas suposiciones irreales). Empero, también en la física clásica se han descrito las posibilidades de resolución de semejantes paradojas (por ejemplo, con ayuda de sistemas de diferentes órdenes: la esfera de Emden, las estructuras de Charlier y otros). Evidentemente el Universo no es un medio desparramado y nosotros no conocemos en absoluto su estructura completa como para afirmar la posible realización de las condiciones para que se den tales paradojas (más bien

al contrario). Por ejemplo, la paradoja fotométrica de Olbers se entiende fácilmente en base a la analogía con el mar: la luz se absorbe, se dispersa y se refleja en porciones y a una cierta profundidad la luz simplemente deja de penetrar. Claro que para el Universo enrarecido tal "profundidad" es enorme. No obstante, las estrellas luminosas representan objetos bastante compactos y lejanamente ubicados uno del otro. Como resultado, a la intensidad del cielo nocturno contribuyen un número finito de estrellas (sin hablar ya de que, en teoría, hay que considerar también el efecto Doppler y, mejor aun, lo que es un hecho experimental, el corrimiento hacia el rojo).

La situación no está del todo determinada con respecto al corrimiento hacia el rojo en los espectros de los objetos astronómicos. En el Universo existe un porcentaje considerable de objetos para los cuales diferentes áreas de sus espectros poseen un corrimiento completamente diferente. Hablando en general, puesto que las distancias hasta los objetos alejados no se determinan directamente (el resultado calculado está ligado a determinadas hipótesis), relacionarlo con el corrimiento hacia el rojo es también una hipótesis (en la cual no se sabe qué es lo que puede ser comprobado). Por ejemplo, el Universo en expansión da un corrimiento hacia el rojo y sin la TGR, a causa del efecto Doppler. Es necesario, además, considerar que el corrimiento hacia el rojo y la radiación de fondo contribuirán a la dispersión elemental: recordemos que el efecto de Compton da una onda con  $\lambda' > \lambda_0$ . El corrimiento de las líneas en el campo gravitacional se predijo estupendamente incluso por los modelos mecanicistas a partir de consideraciones energéticas generales.

Hablando en general, la teoría de la Gran explosión produce grandes sospechas. A parte de las preguntas vanas: qué explotó, hacia dónde y cuándo (ya que no había ni espacio ni tiempo ni materia), surge la pregunta: ¿qué hacer con las conclusiones de la TGR sobre los agujeros negros (con la incapacidad de sobrepasar la velocidad límite de la luz)? Si el Universo debería haber sido en el momento cero un agujero negro (y no sólo en este momento, sino en el transcurso de un cierto tiempo). ¿Qué hacer con las limitaciones de la TGR si ahora, en lugar de tal descripción figurada de

la contracción en un agujero negro, observamos experimentalmente una expansión generalizada? Es interesante, seguramente habrá que inventar lo que no se puede comprobar (sólo que no hay que llamarlo ciencia).

Pasemos a la siguiente pregunta categórica. ¿Es una ventaja que la distribución y el movimiento de la materia no puedan ser dados arbitrariamente? ¿Y es esto correcto? En el caso general esto significa la contradicción de la teoría ya que, además de las fuerzas gravitacionales, existen también otras fuerzas capaces de mover a la materia. Desde el punto de vista práctico esto significa que en el instante inicial debimos haber dado todas las distribuciones de la forma correcta para la TGR". ¿Entonces no debemos atribuir  $t_0$  al "momento de la creación"? ¿Y qué principios deberán ser unívocamente determinados para tal elección? Se exige un conocimiento mayor que cualquier expectativa posible de las predicciones de la TGR. Se ven amenazadas la posibilidad de la descripción puntual y la teoría de las perturbaciones, ya que las magnitudes sumarias tampoco pueden ser arbitrarias. El añadir a un sistema de ecuaciones una ecuación de estado completamente desconocida significa complicar artificialmente mediante un enlace los micro y macroniveles y refleja la posibilidad de ajustes arbitrarios (por ejemplo, se tira la dependencia de la temperatura). La posibilidad de agregar una constante cosmológica en la ecuación de Einstein es una confesión indirecta de la no-univocidad de las ecuaciones de la TGR y de la posibilidad de existencia de la arbitrariedad. Si se puede dar todo con tal exactitud, entonces porque no dar de manera arbitraria la distribución y el movimiento iniciales de la materia.

### **El principio de Mach**

El principio de Mach sobre la condicionalidad de la masa inerte y sobre el carácter absoluto de la aceleración a causa de la acción de las estrellas lejanas también es dudoso ya que explica las propiedades internas de un cuerpo a través de las propiedades de otros cuerpos. Claro que la idea en sí es hermosa. Si consideramos que todo en

el mundo está interrelacionado y existe una cierta ecuación ideal total de estado, entonces cualquier propiedad de los cuerpos debería determinarse por la influencia del resto del Universo. Empero, cada una de las partículas debería considerarse como individual. Este camino es más fácil para la ciencia, que va de un menor a un mayor conocimiento, ya que no se puede abarcar lo que es "inabarcable". Prácticamente, si consideramos la distribución heterogénea de la masa (en objetos compactos) y las diferentes magnitudes de las fuerzas de atracción de los objetos cercanos y lejanos, entonces obtendríamos u "jaloneo" total en vez de un giro uniforme o de un movimiento uniforme por inercia.

Catégoricamente el principio de Mach no puede ser comprobado: tanto la expulsión de todos los cuerpos del Universo como la tendencia artificial hacia cero de la constante gravitacional, una abstracción que no tiene nada que ver con la realidad. Sin embargo, experimentalmente se puede evaluar el efecto de las "estrellas lejanas" si se considera que la masa del Universo está concentrada principalmente en objetos compactos. La fuerza de atracción de una estrella de masa semejante a la del Sol  $M \sim 2 \cdot 10^{30}$  kilogramos, la cual se encuentra a una distancia de 1 año luz  $\sim 9 \cdot 10^{15}$  metros es equivalente a la acción de un peso cuya masa es de sólo  $m_0 \sim 25$  gramos y que se encuentra a 1 metro de distancia. Utilicemos por ahora la dudosa teoría de la Gran explosión y consideremos que el tiempo de existencia del Universo es de  $\sim 2 \cdot 10^{10}$  años. Incluso si las estrellas se alejaran volando a la velocidad de la luz, el Universo tendría unas dimensiones de  $\sim 2 \cdot 10^{10}$  años luz. Consideramos que la distancia promedio entre las estrellas más cercanas es de 1 año luz. Aumentamos intencionalmente todas las magnitudes, por ejemplo, la masa del Universo y su densidad  $\rho \sim 10^{33}/10^{54} \sim 10^{-21} \text{ g/cm}^3$ . Consideremos ahora que al alejarse los cuerpos uno del otro al doble de distancia, la fuerza disminuye cuatro veces y así sucesivamente. Intentemos imitar la fuerza de interacción de todo el Universo en una cierta dirección. Incluso si consideramos la distancia media entre los cuerpos más cercanos igual a 1 año luz, a una distancia de un metro es necesario colocar un masa en gramos (sumamos hasta



$2 \cdot 10^{10}$ )

$$M_0 \sim 25(1 + 1/4 + 1/9 + \dots) = 25 \sum 1/n^2 \sim 25\pi^2/6 < 50.$$

Prácticamente el coeficiente  $\pi/6$  expresa cierto aumento efectivo de la densidad sobre la línea de observación. Para la imitación de "todo el Universo" se puede tomar una esfera metálica gruesa de radio exterior igual a un metro y se puede hacer el grosor variable en la dirección hacia el centro (para la imitación de las heterogeneidades se puede incluso hacer una estructura acicular cerca del radio interior).

Supongamos que el grosor de la esfera sólida es de 0,6 metros, es decir, del centro hasta 0,4 metros tenemos el nicho y de ahí en adelante hasta 1 metro tenemos el metal. Entonces a la masa  $M_0$  con una densidad de  $\sim 8,3 \text{ g/cm}^3$  le corresponderá a una columna cilíndrica de radio 0,35 cm. En la realidad debemos considerar la influencia de las estrellas en el cono y no sólo en el cilindro. Aunque también tenemos un cono metálico esférico, de cualquier modo evaluemos el orden de la magnitud. Descompongamos el cono en capas cilíndricas, las cuales aparecen a medida que se incorporan nuevas capas de estrellas (Fig. 2.9). Cada nueva capa será mayor que la anterior en 6 estrellas. La distancia desde el centro hasta la frontera más cercana de cada capa de estrellas se puede encontrar de la analogía con los triángulos:  $R_i/1 = i/r$ . Entonces tenemos  $R'_i = \sqrt{i^2(1+r^2)}/r$ . Luego tenemos que la corrección para la masa  $M_0$  (sumamos hasta  $2 \cdot 10^{10}$ ) se encuentra como

$$m_0(1 + \frac{1}{4} + \dots) \left(1 + \sum_i \frac{6}{R_i'^2}\right) < M_0 \left(1 + 6r^2 \sum_i \frac{1}{i}\right)$$

$$\sim M_0 \left(1 + 6 \cdot 10^{-5} \log(2 \cdot 10^{10})\right) \sim M_0(1 + 0,02).$$

De esta manera, nuestra construcción alcanza con creces para la consideración de la acción de "todo el Universo". Por supuesto que si el Universo es infinito, la serie armónica obtenida divergerá y la construcción será no adecuada. Pero esto contradice tanto a la TGR como a los puntos de vista actuales y a los datos observacionales.

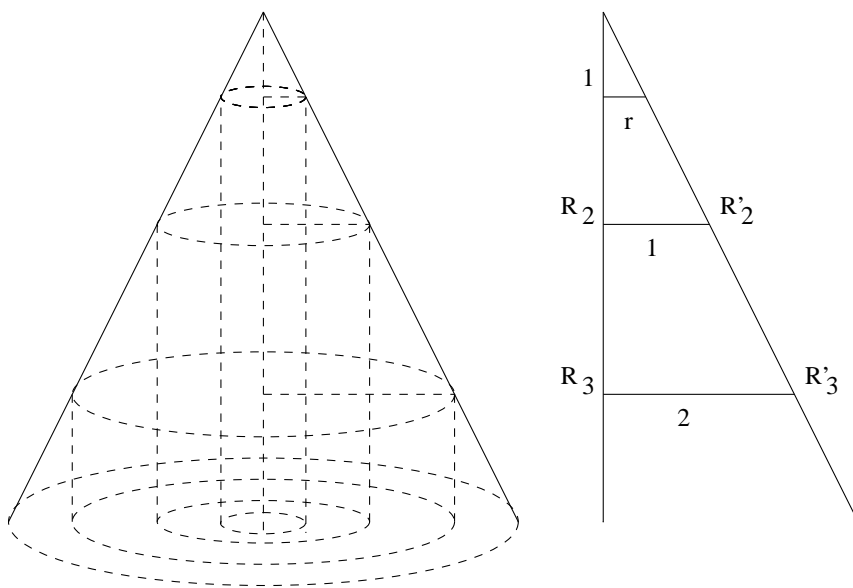


Figura 2.9: El principio de Mach y la influencia del Universo.

Coloquemos ahora bolitas en resotes dentro de la esfera. Para evitar efectos indirectos se puede succionar el aire de dentro de la construcción y aislar adicionalmente las bolitas de la esfera mediante un contenedor delgado. Si empezamos a girar la esfera entonces, de acuerdo al principio de Mach, deberá aparecer una fuerza centrífuga y las bolitas se separarán. aquí la fuerza centrífuga deberá ser la misma que si giraran las propias bolitas. Parece bastabte obvio que esto no es posible ya que tal efecto se habría descubierto hace mucho. De esta manera regresamos a los conceptos absolutos de aceleración, masa, espacio y tiempo determinados ya por Newton. Pero el experimento descrito podría resultar útil para la determinación de las correcciones a la ley estática de Newton. Aquí las bolitas deberán tener bastante libertad para moverse y girar ya que no se conoce de antemano la dirección de la acción de las fuerzas correctoras y de los momentos de las fuerzas.

## 2.4. Conclusiones para el Capítulo 2

El presente Capítulo 2 estuvo dedicado a la crítica de la TGR. Aquí se destacó todo un conjunto de momentos dudosos de los libros de texto y que saltan a la vista, iniciando con la posiciones generales sobre la covariación, sobre los conceptos físicos básicos y terminando con las más concretas. Se dio detalladamente la demostración de la invariabilidad de la geometría en un sistema giratorio. Se discutió la falta de bases y la contradicción del principio de equivalencia en la TGR. Se mostró la contradicción del concepto del tiempo y su sincronización en la TGR. Para los casos particulares más interesantes se mostraron las formas de sincronización del tiempo y la medición simultánea de las longitudes. En el Capítulo 2 se muestra la invariabilidad de la geometría del espacio y se discute el papel de los límites. Los momentos cuestionables fueron subrayados, tanto para los métodos, como para las múltiples consecuencias de la TGR. Se analizaron minuciosamente las contradicciones de los conceptos de "agujero negro", de solución de Schwarzschild y de muchas otras soluciones y consecuencias de la TGR. También se discutió el

principio de Mach y su posible comprobación.

La conclusión final del capítulo consiste en la necesidad de regresar a los conceptos clásicos de espacio y tiempo y en la necesidad de construir una teoría de la gravitación sobre esta base sólida.

## Capítulo 3

# Las bases experimentales de la teoría de la relatividad

### 3.1. Introducción

En los capítulos anteriores una parte considerable de la crítica a la teoría de la relatividad se basó en lo llamados experimentos mentales. Hagamos una aclaración trivial para que ninguna "bondadosa" persona aparezca casualmente con la pregunta absurda sobre la realización técnica y la exactitud experimental de los experimentos mentales. Está generalmente aceptado desde los tiempos de Galileo que la construcción de un experimento mental utiliza los conceptos y las reglas de una cierta teoría criticada y demuestra su contradicción interior. Como resultado se tiene que no hay en absoluto una magnitud que se pueda comparar con el experimento. La contradicción lógica pone el punto final al desarrollo de cualquier teoría. Pero, para tener una imagen más completa, se continuará el análisis de la teoría de la relatividad desde el punto de vista experimental.

En este Capítulo 3 analizaremos experimentos reales y mostraremos lo erróneo de las interpretaciones de estos experimen-

tos de la teoría de la relatividad. Para iniciar el proceso de reflexión sobre los experimentos relativistas analicemos las ideas que podrían casi no entrar en conflicto con la TER (pero después avanzaremos paulatinamente hasta llegar a la crítica).

Iniciaremos la introducción al Capítulo 3 con la pregunta principal para la teoría de la relatividad: ¿es constante o no la velocidad de la luz? Pareciera que la respuesta a esta pregunta ya fue dada en el experimento de Michelson-Morley sobre el estudio del efecto del movimiento de la Tierra en la velocidad de la luz (recordemos así mismo los experimentos ópticos análogos de Morley, Kennedy-Thorndike, el experimento vienés de Jeans y otros [7,61,83]). Notemos que hubo intentos de corregir la TER [79,97,116] y de resucitar la teoría de Lorenz sobre el éter [1,42,64,95,108,119].

Sin embargo, el término “constante” significa independencia respecto al tiempo, a las coordenadas espaciales, a la dirección de transmisión de la luz y, finalmente, de las propiedades de la luz misma. Es necesario cierto esfuerzo para no dar una respuesta preconcebida a la pregunta: ¿que pudo haber sido determinado en el interferómetro de Michelson? Notemos que en el experimento de Michelson no se mide velocidad alguna en absoluto, sino la diferencia de fase de los rayos (y acerca de su velocidad podemos juzgar solo de manera indirecta). Recordemos que dos rayos de luz se movían en direcciones mutuamente perpendiculares. Notemos, empero, lo siguiente. Para evitar la sincronización de los intervalos de tiempo en diferentes puntos, ambos rayos de luz se movían por trayectorias cerradas (en dos direcciones mutuamente perpendiculares). Por lo tanto, prácticamente tenemos que ver sólo con cierta velocidad “media” de la luz para direcciones opuestas.

Pareciera que el resultado del experimento de Michelson puede ser formulado de la siguiente manera: la velocidad media de la luz de una frecuencia fija para dos direcciones opuestas en un cierto sistema de referencia no depende del movimiento de este sistema. Surgen al menos dos preguntas en relación con el resultado de Michelson-Morley:

(1) ¿Es constante la velocidad de la luz independientemente de la di-

rección en que se transmite  $\mathbf{k}_1 = \mathbf{k}/k$  o es ella anisótropa:  $c = c(\mathbf{k}_1)$ ? Esta pregunta se puede ampliar un poco: ¿Depende la velocidad de la luz de las coordenadas espaciales  $\mathbf{r}$  y del tiempo  $t$ ? Sin embargo, desde el punto de vista de la relatividad, semejantes preguntas se encuentran más allá de los límites de las posibilidades teóricas y prácticas actuales puesto que tocan el problema de la estructura del espacio como tal. Aquí no se discutirán dichas preguntas ya que su comprobación experimental, desde el punto de vista de la TER, exige un "sistema básico" poseedor de una naturaleza no-electromagnética para la medición de las distancias y para la sincronización del tiempo.

(2) Existe una pregunta más práctica: ¿depende la velocidad de la luz en el vacío de las características de la luz misma? En particular, es posible la dependencia respecto a la frecuencia  $\omega$ , es decir,  $c = c(\omega)$ .

El sentido físico (filosófico) de la constancia de la velocidad de la luz (de los libros de texto sobre la TER) es el siguiente. Supongamos que la luz es capaz de transmitirse en el vacío sin un ámbito intermedio. Puesto que el sistema de referencia no puede ser "atado" firmemente al vacío, entonces es indiferente con qué velocidad en relación al vacío se mueve nuestro sistema. Por consiguiente, la velocidad de la luz con relación a nuestro sistema deberá ser independiente del movimiento del sistema. (¡Aunque por alguna razón otras partículas pueden moverse en el vacío con las más diversas velocidades!) No obstante, surgen las siguientes preguntas: 1) ¿Cambian las propiedades del vacío cuando se introducen en él partículas (fotones)? 2) ¿Cuál es el mecanismo de transmisión de las oscilaciones electromagnéticas en el vacío? En los Apéndices se darán hipótesis particulares para la respuesta a estas preguntas.

En este capítulo se analizará minuciosamente aquello que en realidad se pudo haber determinado en los experimentos existentes. Como resultado se dará una crítica detallada de la interpretación relativista de toda una serie de experimentos famosos y de los resultados observacionales que han sido referidos de forma adecuada

a favor de la TER y de la TGR.

La única parte que pareciera ser "funcional" en la TGR, la dinámica, será detalladamente analizada en el siguiente Capítulo 4.

### 3.2. Crítica de las interpretaciones relativistas de una serie de experimentos

Es sabido que la TER se basa en dos postulados: (1) el postulado sobre el carácter constante de la luz y (2) el principio de relatividad, el cual se extiende a los fenómenos electromagnéticos. En calidad de una de las pruebas principales de la justeza del principio de constancia de la velocidad de la luz se tiene a los experimentos negativos para la observación del viento étereo. Más adelante analizamos qué es lo que deberá obtenerse en los experimentos de Michelson-Morley y en otros desde la posición de un espacio vacío (más exactamente del principio de relatividad de Galileo). Notemos que no se puede suponer de ante mano cualquier cosa respecto al movimiento de la Tierra; en tiempos de Galileo tales experimentos, por ejemplo, demostraron que la Tierra estaba en reposo. Hablando en general, antes de utilizar el "instrumento", es necesario probarlo y graduarlo en condiciones de laboratorio para saber qué es lo que mide (de lo contrario resultará como en el chiste: -"Pepito, qué indica el aparato...", -"¡Tres!", -"¡Tres qué?", -"¡Y qué 'aparato!'"). Imagínense si alguien diese con la teoría de que a causa del giro constante de la Tierra se debería observar un viento constante del orden de 400 m/s a lo largo de los paralelos. Se empezó a medir el viento con veletas y se aclaró que el viento cambia constantemente tanto de dirección como de magnitud dentro de unos límites enormes dependiendo del lugar y del tiempo. Se obtendría de aquí la conclusión de que la Tierra no tiene atmósfera en absoluto. Puesto que el libro está destinado concretamente a la crítica de la teoría de la relatividad entonces, en primer lugar, tocaremos las concepciones actuales generalmente aceptadas de la teoría de la relatividad, aunque brevemente tocaremos también ciertas concepciones del éter.



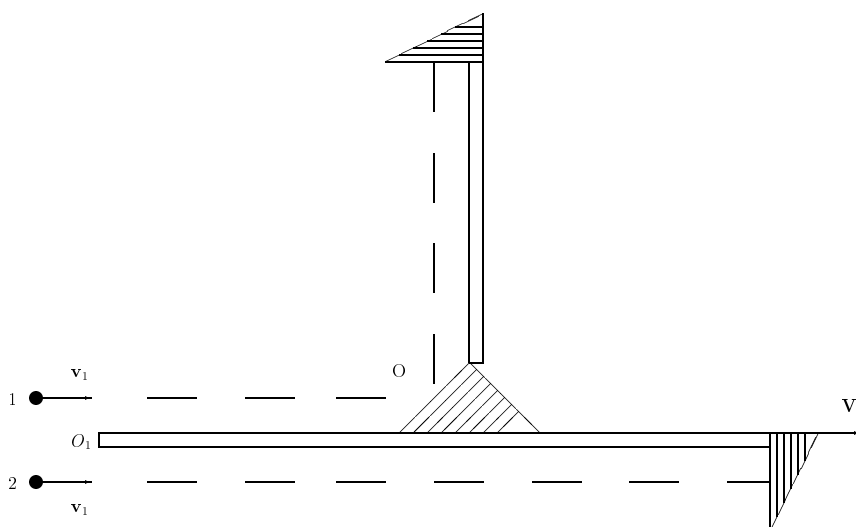


Figura 3.1: El modelo corpuscular del experimento de Michelson.

### El experimento de Michelson-Morley

Es sabido que la luz se manifiesta en diferentes fenómenos bien como onda bien como partícula (la frase sobre el dualismo corpuscular-ondulatorio no tiene ninguna relación con la pregunta analizada). En principio supongamos la naturaleza corpuscular de la luz. Entonces el modelo de interferómetro de Michelson-Morley puede ser representado como dos brazos con un reflejante ideal en el centro del dispositivo y con dos reflejantes en los extremos de los brazos (Fig. 3.1). Sea que dos partículas, que se mueven paralelamente una respecto a la otra a una velocidad  $v_1$  (respecto al "sistema universal de referencia"), caen en dicho dispositivo, el cual se mueve a una velocidad  $V$  (respecto a ese mismo sistema), aquí  $v_1 > V$ . Entonces tenemos la velocidad  $v_1 - V$  respecto al dispositivo. Después del reflejo, en el centro del dispositivo la partícula 1 se moverá en la dirección perpendicular con esa misma (en módulo) velocidad  $v_1 - V$  respecto al dispositivo. Las partículas se reflejarán en los extremos

de los brazos al mismo tiempo. Así, ellas alcanzarán al mismo tiempo tanto el punto  $O$  como el punto  $O_1$ . No se observará ninguna diferencia de velocidades entre estas dos partículas para dos direcciones mutuamente perpendiculares, independientemente de las velocidades  $v_1$  y  $V$ . De esta manera, si consideramos a la luz como un flujo de partículas, entonces los experimentos de Michelson-Morley (Kennedy-Thorndike, Tomashek, Bonch-Bruevich y Molchanov y otros) no pudieron dar ningún resultado positivo.

Supongamos ahora la naturaleza ondulatoria de la luz. En este caso la velocidad de la luz puede depender sólo de las propiedades del medio (el éter o el vacío) y/o de las características internas de la misma luz en transmisión. Si aceptamos la hipótesis sobre la existencia del éter entonces la velocidad de la luz depende de las propiedades de este medio (por analogía con el sonido). Es obvio entonces que la velocidad de la luz no puede sumarse a la velocidad de movimiento de la fuente (el ruido de un avión supersónico se transmite a una velocidad constante, fijada por el medio y, como resultado, el avión se adelanta al sonido). También es evidente que, puesto que la luz interactúa tanto con la materia (se absorbe o se dispersa) como con el éter (de transmite en él), entonces deberá observarse también una interacción entre el éter y la materia. Y en el experimento de Michelson-Morley se suponía algo improbable: el "marre" sólido de la luz al éter junto con la absoluta interacción de éste con los cuerpos (sin interesarse por la Tierra, por el dispositivo). Naturalmente, en el caso del interés parcial por el éter (y para toda una serie de experimentos locales en la capa fronteriza el arrastre del éter puede ser prácticamente completo) la teoría se complica. Sin embargo, esto no refuta de ninguna manera la hipótesis del éter (los relativistas proponen actuar como en el chiste sobre el borracho y la lámpara: buscar no ahí donde se puede encontrar, sino ahí donde buscar es más fácil). Tocaremos brevemente la concepción del éter más adelante, por ahora nos basaremos sólo en el principio clásico de la relatividad en el vacío ya que para todas las paradojas de la TER y los resultados no importa, en este libro, si se tiene el vacío o el éter.

Si la luz representa una onda entonces la velocidad de la fuente

cambia sólo la frecuencia. De esta manera, la velocidad de la luz  $c(\omega)$  no depende de la velocidad de la fuente para la frecuencia  $\omega$  dada. Aquí se tiene en mente lo siguiente: las ondas de luz de una misma frecuencia son idénticas una a la otra. Y si percibimos la luz de frecuencia  $\omega$  entonces es completamente indiferente que ésta se hubiese emitido por la primera fuente inmediatamente con esta misma frecuencia  $\omega$  o que se haya emitido con la frecuencia  $\omega_1$  y que a consecuencia del movimiento de la fuente la frecuencia haya cambiado  $\omega_1 \rightarrow \omega$  (el efecto Doppler). En ambos casos el valor medido para  $c(\omega)$  será el mismo.

Regresemos ahora a los experimentos de Michelson-Morley y otros. Puesto que la luz incidente, la que pasó a través de la placa delgada y la que se reflejó en el espejo tienen la misma frecuencia en un mismo sistema de observación entonces la velocidad de la luz  $c(\omega)$  permanecía constante para dos direcciones mutuamente perpendiculares y los experimentos no pudieron descubrir nada. El experimento de Tauson con dos láseres idénticos tampoco pudo descubrir nada ya que al fusionar los dos rayos en una misma imagen (en una misma dirección) la frecuencia se vuelve igual y no se observarán ningunas pulsaciones regulares. De este modo, el intento de buscar los cambios en la velocidad de la luz en los experimentos con una frecuencia fija no es correcto en su esencia. La única dependencia que se puede intentar hallar es  $c(\omega)$ : todas las demás dependencias pueden entrar sólo indirectamente, a través del efecto Doppler.

Con propósitos metódicos analicemos algunos errores verosímiles presentes en los libros de texto. Cuando se parte desde "el punto de vista clásico" del éter inmóvil e inmovible entonces, para el cálculo de la diferencia del tiempo de recorrido de los rayos, en el interferómetro de Michelson comúnmente se dibujó un extraño esquema [35] para el cual no funciona la ley de reflexión: el ángulo de incidencia no es igual al ángulo de reflexión (Fig. 3.2). Esto contradice a los experimentos. Entonces es necesario al menos explicar el mecanismo de tal anomalía y determinar su influencia sobre el experimento (esto se podría hacer si se presupone la suma de la velocidad de la luz con la velocidad del espejo del interferómetro según las leyes

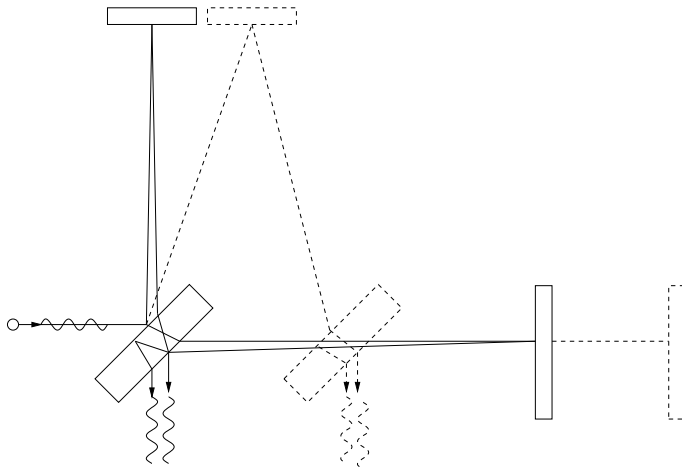


Figura 3.2: El esquema del interferómetro.

clásicas). Tampoco está claro como se adivina el ángulo que provee la interferencia de de un mismo rayo. Puesto que todos los datos son registrados por el observador, que se mueve junto con el interferómetro, en realidad hay que analizar el experimento precisamente desde el punto de vista de este observador [50].

La sincronización del tiempo según el método de Einstein trae limitaciones artificiales incluso para las ideas de los experimentos. Evidentemente, en virtud de la reversibilidad del movimiento relativo ( $-\mathbf{v} + \mathbf{v} = 0$ ), puede existir sólo un efecto impar para la dependencia de la velocidad de la luz respecto a la velocidad de movimiento del sistema. Empero, se intenta determinar la velocidad de la luz como una velocidad promedio para dos direcciones mutuamente contrarias (en un camino cerrado). Por consiguiente, la única dependencia clásica lineal de la velocidad de movimiento del sistema se autoexcluye. Así, tal enfoque sustituye al postulado de la constancia de la velocidad de la luz, el cual había que comprobar experimentalmente.

El experimento de Michelson-Morley y sus análogos no contradi-

cen el principio de Galileo y más arriba se analizó detalladamente desde el punto de vista del espacio vacío. Examinemos ahora la idea original del experimento desde el punto de vista de las concepciones del éter. Notemos que siempre se puede corregir ligeramnete el coeficiente de arrastre de Fresnel para que los experimentos de primer y segundo orden se confirmen con una exactitud práctica. Hay que aclarar, en honor a la verdad, que el experimento de Michelson y sus análogos (a pesar de las discusiones sobre la construcción del aparato y la teoría) siempre diéron convencidos con la consideración de los posibles errores una velocidad diferente de cero para el viento etéreo [94,95]. Marinov [90,91], Silvertus [115] encontraron la velocidad correcta respecto a la radiación de fondo. Sólo durante el blindaje por medio de un caparazón metálico el resultado era cercano a cero. Aceptando, no sin reservas, la teoría del éter recordemos, en aras de la objetividad, que en la actualidad todos los aparatos se someten al vacío (se hacen un sistema cerrado). Y, por ejemplo, la velocidad local del sonido en el salón de un avión permanece constante (independiente del viento exterior) incluso en el caso del movimiento ultrasónico del avión. El punto de vista etéreo no contradice los resultados obtenidos: el arrastre de Fresnel para los cuerpos metálicos es total (la electrodinámica de Herz es válida para los metales), esto significa que el éter está en reposo respecto al aparato (localmente) dentro del caparazón metálico y no tiene sentido buscar el viento etéreo en el interior. Hay otro punto que comúnmente callan los relativistas. Incluso cuando no hay un blindaje metálico es suficiente una placa muy delgada de vidrio (o de aire en los experimentos originales) para que se debiera considerar la reemisión de la luz por estos elementos localmente en reposo. Como resultado, la velocidad realmente observada en la concepción etérea deberá ser de antemano menor que la velocidad del movimiento de la Tierra por su órbita. Así pues, el experimento de Michelson-Morley no testifica a favor de la constancia de la velocidad de la luz y no refuta ningún principio clásico.

## La aberración, el experimento de Fizeau y otros experimentos

¿Qué experimentos, pues, se pueden explicar sólo con la intervención de la TER? Iniciemos con algunas aclaraciones auxiliares. No tocaremos detalladamente la electrodinámica cuántica, ya que su exactitud de predicción depende muy débilmente de la exactitud ( $\Delta c/c$ )  $\sim 10^{-8}$  (esto para el movimiento del receptor; para el movimiento de la fuente la velocidad de la luz puede permanecer constante en general, de igual manera que, por ejemplo, la velocidad del sonido), pero nadie ha hecho siquiera el intento de considerar que la velocidad de la luz no es constante.

El fenómeno de la aberración estelar se explica perfectamente por la física clásica [23] y se determina mediante los siguientes dos hechos esenciales:

- (1) el cambio de la velocidad del sistema de observación durante el transcurso del año a causa, principalmente, del giro orbital de la Tierra (este estado es absoluto y no depende de la velocidad del movimiento rectilíneo del sistema inercial o de la presencia del éter o de otro medio), y
- (2) la transmisión lineal del rayo de luz entre la fuente y el receptor en los sistemas inerciales (para la teoría corpuscular esto es una consecuencia del carácter inerte del movimiento de la partícula de luz; para la teoría ondulatoria, del principio de Huygens).

Recordemos una vez más que la luz al entrar a nuestro aparato medidor tiene una dirección y frecuencia fijas (no importa la prehistoria del proceso: el movimiento de la fuente, el medio, el receptor) y es con esta "luz concreta" la que se realizan todas las mediciones. El experimento de Fizeau no es un experimento crítico, ya que permite la grabación de la velocidad de la luz en un medio

$$u = \frac{c(\omega)}{n} \pm v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right),$$

y las mediciones se realizaron para una concreta frecuencia fija  $\omega$ , es decir, no hubo la comparación de  $u(\omega_1)$  y  $u(\omega_2)$ , lo cual es imposible de realizar en el experimento de Fizeau.

El hechar mano del tiempo de vida de los muones para demostrar la TER es especulación pura. Crear dos sistemas inerciales que se muevan uno respecto al otro a velocidades relativistas es algo que un está fuera del alcance de la humanidad actual. Y no hay que esconder una realidad completamente diferente tras el disfraz de dicho experimento. El tiempo de vida de las partículas inestables debe depender de las condiciones de su formación (incluso un núcleo estable puede volverse exitado, inestable o, al contrario, puede tener lugar la recombinación, etc.). Y las condiciones de formación de los muones a un altura de 20 – 30 km durante las colisiones de los rayos cósmicos de altas energías con los átomos de nitrógeno y oxígeno se diferencian de las condiciones en que tiene lugar su formación en el laboratorio. Y no hablemos ya de que no se han medido a diferentes alturas ni siquiera las velocidades, las aceleraciones ni la intensidad de los flujos de los muones. Las mediciones realizadas en los aceleradores revelan más bien el efecto de las aceleraciones y de los campos sobre un proceso concreto de desintegración de partículas concretas. La "demostración mediante muones" ingresó a los libros de texto de la TER desde mediados de los años treinta. Unos años después se encontró que, en primer lugar, los muones se forman a prácticamente cualquier altura y que, en segundo lugar, su capacidad de penetración crece considerablemente con el aumento de la energía. Aun así la pseudodemostración relativista no desapareció de los libros de texto y con ella se les sigue tomando el pelo a los estudiantes (con respecto a la cuestión de la ética científica).

### La hipótesis de Ritz

En honor a la verdad hay que aclarar que ni tan sólo la hipótesis balística de Ritz (esta es, en esencia, la ley clásica de la suma de las velocidades para los corpúsculos) pudo haber sido tan fácilmente refutada a inicios del siglo 20. Expondremos brevemente la deducción de [29] y daremos algunas aclaraciones. El tiempo de llegada de la señal de un estrella-satélite a la estrella central que se encuentra a una distancia  $L$ , al entrar a la sombra  $t_1 = L/(c - v)$ , y al salir de

la sombra  $t_2 = \frac{T}{2} + L/(c+v)$ , donde  $T$  es el período del movimiento orbital. Poniendo para el efecto de eclipse (el sistema doble se vuelve visible como triple)  $t_1 = t_2$ , obtenemos  $L = T(c^2 - v^2)/(4v)$ . Para el diámetro de la órbita tenemos que  $D = Tv/\pi$ . Si  $\alpha$  es el ángulo de observación entonces  $\alpha \approx \tan \alpha \approx D/L$ , y ya que  $v \ll c$ , tenemos que  $\alpha = 4v^2/(\pi c^2)$ . La velocidades reales de los satélites observados  $v \ll 350$  km/s. Como resultado, para la observación de tal efecto se deberá tener  $\alpha \ll 2 \cdot 10^{-6}$  radianes (lo cual supera la exactitud de los telescopios actuales).

Claro que esta deducción es bastante burda. En la expresión para  $t_2$  hay que escribir  $Tx$  en vez de  $T/2$ , donde  $x$  es la fracción del período cuando el satélite se encuentra en la sombra;  $x < 1/2$  siempre, lo cual aumenta la exactitud extrema de  $\alpha$ . Además, actualmente es posible fijar períodos muy cortos de tiempo con ayuda de la fotografía (si la exposición lo permite), esto es, se puede escribir  $t_2 - t_1 = \frac{T}{2} + y$ , donde  $y \ll T$ , lo cual aumenta más todavía la exactitud extrema. No obstante, hagamos también algunas aclaraciones en justificación.

- (1) La investigación de  $t_2 \geq t_1$  es inproductivo ya que todos los eclipses observados serán periódicos y no podremos comprobar de ninguna manera si en realidad observamos un sistema triple (o cuádruple) o esto es sólo una apariencia.
- (2) Durante el proceso de movimiento del satélite a lo largo de su órbita el tiempo de llegada de la señal al punto de observación cambia suavemente (el objeto real, el satélite, y su imagen visible no coinciden) lo cual distorsiona la definición de la órbita real y de su valor  $x$ .
- (3) A consecuencia de que la luz pasa por un medio heterogéneo (la atmósfera y también el espacio cósmico) se conocen los fenómenos de la cintilación y la dispersión. Para reducir su efecto negativo es necesario observar eclipses totales (y no parciales) y es preferible hacerlo desde los satélites artificiales de la Tierra.
- (4) Puesto que a nuestro alcance estará sólo la proyección del plano de la órbita, entonces no podemos en general evaluar con garantía la longitud del segmento de sombra  $x$  (Fig. 3.3). El tiempo de



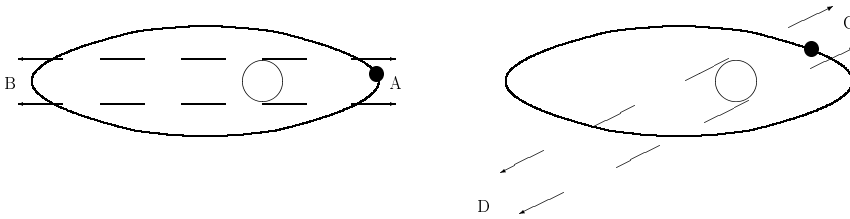


Figura 3.3: La determinación del segmento de sombra.

movimiento bajo la sombra será diferente dependiendo de la dirección hacia el observador (hacia la Tierra). Por consiguiente, se necesitan órbitas con orientación simétrica, y la exactitud de la determinación de los "brazos" de la proyección y de las dimensiones de ambos cuerpos pone limitaciones a la exactitud (de cálculo) de la determinación del tiempo de llegada de las señales.

(5) Más arriba se habló que no existe una frecuencia abstracta sino que se observarán valores concretos  $c(\omega_1[v])$  y  $c(\omega_2[-v])$ . Por consiguiente, la exactitud en la determinación de las frecuencias ( $\Delta\omega/\omega_0$ ) pone un límite más a la evaluación teórica de la exactitud ( $\Delta c/c_0$ ) y, correspondientemente, a ( $\Delta t/t$ ).

La aclaración más categórica es la siguiente.

(6) La luz de determinada frecuencia  $\omega_0$  no es emitida por el objeto, que se mueve como un todo a una velocidad  $\mathbf{v}$ , sino las partículas que se mueven caóticamente con velocidades térmicas. Por consiguiente, determinar la demora del tiempo de cálculo de la velocidad del objeto como un todo no es posible utilizando cualquier frecuencia característica a microescala (líneas de emisión). Sólo si la gráfica de intensidad espectral del satélite  $I(\omega)$  presenta una cierta forma característica (por ejemplo, el máximo  $I_{max}(\omega_1)$ ) y si se puede distinguir (por su forma) de la gráfica de la intensidad espectral de la estrella principal, entonces la observación del cambio de la gráfica de la intensidad espectral  $I(\omega, t)$  en la frecuencia flotante (!) destacada  $\omega_1(t)$  (la cual corresponde al máximo  $I_{max}(\omega_1(t))$ ) podría confirmar o refutar la hipótesis balística de Ritz.

Hasta donde el autor tiene conocimiento, en tal área no se han realizado análisis detallados de los datos astronómicos. Más adelante conviene recordar que la hipótesis de Ritz para los sistemas dobles predice, además de la fase, también la amplitud de la modulación de la señal entrante (en un punto fijo del espacio a causa de la diferente velocidad de transmisión de la luz ocurren pulsaciones de la intensidad a causa de la superposición de la luz, emitida en diferentes momentos de tiempo). Aquí, entre más grande sea la distancia hasta el sistema doble, más aun aumenta la intensidad relativa de las pulsaciones. También aumenta (hasta ciertos límites) la frecuencia de las pulsaciones. Ciertos autores [29] analizan la "existencia" de cuasares y pulsares como confirmación de la hipótesis de Ritz. Efectivamente, la pequeñez de sus períodos de pulsación (a veces menores a un segundo) habla del carácter compacto de esos objetos, y la potencia de emisión (considerando su lejanía) habla de lo contrario. O bien hay que revisar minuciosamente la hipótesis de Ritz o bien hay que creer las versiones fantásticas (no comprobadas) actuales. Y las dificultades de tratamiento de las observaciones por radar de Venus nos obligan a pensar sobre la posibilidad de existencia de propiedades inerciales de la luz. Empero, la defensa o el desarrollo de la hipótesis de Ritz no es el propósito del presente libro.

### El experimento de Sagnac

El experimento de Sagnac representa la demostración directa de la inconstancia de la velocidad de la luz  $c \neq const$  (y la testificación indirecta sobre la ley clásica de la suma de las velocidades para la luz). Recordemos su esencia: en la orilla de un disco que gira con una frecuencia angular  $\Omega$  se colocaron cuatro espejos (concretamente tres espejos  $B$  y una placa  $H$ , ver la Fig. 3.4). El rayo de luz se dividía en dos (en la placa  $H$ ), uno de los cuales se movía contra las agujas del reloj (en dirección del giro) y el otro en la dirección de las agujas del reloj. Al encontrarse los rayos surgía una imagen de interferencia. El desfazamiento de las franjas (a consecuencia de la diferencia en el tiempo de llegada de las señales) resultó ser:  $\Delta z = 8\Omega r^2/(c\lambda)$ .

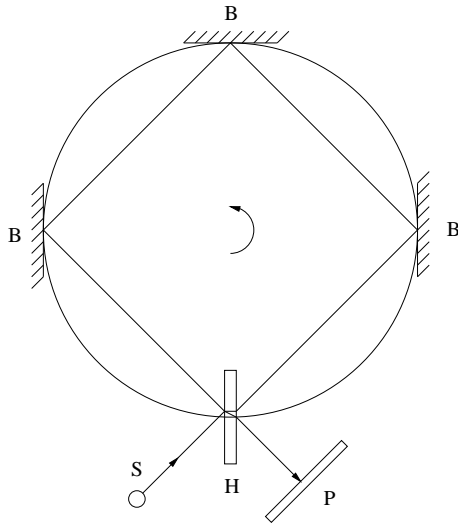


Figura 3.4: El experimento de Sagnac.

Es evidente que el carácter no inercial del giro del sistema a una frecuencia  $\Omega$  no es aquí un momento determinante: Nadia ha visto aun en el vacío la luz curvada (entre los dos reflejos la luz se mueve de forma rectilínea). De cualquier manera veamos el siguiente experimento mental. Imaginémonos que el radio del disco tiende a infinito  $r \rightarrow \infty$  de tal forma que el valor  $\Omega r = v$  permanezca constante. Entonces tenemos que  $\Omega \rightarrow 0$ . Por consiguiente, el valor de la aceleración  $\Omega^2 r$  tenderá a cero. Elijamos el radio  $r$  de modo que la aceleración sea mucho menor que cualquier valor dado de antemano (por ejemplo, que la exactitud experimental existente). Entonces nadie podrá distinguir este sistema “casi inercial” de uno inercial. Si aquí, además, aumentamos el número de espejos separados la misma distancia ( $N \rightarrow \infty$ ), entonces las líneas rectas (los rayos de luz) entre los espejos se acercarán a la circunferencia del disco. Como resultado obtenemos la siguiente expresión para el desfase de las franjas:  $\Delta z = \alpha L v / c$ , donde  $\alpha$  es una constante para la luz elegida ( $\lambda$ ),  $L$  es

la longitud de la circunferencia. Como consecuencia de la evidente simetría del experimento, el efecto será aditivo para  $L$  y su valor se puede relacionar con la unidad de longitud. El efecto "cumulativo" de la aceleración para un segmento rectilíneo seleccionado puede hacerse menor que cualquier valor dado con antelación. De este modo, tenemos un valor para el desfase de las franjas:  $\Delta z \sim v/c$  (algunos cambios en  $\Omega$  conllevan a los cambios correspondientes de  $v$  ya que  $v = \Omega r$  es un valor finito). Por consiguiente, el tiempo de transmisión de la señal depende linealmente de la velocidad de movimiento del sistema, es decir  $c \neq \text{const.}$

### Una palabra a favor del pobre éter

Hagamos una aclaración auxiliar respecto al éter. Sinceramente hablando, aparte del "vacío absoluto" (sin propiedades físicas), la invención de otros conceptos del tipo "vacío físico" (que posee propiedades físicas) no es justo en relación a muchos investigadores anteriores (plagio) puesto que ya existe un término para conceptos semejantes: "éter". Sólo le fué puesta al éter la siguiente taréa: explicar inmediatamente con un modelo sencillo y claro todos los experimentos o retirarse del escenario". El desarrollo ulterior de la física llevó a otra práctica (recordemos el dualismo de la luz, la mecánica cuántica y otros): se empezaron a postular simplemente como un hecho propiedades contradictorias de objetos físicos o fenómenos sin explicación y sin un modelo real claro. Por ejemplo, existe el modelo del liquido de doble componente para la descripción de las propiedades contradictorias del helio superfluido (la fluidez sin viscosidad por un capilar y la existencia de fluidez al girar). La realidad está lejos del modelo, pero éste funciona (es útil). Y sólo a la teoría del éter los relativistas le exigían más. Aunque, en realidad, para todos los modelos de éter, anunciados como irreales por los relativistas, existían analogías que funcionaban en la naturaleza (¿Por qué pues habría que exigirle más al modelo?). Por ejemplo, no hay nada asombroso en el hecho de que la velocidad de la luz puede permanecer igual al cambiar la densidad del éter: la velocidad del

sonido en el aire para  $T = \text{const}$  tampoco depende de la densidad del aire. No hay tampoco nada contrario a la naturaleza en el hecho de que la densidad del éter puede aumentar considerablemente (tan sólo 60000 veces) cerca de la superficie de la Tierra en comparación con la del cosmos: La densidad de la atmósfera aumenta en muchos órdenes más. El modelo de Stokes es un modelo sin atmósfera. Las dificultades matemáticas del modelo (la suposición del movimiento incompresible y no turbulento) no tienen nada que ver aquí: una solución real, que describe a la naturaleza, puede resultar cercana a la encontrada por Stokes (simplemente es mucho más difícil encontrar matemáticamente sin simplificaciones una solución estricta real de la ecuación no lineal con derivadas parciales). En honor a la verdad aclaremos que actualmente existen concepciones bastante desarrolladas del éter (Por ejemplo, [1,8]).

Pasaremos ahora a otras preguntas concretas y haremos unos comentarios breves sobre algunos experimentos conocidos. Más arriba se analizó sin la TER a la aberración en el espacio vacío, tanto desde el punto de vista corpuscular, como del de la teoría ondulatoria. El resultado será análogo también desde el punto de vista de la teoría del éter inmóvil. El arrastre completo del éter por el medio no se entiende para el caso de la disminución paulatina de la densidad del medio (por ejemplo, en los gases). Por eso la hipótesis del arrastre total del éter no ha sido discutida seriamente por nadie (excepto por los relativistas). Incluso si el éter fuese arrastrado completamente por los cuerpos sólidos y líquidos, el análisis no sería sencillo: sería necesario desarrollar una teoría de la capa de transición entre los cuerpos y una teoría de la capa fronteriza del éter para los gases en dependencia de la densidad de éstos (por ejemplo, en el experimento de Michelson no se podría hablar de más de 30 km/s que es la velocidad orbital de la Tierra misma). Sin embargo la física avanzó por un camino diferente y ya Fresnel introdujo el coeficiente que muestra que en los medios ópticamente transparentes se puede suponer sólo el arrastre parcial del éter. Él prácticamente no cambia (con la exactitud alcanzada) la aberración al llenar un tubo con agua, lo cual fue demostrado por el mismo Fresnel (notemos que

para la observación no vertical es necesario considerar el ángulo de refracción en el medio que llena el tubo, pero, hablando en general, todas las preguntas de este tipo tienen relación no con la teoría de la aberración sino con la de refracción). El único caso en que es válido discutir la hipótesis del arrastre total del éter es para los medios ópticamente opacos (los metales). Probablemente Herz haya entendido intuitivamente esto cuando se negó desde el principio a analizar desde el punto de vista de su electrodinámica los fenómenos ópticos (por eso no es válida la utilización de la teoría para los dieléctricos con el fin de desacreditarla).

El experimento de Trawton y Noble no contradice el principio de relatividad de Galileo en el espacio vacío. Hablando en general, ninguno de los experimentos con dieléctricos contradice el principio de relatividad de Galileo ya que la luz (más ciertamente su campo) realiza parte de su recorrido en el vacío entre los átomos, y en la otra parte del recorrido se absorbe y se reemite por los átomos. Para la teoría del éter arrastrado parcialmente (si no existe un blindaje metálico) siempre se puede determinar, con una exactitud práctica, el coeficiente de arrastre de Fresnel que se comprueba para los experimentos de primer y segundo orden (a decir verdad, frecuentemente la exactitud resulta pequeña y en la práctica se introduce más de un coeficiente de "ajuste forzado"). El experimento de Rowland demostró prácticamente que desde el punto de vista de la teoría del éter, éste es arrastrado completamente por el metal, y desde el punto de vista del principio de relatividad de Galileo el experimento demostró la equivalencia entre las cargas en movimiento y la corriente. En los experimentos de (Roentgen) Eichenwald y Wilson se obtuvo prácticamente el coeficiente de arrastre de Fresnel en los dieléctricos.

### **El experimento de Kennedy-Thorndike**

El interferómetro de Kennedy-Thorndike se distingue del interferómetro de Michelson sólo en que las longitudes de los brazos perpendiculares fueron inmediatamente elegidas diferentes. Sin embargo, para la imagen de interferencia es importante sólo la diferencia

recorrido de los rayos con relación a la longitud de onda de la luz utilizada (la porción de la longitud de onda). Además, la exactitud de la medición de la longitud de los brazos del interferómetro (por ejemplo, del interferómetro de Michelson) siempre es menor que la longitud de onda de la luz utilizada. Así que contrariamente a la opinión [38], el experimento de Kennedy-Thorndike no se distingue esencialmente del de Michelson-Morley. Por eso todas las aclaraciones hechas anteriormente para el experimento de Michelson son comunes para ambos experimentos. Si partimos del fin del experimento (la observación del efecto del movimiento del sistema del interferómetro sobre la velocidad de la luz), entonces la evaluación de los autores  $v \leq 15$  km/s será más adecuada que la expresada en los libros de texto, aunque tampoco es cierta (ver más adelante). La gran estabilidad en la temperatura, empezando desde un cierto límite, tampoco juega ningún papel ya que para cualquier  $T = const$  ( $T \neq 0$ ) siempre existen fluctuaciones térmicas y oscilaciones de la red cristalina de la base. Lo más importante es que no se han comparado diferentes velocidades de la luz  $c(\omega)$  (la única diferencia posible, ver más arriba) para diferentes frecuencias  $\omega$ , lo cual no pudo haber sido realizado en tal experimento. Además, para el espacio vacío permanecen válidos todos los razonamientos clásicos sobre los sistemas inerciales, es decir, se observa el principio de la relatividad de Galileo [48]. La aclaración general sobre el blindaje metálico para el modelo del éter también es aplicable a este experimento. De este modo, ninguno de los experimentos enlistados tiene relación incluso con la observación del movimiento de la Tierra.

### El experimento de Ives-Stilwell

Pasemos ahora al experimento de Ives-Stilwell. Aclaremos que el mismo Ives era un opositor a la TER y explicó el experimento desde la posición del éter (significa que también se puede interpretar de esta manera). Para la TER es característico, en general, "echarlo" todo a su "montón" (probablemente para que tenga un aspecto más digno) o "atar" la TER a todas las teorías (incluso a las

que no se han comprobado totalmente), dando el aspecto de que si la TER se "hunde," entonces toda la ciencia "se hundirá". Hablando en general, a diferencia de la teoría elemental del efecto Doppler, la determinación de la dependencia de la frecuencia en una configuración arbitraria es un privilegio del experimento (y entretejer aquí una hipótesis adicional sobre el tiempo es crear una gran tensión). Prácticamente, los experimentos de Ives-Stilwell no determinarían ni tan sólo idealmente (si despreciamos las particularidades reales del proceso) el efecto transversal de Doppler sino el efecto Doppler para dos direcciones cercanas a  $0^\circ$  y a  $180^\circ$ , es decir, los efectos cercanos a los longitudinales. Estos experimentos son indirectos ya que el valor (supuestamente relativista) de la corrección es un valor calculable (además, comparable desde diferentes regiones, lo cual conlleva a una asimetría adicional). Los experimentos [22] mostraron considerables desviaciones sistemáticas respecto a la expresión relativista (hasta de  $60 \pm 10\%$ ). Por lo tanto, el efecto puede determinarse no tanto por la expresión de Doppler como por la particularidad de las reacciones en los haces. Además de recordar otros experimentos alternativos [22,120], daremos una cierta crítica del experimento analizado. Los relativistas describen el experimento de tal manera que pareciera que el efecto transversal de Doppler se percibe desde un punto del dispositivo en un cierto momento de tiempo (el momento del vuelo de la perpendicular media). En realidad la señal captada es la suma integral de las diferentes regiones de emisión en tiempos diferentes y que, además, no son perpendiculares al movimiento (¿a donde se fue, por ejemplo, la aberración?), esto es, el efecto estudiado representa algo complejo intermedio. entre dos efectos Doppler longitudinales. Además, la teoría en la TER y las fórmulas se dan para las ondas planoparalelas y a tales distancia tenemos prácticamente fuentes puntuales, esto es, ondas esféricas. Escribamos las longitudes de los lados del triángulo: 1) el primer lado representa la trayectoria de la señal a lo largo del eje  $Y$  desde la fuente hasta el origen de coordenadas  $O$ , donde se encuentra el receptor en el momento de emisión de la señal  $Y_0 = V_s t$ ; 2) el segundo lado representa el camino recorrido por el receptor a lo largo



del eje  $X$  desde el momento de la emisión hasta el momento de la recepción de la señal  $X_1 = vt'$ ; 3) el tercer lado (la diagonal) representa la trayectoria de la señal desde la fuente hasta el punto de recepción  $V_s t'$ . Entonces de la relación entre los lados del triángulo se puede encontrar el tiempo de retraso con respecto al caso en reposo:  $t' = t / \sqrt{1 - v^2/V_s^2}$ . En realidad obtuvimos el efecto Doppler perpendicular para ondas esféricas, el cual existe tanto para la luz ( $V_s = c$ ) como en la acústica ( $V_s = V_{son}$ ). Como resultado se observará un desfase hacia la región del rojo (la mayor parte del tiempo de la acción de tal frecuencia desfasada) y el efecto deberá depender de la distancia hasta el punto del observador. ¿Y quién ha dicho además que el efecto clásico Doppler para las ondas planas paralelas se debe observar para la luz? Si el efecto tiene un aspecto clásico sólo en el caso de un movimiento puramente ondulatorio. Si la luz no es completamente una onda, entonces se pueden obtener otras expresiones, incluidas las relativistas [60]. De este modo, el experimento dado tampoco puede ser asignado incondicionalmente a los experimentos que confirman la desaceleración relativista del tiempo en la TER.

Algunos relativistas [38,107] destacan tres experimentos clave (el de Michelson, el de Kennedy-Thorndike y el de Ives-Stilwell), los cuales supuestamente conllevan unívocamente a las transformaciones de Lorentz (la base de la TER). Pero, como vemos, ninguno de los tres experimentos es una demostración. La TER "pende del aire" incluso desde el punto de vista experimental.

### Aclaraciones adicionales

Empecemos con las aclaraciones generales. En honor a la verdad hay que aclarar que ni tan sólo para los fenómenos mecánicos se ha comprobado el principio de relatividad con una exactitud experimental máxima. Si lo comprobamos en ausencia del éter todopene-trante, el campo gravitacional también posee propiedades análogas. Se mueva como se mueva el observador sobre la Tierra (con un movimiento rectilíneo uniforme o con un movimiento circular sobre

la superficie de la Tierra), la fuerza de gravedad cambiará en magnitud o en dirección, lo cual puede ser observado al comparar las leyes cuantitativas en los experimentos. Por consiguiente, los experimentos hipotéticos anunciados podrían ser llevados a cabo sólo en ausencia de la gravedad o para la estricta distribución simétrica de todo el Universo con relación al punto de observación. Pero cuando hay cuerpos en movimiento tal compensación estricta de la gravedad podría existir sólo en un punto. En todos los casos reales se observan cambios absolutos del estado (de la velocidad, de la aceleración y otros) respecto al punto del espacio por el que pasa en el momento dado el objeto estudiado. Además de esto, hay que reconocer que el concepto estricto de sistema inercial en el plano experimental debe ser ampliado y transmitido a los "sistemas casi inerciales", es decir, a los sistemas que dentro de los límites de la exactitud existente son indistinguibles de aquellos estrictamente inerciales durante el transcurso de todo el experimento. En el caso contrario este concepto estaría privado de aplicación práctica y resultaría inútil para la física. Por ejemplo, está claro que todos los experimentos relativistas sin excepción se han llevado a cabo en el sistema no inercial de la Tierra (la no-inercialidad de la Tierra se demuestra elementalmente con ayuda del péndulo de Foucault) y si nos ponemos completamente exigentes, entonces no se puede apelar al principio de relatividad de la TER para su explicación (un rigor ilimitado "le pone una cruz de despedida." a cualquier área de la física).

Hagamos una observación más. La falsedad de la teoría de la relatividad no está relacionada de ninguna manera con la presencia o ausencia de todos esos efectos que la TER intenta describir y sobre los que especula (de la misma manera que la eliminación de las esferas de cristal no elimina los movimientos reales observados de los planetas). Hay que separar claramente dos cuestiones: ¿existe realmente el fenómeno mismo y si es verdadera o no cierta teoría que se adjudique exclusivamente a sí misma la explicación de dicho fenómeno? Por esas mismas razones", expresadas en la TER, no puede haber ningún efecto extraordinario (el conjunto de posiciones y conclusiones de la TER no es consistente, es decir, es lógicamente

contradictoria). Si se observa algún efecto, hay que buscar otra causa (explicación, interpretación) real para él. Cada teoría contiene toda una serie de "si-es", los cuales deben comprobarse experimentalmente. Por ejemplo, ¿puede cambiar en un objeto el transcurso de algunos procesos al cambiar realmente (!) la velocidad de dicho objeto? En principio puede. Por ejemplo, el primer "si": existe el éter; el segundo "si": cierto proceso depende de la velocidad respecto a este éter. Entonces la velocidad relativa de dos sistemas de observación no tiene nada que ver. Así pues, si el primero y segundo sistemas se mueven en direcciones contrarias con la misma velocidad respecto a éter  $v$ , entonces procesos análogos en estos sistemas transcurrirán de igual forma. Y si un tercer sistema se mueve hacia la misma dirección que la primera, pero con velocidad  $3v$  respecto al éter, entonces, apesar de esa misma velocidad relativa  $2v$ , los procesos en el tercer y primer sistemas se diferenciarán. En este caso se viola el principio mismo de relatividad (y con mayor razón el de la TER). Esto es, en principio, posible, pero deberá comprobarse sólo durante el transcurso de los experimentos (nadie ha realizado esto con la exactitud necesaria).

Una aclaración más respecto a los resultados experimentales. La dispersión de los datos en cada uno de los experimentos para la medición de la velocidad de la luz es, como regla, elevada. Y las pequeñas tolerancias anunciadas por la TER se obtienen sólo después de un determinado tratamiento estadístico (es decir, de la corrección para obtener los resultados esperados). Esto ya ha llevado a confusiones: el valor más probable para la velocidad de la luz anunciado por los relativistas fue cambiado dos veces con una clara incursión más allá de los límites de tolerancia anunciados (ver. [25]).

Notemos que en el cosmos la dispersión de la luz fue hallada hace mucho [5]. En el trabajo [49] se propuso la dispersión  $c(\omega)$  en el vacío (esta hipótesis se analizará en los Apéndices). Se puede dar el ejemplo de un caso en que las líneas de emisión aparecieron dos meses después de la observación del destello de rayos X [13], lo cual también puede tener relación con la dispersión de la luz en el vacío.

La ley clásica de la suma de velocidades se relaciona sólomente

con el movimiento de traslación de los cuerpos. Si se tiene además un movimiento oscilatorio, entonces no se puede en general decir nada concreto respecto a la velocidad sumaria (incluso para las velocidades no relativistas). Por ejemplo, la velocidad del golpeo de un diapasón no tiene ninguna relación con la velocidad de las ondas transmitidas. Un ejemplo más. Supongamos que una varilla larga se mueve sobre la superficie del agua de modo perpendicular a su longitud a una velocidad  $v_1$  y que una fuente puntual frente a la varilla provoca ondas. Entonces en parte de su recorrido estas ondas irán sobre el agua en reposo respecto a la varilla a una velocidad  $v_2$  y otra parte de su recorrido lo harán sobre el agua que está en reposo respecto a la orilla. Como resultado, la velocidad de la onda estará entre  $v_2 + v_1$  y  $v_2$  (y será, hablando en general, una función de la distancia hasta la fuente). El siguiente ejemplo. La velocidad local del sonido respecto al movimiento del avión dentro la cabina con agujeros dependerá de la velocidad establecida de la corriente de aire dentro de dicha cabina (un cierto análogo al coeficiente de arrastre de Fresnel).

Algo muy extraño es el típico "aumento de la exactitud" durante el tratamiento estadístico de los resultados en la TER. Esto significa que se eligen artificialmente los datos y se estudian las dependencias que de antemano se ciñen a la teoría dada. En primer lugar, los valores más probables de las diferentes magnitudes físicas pueden no estar de ninguna manera relacionadas causalmente entre ellas incluso en actos individuales de interacción (recordemos la diferencia entre valor real y valor promedio, el valor más probable o efectivo en un proceso concreto de medición). En segundo lugar, para las expresiones considerablemente no lineales es muy difícil obtener las relaciones anunciadas para las magnitudes verdaderas (instantáneas ligadas causalmente) a partir de la igualdad de los valores medios (o efectivos). Tal análisis de los datos (que supuestamente confirman la TER) no se encuentra por ningún lado (ya que es necesario en este caso recurrir a la teoría de las fluctuaciones). En tercer lugar, hay que prestar atención a los siguientes resultados matemáticos:

- 1) la determinación del valor medio estadístico de una función

periódica con un período desconocido hecha para otro período (incorrecto, por ejemplo, cuando no se considera la aportación de la reemisión de los átomos) puede dar como resultado cero u otro valor menor que el real;

2) el intento de determinar la dependencia periódica mediante la separación de un armónico adivinado incorrectamente o desfasado da cero  $\int \cos(\omega t) \cos(\omega_1 t + \alpha) dt = 0$  o un valor disminuido. Es posible que el tratamiento estadístico incorrecto de los datos sea la razón por la cual, aun con la desviación considerable respecto al nivel cero de cada una de las mediciones por separado, en toda una serie de experimentos (como el de Michelson) se obtienen oscilaciones muy pequeñas de las magnitudes después del tratamiento estadístico (recordemos el análisis realizado por Miller en sus experimentos [95]).

Está bastante "de moda" investigar cualquier fenómeno con ayuda del efecto fino de Mössbauer. Pero es muy extraña la correlación del efecto de la temperatura sobre el desfase de la frecuencia de resonancia con el efecto de desaceleración del tiempo de la TER en experimento de Pound y Riebkey; esto es especulación pura. Aunque los cambios térmicos en mayor o menor medida influyen sin excepción en todos los fenómenos físicos, pero el tiempo de la TER no tiene nada que hacer en un área evidentemente clásica de la investigación. En el caso contrario, si se prolonga tan sólo un poquito la pretensión global de los relativistas hacia la región cercana, hasta la fusión de la muestra (cuando el efecto mismo desaparece), ¿entonces habrá que declarar en este caso: el tiempo termino su carrera, el tiempo se volvió singular u otra locura así? El análisis estadístico en los experimentos térmicos de Pound y Riebkey es también un asunto bastante dudoso. Se determina el efecto de la temperatura (más ciertamente de su cambio) sobre el desfase de las frecuencias (¿qué tiene que ver aquí el envejecimiento!). Recordemos que la temperatura caracteriza la dispersión de las velocidades en el interior de la muestra. ¿Cómo se le puede atribuir el efecto a la muestra como un todo? Hablando en general, es extraño relacionar el transcurso del tiempo con el efecto Doppler o eleger en calidad

de indicador del transcurrir del tiempo a una cierta frecuencia de un proceso concreto. Efectivamente, supongamos que se tiene un sistema compuesto por un gran número de átomos, excitados con ayuda de la frecuencia  $\omega_1$ . Elijamos a la frecuencia  $\omega_1$  como indicador del paso del tiempo en esta muestra. Cuando los átomos empiecen a pasar al estado principal, empezarán a emitir. Habrá también átomos que, al contrario, absorberán fotones y algunos de ellos experimentarán incluso una absorción múltiple. Como resultado, en el sistema aparecerá adicionalmente otra frecuencia (incluso varias frecuencias distintas). Pero es absurdo considerar, basándose en este hecho, que el tiempo cambió incluso para estos átomos elegidos, sin hablar ya de la atribución del cambio del transcurrir del tiempo a toda la muestra y menos aun a todos los sistemas de referencia a los cuales se puede enlazar mentalmente nuestra muestra (precisamente tales globalizaciones utilizan la TER y la TGR).

La siguiente aclaración metódica tiene que ver con la frecuente falsificación de términos realizada por los relativistas (uno de los métodos de autoafirmación mediante el autoengaño). Así pues, a los términos que contienen el valor  $c$  en el denominador (por ejemplo  $v/c$  y otros) les dió por llamarles relativistas.<sup>a</sup> aunque en el caso clásico tales términos también se encuentran con frecuencia y es necesario, al menos, comparar las expresiones analíticas para miembros análogos en los casos clásico y relativista. Semejante situación de engaño tuvo lugar en el caso de las observaciones por radar de Venus, cuando surgió el rumor sobre una presuntamente nueva (¡?) confirmación de la TER, aunque en el asunto se utilizaron fórmulas PURAMENTE clásicas (ver [118]).

### Los experimentos de la TGR

Aunque el presente capítulo no está dedicado a la teoría general de la relatividad (TGR), aun así (a causa de la unicidad de la teoría de la relatividad anunciada por los relativistas) presentaremos complementariamente algunas aclaraciones críticas a los experimentos para dar un cuadro más completo. Es muy extraño que los rela-

tivistas en unos casos afirmen la equivalencia de la descripción (por ejemplo, del experimento de Sagnac) tanto en el marco de la TER como en el caso en que se utiliza un sistema no inercial dentro del marco de la TGR, y en otros casos, contra la equivalencia anunciada entre el campo gravitacional y la no-inercialidad del sistema, la TGR dé un resultado inadecuadamente pequeño (por ejemplo, para el desfase del perihelio de Mercurio).

Se anuncia que el experimento de Haefel-Kitting confirma la TGR. Sin embargo, esta conclusión se obtuvo en base a una selección pequeña (también sesgada). Otros investigadores que consiguieron el acceso a esos primeros datos obtuvieron la conclusión totalmente opuesta. Y el experimento de Haefel-Kitting ha sido interpretado a favor de la dependencia del tiempo respecto a la gravedad (la interpretación prácticamente significa el cambio de la frecuencia portadora misma del generador en el campo gravitacional). No obstante, en tal caso él contradice la interpretación del experimento de Pound Riebkey, donde se consideraba que el generador da una misma frecuencia a cualquier altura (y es necesario excluir alguno de los experimentos de la "alcancía" de teoría de la relatividad). No estaría mal que por un tiempo los teóricos dejaran de asegurar "qué es lo que debería ser", que "se quitaran el algodón de los oídos escucharan a los que ellos mismos llamaron con la modesta y poco notable palabra de "observadores" [134] para saber "qué es lo que hay en realidad". Pues precisamente son esos "observadores" los que participaron en la creación del "sistema preferente de referencia" (WGS-84, PT-90, GLONASS, NAVSTAR GPS), a pesar de los postulados de la TER introdujeron las correcciones en el movimiento de la superficie de la Tierra respecto a los satélites de navegación, etc. Los prácticos (geodestas, ingenieros, inventores, experimentadores) no tienen tiempo de escuchar las "explicaciones retrasadas de los teóricos" necesitan actuar como en el refrán "del perro ladrador y la locomotora". Así pues, los generadores de los sistemas satelitales NAVSTAR GPS se ajustan en la tierra a la frecuencia 10,22999999545 MHz para que en la órbita la frecuencia del generador aumente hasta 10,23 MHz, en estricta correspondencia con el efecto Eötvös, conocido ya des-

de antes de la TER; es decir, los experimentos de muchos años en navegación refutan el único experimento con los "aviones en vuelo". El desfase gravitacional en [33] se interpreta desde el punto de vista de la energía, ¿y a dónde se desapareció la desaceleración del tiempo en el campo de la gravedad? En [21] se hizo el intento de deshacerse de la "discrepanciarelativista". Empero, en dicho artículo la "explicación" de los resultados del experimento con ayuda del modelo del elevador (poseedor de una velocidad inicial nula) carece completamente de fundamento, por eso no se puede considerar que la comparación entre los experimentos de Pound-Riebkey y Haefel-Kitting esté a favor del cambio gravitacional del andar del reloj (recordemos que de acuerdo a la TGR el campo gravitacional está localmente "excluido" en un elevador que cae libremente). La cuestión está en que todas las fórmulas de la TER y la TGR son locales. En este artículo los relativistas prácticamente intentan "crear" mentalmente un objeto con la ayuda de señales infinitamente rápidas. ¿Puede el hecho de que el receptor se mueva ahora de cualquier forma dentro del laboratorio influir de algún modo sobre el fotón proveniente de Alfa Centauri el cual se registra después de cuatro años? ¡Por supuesto que no! Pues también la TER considera que la señal (el fotón y su acción) se transmite a la velocidad de la luz (la prehistoria del proceso no se incluye en ninguna de las fórmulas de la TR). Por eso no debemos considerar que la velocidad del elevador en el tiempo inicial es igual a cero cuando "explicamos" el experimento de Pound-Riebkey. Al contrario, deberemos comunicarle al elevador en caída libre tal velocidad (ella no influye sobre el fotón alejado) para que en el momento de registrar el fotón el "aparato" (el átomo receptor) se encuentre en el mismo lugar que el átomo real en reposo y también posea una velocidad nula. Está claro que el efecto Doppler no tendrá entonces nada que ver, ya que él depende sólo de la velocidad y no de la aceleración. Ambos átomos se encontrarán exactamente en la misma posición y la diferencia consistirá únicamente en que uno de ellos tiene un apoyo desde abajo y el otro no. Pero si se quita instantáneamente el apoyo nada puede cambiar en la TER (de acuerdo con el efecto Doppler). Sin embargo, para este



estado final se podrían haber enviado fotones desde diferente "profundidad", es decir, el efecto sería diferente para un mismo estado (lugar). Por consiguiente, el efecto observado no es la acción del lugar en que se ubica el átomo percibido sino las propiedades cambiadas del fotón mismo. Se enrojece precisamente el fotón (y no "se vuelve más azul el lugar de registro"), lo que se puede describir perfectamente en los términos clásicos de la pérdida de energía y del cambio de la frecuencia real del fotón (y no de la frecuencia observada). La "explicación" de la TGR que se da en [21] para este desfase en términos del corrimiento hacia el azul de los niveles energéticos del átomo que absorbe, es bastante dudosa también por otras consideraciones. Puesto que aquí se trata con un átomo separado, entonces el efecto dado no puede ser una característica del lugar" (el reloj de la TGR). Por ejemplo, los átomos de un gas siempre se encuentran en caída libre (excepto en el momento del choque) y no se observaría ningún desfase en dicho lugar. En los líquidos y en los sólidos los átomos también se encuentran en movimiento (incluso para  $T \rightarrow 0$ ). Por lo tanto, en lugar de un desfase bien definido de las líneas (el efecto es muy sensible incluso a las velocidades de algunos cm/s) se observaría el completo embarramiento de las líneas. Pero en cualquier caso se obtiene no el "efecto gravitatorio global de la TGR" [21] sino un efecto que depende de los mecanismos concretos no relativistas que toman parte en tal proceso. Está bien esconderse tras los efectos resonantes (la existencia de líneas de emisión), ¿y si analizamos los saltos en el espectro continuo? ¿De dónde sabe el espectro continuo qué camino recorrió el fotón? ¿Y si consideramos que no cada fotón caído, en el átomo se absorbe y que parte de los fotones siempre pasa de largo sobre ese preciso "lugar azulado" que le estaba esperando? ¿Y si no hay medio en general? Por ejemplo, sea que un fotón deja el "agujero negro". El vuela con una energía constante y los lugares que sobrevuela en su camino "se vuelven más y más azules". ¡Hermosa poesía! En la física no se puede considerar explicación a una simple manipulación de los símbolos matemáticos (por ejemplo, la condición de no-masividad en la tercera "explicación" [21] no es más que una hipótesis). El hecho de que la explicación del

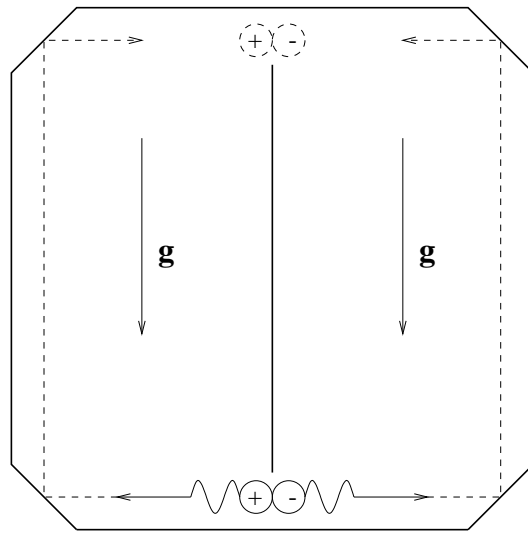


Figura 3.5: El Perpetuum mobile de la TGR.

experimento de Pound-Riebkay es verdadera precisamente entérminos de la energía (cambia la energía, lo cual significa que cambia también la frecuencia del fotón) queda claro del siguiente experimento hipotético (Fig. 3.5). Sea que en el campo gravitatorio  $\mathbf{g}$  se aniquilaron abajo un electrón y un positrón. Representemos arriba los dos fotones obtenidos. Sea que arriba ocurre nuevamente el nacimiento de un par de partículas. Si la energía de los fotones no cambió al subirlos en el campo de la gravedad (recordemos el aire común en la Tierra), entonces ¿cómo hemos subido las partículas a una gran altura sin gasto de energía en el campo de la gravedad (les comunicamos una energía potencial)? ¿Es este un perpetuum mobile? Tal contradicción será más expresiva aun si abajo utilizamos una reacción de otro tipo - cuando se emite un cuanto gamma - y arriba, la reacción inversa correspondiente.

Suenan muy extraños ciertos anuncios de los relativistas sobre la posibilidad y necesidad de la determinación experimental de la

”presuntamente existente curvatura del espacio (¡en nuestro único Universo!): ¿y con relación a qué, propiamente hablando, se mide tal curvatura? Puesto que el experimento puede fijar sólo los CAMBIOS que ocurren con las magnitudes físicas (el método de equiparación con los valores estándar).

Resumiendo la crítica a la base de la teoría de la relatividad se sigue la conclusión acerca de la necesidad de regresar a los conceptos clásicos newtonianos de espacio y tiempo. También regresamos a la ley clásica de la suma vectorial lineal de las velocidades para las partículas.

### Una vez más a cerca de la velocidad de la luz

En la física clásica el concepto de velocidad está claramente definido (se puede incluso recordar a la policía de caminos) y solamente el “agente secreto 007 - la luz” tiene todo un conjunto de “pasaportes” (según los relativistas): “gran constante (con el cual se da el “juramento relativista”); velocidad de coordenadas (esto es cuando los relativistas no pudieron ocultar de ninguna manera la necesidad del profano  $c \pm v$ ) - qué se le puede pedir; velocidad de fase (con la cual los geodestas trabajan [134], los ópticos calculan los microscopios y telescopios, los astrónomos calculan la refracción, etc.); velocidad de grupo (la cual introdujo Reley “por desgracia que los prácticos casi no utilizan, pero que los relativistas anuncian frecuentemente como real” si, por supuesto, ella no resulta “casualmente” negativa o mayor que la constante asignada por ellos). Es la pura estafa de los tres vasos y la bolita: “divinaste, no adivinaste”.

Aunque la cuestión sobre la velocidad de la luz se expuso más arriba, formulemos de un modo más definido la ley de la suma de las velocidades para una señal luminosa (para los modelos puramente corpuscular y puramente ondulatorio de la luz) utilizando el ejemplo del movimiento unidimensional. Dirijamos el eje hacia la dirección que va de la fuente al receptor. Sea que a la distancia  $L$  del receptor la fuente emitió un rayo de luz, el cual se distingue por una cierta característica de frecuencia  $\omega_0$ . Entonces son posibles dos casos.

1) Independientemente de la naturaleza de la luz, durante el movimiento del receptor a una velocidad  $v$  respecto a la fuente la velocidad de obtención de la señal ( $L/t$ ) se determinará por la suma geométrica  $c(\omega_0) - v$ , y la frecuencia de la luz registrada se determinará por la simple ley clásica de Doppler  $\omega = \omega_0(1 - v/c)$ . La pregunta respecto a cuál velocidad local será registrada por el receptor (cuando todas las mediciones se llevan a cabo en el interior de un receptor de dimensiones fijas) es completamente otra: este valor puede depender de la naturaleza de la luz (¿onda? ¿partícula puntual? ¿partícula con grados de libertad?), de la construcción del receptor, de la frecuencia  $\omega$ , etc.

2) Durante el movimiento de la fuente de la señal a una velocidad  $v$  el resultado depende de la naturaleza de la luz. Si la luz representa un flujo de partículas, entonces nuevamente obtenemos la ley clásica de la suma de las velocidades  $c(\omega_0) + v$ . En el caso en que la luz representa una onda, tenemos prácticamente que ver con la suma de los movimientos de traslación y de oscilación y el físico teórico no puede escribir de manera explícita la dependencia  $c[\omega(v)]$  y la ley de Doppler. Para la magnitud de la velocidad se puede en principio encontrar un enlace con las características "entre la traslación". Recordemos que, por ejemplo, la velocidad del sonido en los gases puede ser expresada mediante las siguientes magnitudes: el peso molecular del gas, la temperatura, el exponente de la adiabata; para los sólidos las velocidades longitudinal y transversal se expresan mediante la densidad, el módulo de Young y el coeficiente de Poisson; para los líquidos es necesario el conocimiento de algunos coeficientes empíricos. Una de las hipótesis posible sobre la velocidad de transmisión de la luz en el vacío, se expondrá en los Apéndices; en ella se supone que la influencia principal sobre el proceso de difusión de la luz la tienen las parejas virtuales electrón-positrón. Con relación a la frecuencia: sólo dentro de los límites de las oscilaciones pequeñas la frecuencia se determina a partir de la ley de Doppler  $\omega = \omega_0/(1 - v/c)$ . En el caso de distancias y direcciones del movimiento arbitrarias así como de campos arbitrarios, posiblemente de la existencia del éter o de una estructura interna de la

luz (de la existencia de grados de libertad adicionales) todas las dependencias pueden complicarse considerablemente. De esta manera, tanto la determinación de la ley de la suma de las velocidades, como la velocidad misma de la luz (nuevamente, no la velocidad local, dentro del receptor, ¡sino en el vacío entre la fuente y el receptor!) y la ley del efecto Doppler son prioridades del experimento.

### 3.3. Conclusiones para el Capítulo 3

Puesto que la física es antes que nada una ciencia experimental y la mayoría de los libros de texto inicia precisamente con los "fundamentos" experimentales de la teoría de la relatividad, entonces existía la necesidad de analizar (a pesar de la presencia de huecos lógicos en la TER) la interpretación relativista de una serie de experimentos y mostrar su fallo (no se trata sobre el carácter erróneo de los datos mismos obtenidos en los experimentos: ¡el experimentador siempre tiene la razón!). En el presente Capítulo 3 se analizaron detalladamente para el espacio vacío (con la consideración del principio de relatividad) tanto desde el punto de vista corpuscular, como desde el punto de vista ondulatorio, los experimentos que llevaron a la afirmación de la TER. Se mostró que todos estos experimentos pudieron dar sólo un resultado nuloza que la única dependencia posible para la velocidad de la luz  $c(\omega)$  no se investigó en absoluto. Después fueron analizados aquellos experimentos que supuestamente confirmaron la TER y se dió una serie de aclaraciones metódicas.

El capítulo contiene tanto observaciones generales sobre la fundamentación experimental del principio de relatividad, sobre la teoría del éter, sobre el tratamiento estadístico de los resultados, etc., como la discusión crítica sobre la aberración, los experimentos de Michelson-Morley, Kennedy-Thorndike, Ives-Stilwell y otros. Aquí se muestra el carácter completamente inadecuado de la interpretación de tales experimentos dentro del marco de la TER. Al final del capítulo se discuten los experimentos de la TGR tales como el experimento de Haefel-Kitting y Pound-Riebkey y se muestra la falsedad de las interpretaciones de tales experimentos en la TGR.

El presente capítulo demostró la total ausencia de fundamentos experimentales para la teoría de la relatividad.

## Capítulo 4

# La dinámica de la teoría especial de la relatividad

### 4.1. Introducción

En los capítulos anteriores se demostró la contradicción de los conceptos cinemáticos de la TER, la falta de fundamentos de la TGR, la falsedad de las interpretaciones de una serie de experimentos clave (incluso si después de esto nos referimos a la teoría de la relatividad como una regla mnemotécnica, ella es demasiado complicada e irracional). Aunque esto es suficiente para buscar otras interpretaciones, diferentes a la relativistas, para los experimentos observados aun así el presente Capítulo 4 complementa la crítica sistemática a la teoría de la relatividad mencionada anteriormente. La cuestión está en que los libros de texto, empezando con los del nivel preuniversitario, nos empujan a hacernos a la idea del tal llamado progreso, basado en los éxitos de la ciencia moderna, una de cuyas bases es, según se anuncia, la teoría de la relatividad, recordándonos de paso, por alguna razón, la bomba atómica y los aceleradores. Sin embargo, aquí la situación dista mucho de ser tan despejada (aunque los teóricos creen fanáticamente que sólo los "ganchos", que ellos escriben, tienen una relación completamente directa con la realidad): según los cálculos teóricos "ideales" ni un solo acelerador

tiene la potencia proyectada: en los curso prácticos y en los cálculos de ingeniería, en la mayoría de los casos, se utilizan fórmulas fenomenológicas y parámetros y factores de "ajuste forzado". El fin principal de este capítulo es mostrar que incluso en la única que pareciera ser un área práctica de la TER, precisamente la dinámica relativista, existe todo un conjunto de preguntas que nos obligan a dudar de la fundamentación de las ideas relativistas y de la interpretación de los resultados.

Es famosa la siguiente expresión filosófica, perfectamente aplicable a la TER: "nosotros vemos en el experimento aquello que queremos ver". Preparan tal relación y profundizan la situación los físicos teóricos, quienes "se cuecen en su mismo jugo" en cualquier experimento están prontos a ver sólo la confirmación de sus manipulaciones de los símbolos matemáticos (aunque el autor también es un físico teórico). La indeterminaciones existentes de la teoría (por cierto, esmeradamente ocultas en la TER) permiten variar las interpretaciones de los experimentos dentro de unos límites bastante amplios. Y más adelante la incompletitud de los experimentos se disfraza "de la manera adecuada" con ayuda del "ajuste estadístico" de los datos (el recorte de los datos para darles la forma del resultado deseado).

En los cursos de física teórica, al obtener las ecuaciones de movimiento de la carga eléctrica y las ecuaciones del campo se trata de crear la ilusión de un "idilio" unívoco. Pero en tal caso la ecuaciones de cualquier campo serían las ecuaciones de Maxwell y todas las fuerzas serían del tipo de Lorenz y tendrían en el caso estático el aspecto de la ley de Coulomb. Para el campo gravitacional tal alternativa a la teoría general de la relatividad (TGR) puede discutirse (con algunos complementos y cambios). Pero en el caso general la situación es otra: por ejemplo, las fuerzas nucleares no son proporcionales a  $R^{-2}$ . Existe un conjunto de contraejemplos de diferentes campos y fuerzas. Por consiguiente, la física teórica, incluido el planteamiento de la TER, partiendo sólo de sus principios no puede determinar todos los fenómenos existentes. Esto es un privilegio exclusivo del experimento. (Además, el investigador debe



estar bien preparado para el caso en que cualquier teoría resulte inexacta o incluso falsa).

Asombra la propaganda apologética de la TER. Por ejemplo, la afirmación entusiasta [40] sobre que "la relación entre la masa y la energía es la base de toda la energética nuclear" no tiene bases ni en el plano histórico, ni en el práctico. Esta relación no tiene nada que ver ni con el descubrimiento de las partículas elementales y la radioactividad, ni con el estudio de la desintegración espontánea y forzada del átomo de uranio, ni con la determinación de la estabilidad de los núcleos, ni con el establecimiento de los posibles canales de las reacciones nucleares y la posibilidad de la elección práctica entre ellos, ni con la tecnología de la separación de isótopos, ni con el uso práctico de la energía emitida... De esta manera, la relación entre la masa y la energía no tiene relación con ninguna de las etapas clave del desarrollo de la energética nuclear. No tiene relación incluso con la determinación de la energía emitida en una reacción concreta conocida (aunque sea paradójico). Porque históricamente todo ocurrió en un orden diferente (inversa): al principio se observaba una cierta reacción, la cual se detectaba precisamente gracias a la energía emitida. Y después se pueden introducir de diferentes maneras las funciones de cálculo: combinaciones de símbolos matemáticos. Determinar directamente el cambio de la masa en la reacción nuclear que está ocurriendo es, como regla, generalmente imposible desde el punto de vista técnico. Incluso si se utilizan interpretaciones teóricas cuestionables, el intento de determinar el cambio de la masa resulta ser una satisfacción demasiado burda y cara. De esta manera, la relación entre la masa y la energía juega en el plano práctico el papel de los ejercicios matemáticos colegiales sobre el problema inverso, ya que el resultado deseado se obtiene sin falta de los datos para el cálculo, colocados en la tabla post factum.

## 4.2. Conceptos dinámicos de la TER

Pasemos ahora a la pregunta más complicada sobre los conceptos dinámicos de la TER. Pareciera que es en la cinemática rela-

tivista donde no existen comparaciones experimentales directas de las magnitudes físicas para dos sistemas que se mueven uno respecto al otro (sólo interpretaciones cuestionables) y que es en la dinámica relativista donde todo está en orden (según la lógica de los relativistas: los aceleradores funcionan). Intentemos descifrar los conceptos dinámicos, aunque sea porque la dinámica relativista según la interpretación contemporánea de los entusiastas de la TER se basa en la completamente falsa cinemática relativista.

Empecemos por las aclaraciones generales. La ilimitada difusión de la idea sobre la relatividad de todas las magnitudes de la TER es completamente infundada. Efectivamente, sea que dos cuerpos se encuentran a una distancia  $\mathbf{r}$  uno respecto del otro y tienen una velocidad relativa  $\mathbf{v}$ . Entonces el resultado de la interacción de estos cuerpos en el momento  $t + dt$  no se determina por las características mencionadas sino que depende de toda la prehistoria del movimiento. Puesto que la interacción se transmite a una velocidad finita, entonces en el momento  $t_1$  sobre el primer cuerpo influirá no el segundo cuerpo real (en el momento  $t_1$ ) con sus propias coordenadas y velocidad, sino cierta "imagen" de éste segundo cuerpo del punto precedente de la trayectoria desde donde alcanzó a llegar la acción en el momento  $t_1$ . De este modo, cualquier magnitud física (por ejemplo, la fuerza) no puede depender sólo de la velocidad relativa en ese mismo momento de tiempo. La única excepción la hace cualquier coque de partículas puntuales para el cual  $\mathbf{r} = 0$ . Por consiguiente, o bien hay que utilizar ecuaciones más complejas en vez de las ecuaciones diferenciales locales (considerar la prehistoria) o bien hay que rechazar la idea de la relatividad de todas las magnitudes. Incluso el concepto mismo de "velocidad relativa en el momento de tiempo dado" se vuelve indeteminado ya que cualquier acción real se determinará por las características del momento anterior de tiempo. Y orgánicamente la TER no conoce la velocidad absoluta (sólo la relativa). Esto ya ha provocado confusiones. Por ejemplo, Einstein prácticamente consideraba que la aberración estelar depende de la velocidad relativa de la Tierra y las estrellas ([41], v.1). Pero los experimentos muestran sólo una dependencia de la aberración estelar

rerapecto a la velocidad de la Tierra, y la velocidad de las estrellas no influye de ninguna manera. A pesar de la gran dispersión de las velocidades de las estrellas, la aberración en la Tierra se fija igual para todas las estrellas. ¿A donde se fue la velocidad relativa? Esto, prácticamente, ya es una refutación de la concepción original de la TER. Una refutación análoga de la TER se obtiene en el problema sobre la bobina en el campo magnético: el movimiento de la bobina induce inmediatamente una corriente en ella, y el movimiento del imán (de acuerdo al carácter finito de la velocidad de transmisión de las interacciones) sólo después de un cierto tiempo. No hay simetría en el problema y la dependencia sólo de la velocidad relativa es claramente insuficiente.

## El concepto de masa

Pasemo ahora a conceptos dinámicos más concretos. Empecemos con el concepto de "masa". Para introducir correctamente a la TER el nuevo concepto de "masa de un cuerpo en movimiento.<sup>es</sup> necesario determinar primero el procedimiento para la medición de semejantes masas en movimiento, independientemente de cualquier teoría. (O en la TGR para la "masa del cuerpo en el campo gravitacional": la diferencia entre la masa gravitatoria y la inerte, contrario al propio postulado.) Esto deberá ser precisamente una medición y no un recuento, por ejemplo, nuevamente mediante la formula postulada para la energía o el impulso. De otro modo la teoría intenta "sostenerse ella misma de los cabellos". No existe tal procedimiento de medición para la TER.

El concepto físico de "masa" no tiene una relación directa con todas aquellas formulas (las matemáticas) en las cuales puede entrar la letra "m". Para el concepto básico de masa existe una sólo definición - prototipo exacta. Dicha definición determina la masa precisamente en estado de reposo (por ejemplo, para el prototipo de la longitud también existen condiciones: las térmicas). Y no hay que "inventar la bicicleta". En movimiento la masa simplemente no se determina, aunque la letra  $m$  puede entrar en la fórmulas más

variadas, que contienen  $\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{a}$ , etc. ¡Son cosas diferentes! Por eso la definición del concepto elemental de masa mediante los conceptos definidos más complejamente de la energía y el impulso (que dependen de la teoría, de la interpretación, del estado del sistema, etc.) es un sinsentido físico (aunque posiblemente correcto desde el punto de vista matemático). Así se puede llegar al absurdo y definir el simple concepto de la velocidad como  $\mathbf{v} = \mathbf{p}c^2/E$ . Notemos que cualquier experimento, incluido el medidor, debe ser definido con una exactitud extrema en relación a todas las condiciones de su realización. Y hablando en general, las "explicaciones" las "definiciones" de la física teórica (por ejemplo de la TER) frecuentemente representan los residuos del entendimiento físico y el encubrimiento pseudocientífico de la esencia de la magnitud bajo las transformaciones matemáticas (muchas veces correctas).

### El concepto de centro de masas

Incluso un concepto tan simple como el de centro de masas de un sistema.<sup>en</sup> la TER se vuelve ambiguo para el movimiento mutuo de los componentes del sistema. Así en [33] se analiza la "paradoja del centro de masas": en el sistema de referencia de un cohete se disparan simultáneamente desde sus extremos, dentro del tubo, dos balas de cañón idénticas y los extremos del tubo se cierran inmediatamente de forma hermética con los tapones  $A$  y  $B$  (Fig. 4.1). En la física clásica no aparece ninguna contradicción: en cualquier sistema de referencia el centro de masas siempre coincidirá con el centro del tubo. El centro de masas puede ser determinado de diferentes maneras, precisamente: pesando y calculando directamente (la masa y las distancias son invariantes en la física clásica), como el centro del impulso nulo, como el centro del número bariónico (el número de nucleones en los núcleos), como el centro de la atracción gravitacional. El concepto de centro de número bariónico en [33] se anuncia como "improductivo", ya que la línea universal de este centro resulta no estar relacionada con las leyes de la TER (es decir, ¡simplemente las contradice!). En la TER la gravedad no está orgánicamente inclu-

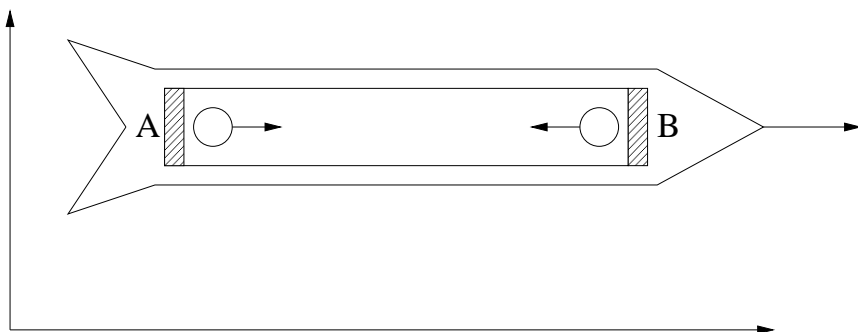


Figura 4.1: El centro de masas del tubo con las balas.

ida y habría por consiguiente que pasar a la TGR pero en el libro [33] se declara la coincidencia del centro de atracción gravitacional con el centro del tubo en un sistema de laboratorio (pero además se investiga el centro de impulso nulo). Empero, inmediatamente después del primer choque con el tapón (no simultáneo en el sistema de laboratorio) hay que retractarse de la universalidad de la TER y recordar el mecanismo concreto de compensación (para salvar la TER): las ondas acústicas en el tubo y el transporte de la energía realizado por ellas (de la masa). Estas ondas que se transmiten desde los extremos del tubo se amortiguan después unas a otras. Pero entonces será necesario postular una diferente velocidad de las ondas acústicas en diferentes sistemas para dos direcciones opuestas. ¿Y si cambiamos el material del tubo y las características geométricas del experimento? ¿Y si no hay ningún tubo y sólo están los tapones de una gran masa y la sensibilidad de las mediciones gravitacionales locales permite determinar el movimiento de las balas? ¿Que hacer con el mecanismo de compensación en los casos enlistados?

Si en la tarea dada determinamos la masa mediante la transmisión del impulso a los tapones  $A$  y  $B$  o a los obstáculos paralelos a ellos (la masa "longitudinal"), entonces obtendremos una cierta línea universal del centro de masas. Si la masa se determina por la presión en el fondo del tubo (por parte de la gravedad, de la

fuerza eléctrica para las balas cargadas o de la fuerza magnética para las balas-imán, etc.), entonces para esta masa ("transversal") habrá otras líneas universales. En general, todas estas líneas universales serán distintas en la TER. Algunas hay que postularlas como sin sentido (improductivas para la TER), en algunas situaciones hay que pasar a mecanismos concretos que expliquen la contradicción y en otros casos hay que postular el cambio de las características objetivas. Por ejemplo, sea que el tapón se sostiene del tubo masivo con un esfuerzo un poco mayor del que se necesita para ser rota por la bala de masa relativista.<sup>en</sup> el sistema de referencia del cohete. Entonces en el sistema del laboratorio uno de las balas (ahora con una masa relativista"mayor) derribará el tapón. ¿Está vivo o muerto el observador que estaba tras el tapón? ¿O, para salvar nuevamente a la TER, hay que postular que el límite de soporte del tapón no es una característica objetiva en la TER (depende del sistema de referencia)? ¿Y si en los extremos del tubo hay "trampas", para que en el sistema del cohete la masa (relativista transversal") sea un poquito insuficiente para que la bala caiga en ella? Entonces nuevamente en el sistema del laboratorio una de las balas (la de mayor masa relativista") se caerá. ¿Nuevamente postulamos el cambio el cambio del umbral de sensibilidad para salvar la TER? Notemos que habrá que postular diferentes características de umbral: longitudinales y transversales (tensoriales, en general). ¿No es demasiado alto el precio de la TER: la postulación de la pérdida de un conjunto de características objetivas? ¿No son demasiados problemas, preguntas y contradicciones <sup>en</sup> un lugar vacío", ahí donde en la física clásica todo era elemental? La TER no puede, pues, rechazar el concepto de centro de masas: en él está basada la deducción de la equivalencia  $E = m_0c^2$  para la "masa de reposo".

### Las fuerzas en la TER

La TER no aporta tampoco nada útil en la cinemática para los conceptos dinámicos. ¡¡Resulta que esta enorme cantidad de complicaciones adicionales aparece a causa de que la fuerza elec-

tromagnética de Lorenz depende complicadamente” de la velocidad (y también de la aceleración, si se intenta llevar su acción a la segunda ley clásica de Newton)?! Hagamos un pequeño paréntesis lírico. ¿De qué magnitudes pueden depender las fuerzas (y dónde está, partiendo de posiciones generales, la diferencia entre los métodos de Aristóteles y Newton)? La interacción entre los cuerpos conduce a un cambio en el estado de los cuerpos. Es necesario elegir un indicador de dicho cambio. Aristóteles consideraba que el reposo era el estado principal y como indicador eligió observar la velocidad de movimiento de los cuerpos  $\mathbf{v} = \mathbf{f}(t, \mathbf{r})$  (Aristóteles relacionó el valor  $\mathbf{f}(t, \mathbf{r})$  con la fuerza que provoca dicho movimiento). Si nos conformamos con la observación entonces la elección  $\mathbf{v} = \mathbf{f}(t, \mathbf{r})$  es suficiente. Pero si intentamos crear una dinámica del movimiento entonces, después de los experimentos mentales de Galileo, queda claro que el concepto Aristotélico de la fuerza no corresponde a la realidad. Aunque si somos completamente exactos, esta conclusión está relacionada con la FE de los relativistas de la primera ola: de los seguidores de Galileo respecto a la existencia del espacio vacío (Galileo mismo analizó sólo sistemas aislados idénticos y no extrapoló su principio, a diferencia de sus ”pseudoseguidores”, a los sistemas de referencia que se intersectan mutuamente uno al otro). Si se considera la existencia del éter, entonces el reposo de Aristóteles está localmente anclado al éter, el cual en general no está en absoluto obligado a estar ”homogeneamente en reposo” sino que puede encontrarse en complicados movimientos arremolinados. Existe, por ejemplo, la teoría de la dinámica de remolinos del Sistema solar y la fuerza se exige sólo para mantener un movimiento diferente al equilibrado. No obstante, en los planes de dicho libro no se incluye el análisis de la dinámica de remolinos, por eso vamos a utilizar las posiciones comunmente aceptadas en esta etapa. La elección del método de descripción de la interacción mutua de los cuerpos utilizado por Newton es otra: en calidad de indicador del cambio de estado del cuerpo se toma su aceleración. En esencia, la segunda ley de Newton representa en sí el concepto de ”fuerzas desde el punto de vista de la dependencia funcional la fuerza y la aceleración

coinciden salvo por un coeficiente dimensional (el de la masa). En el caso ideal este método de descripción del movimiento (en la forma acostumbrada para nosotros) se escribe como  $m\mathbf{a} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \mathbf{v})$ . Sin embargo, el problema para encontrar una expresión clara de tales fuerzas "ideales"  $\mathbf{F}$  para el caso de una ubicación y movimiento arbitrarios de la fuente de fuerzas y del medio, por ejemplo, partiendo del conocimiento de las expresiones estáticas para las fuerzas, aun no ha sido resuelto. La naturaleza no siempre nos abre con facilidad sus secretos: en vez de una expresión ideal de la fuerza es necesario valerse de que encontramos  $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \mathbf{v}) = \mathbf{F}_1(t, \mathbf{r}, \mathbf{v}, \dots)$ . Por eso, hablando en general, las fuerzas reales deberán determinarse de los experimentos. Se conocen las fuerzas

$$\mathbf{F} = \text{constant}, \mathbf{F} = \mathbf{F}(t), \mathbf{F} = \mathbf{F}(\mathbf{r}), \mathbf{F} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \mathbf{v}), \mathbf{F} = \mathbf{F}(d^3\mathbf{r}/dt^3)$$

etc., en las combinaciones más diversas. De la forma generalizada

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}, \dots, d^3\mathbf{r}/dt^3, \dots)$$

se ve que ninguna derivada, incluida la segunda, se distingue de alguna manera y sólo el experimento puede determinar el tipo de fuerzas que ocurren en la naturaleza (por ejemplo, recordemos la fórmula propuesta por Weber, mucho antes de la TER, donde la fuerza dependía también de la aceleración). Aquí es importante para nosotros que la ecuación relativista para el movimiento con una fuerza de Lorentz  $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}})$  puede ser escrita como la clásica segunda ley de Newton con una fuerza  $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}, \ddot{\mathbf{r}})$ . Por cierto, si creemos en la expresión relativista para la fuerza entonces, como alternativa, se pueden introducir las transformaciones para las componentes longitudinal y transversal de la fuerza con respecto a la velocidad del cuerpo (pero de ninguna manera hay que introducir las componentes míticas longitudinal y transversal de la masa), o se puede escribir inmediatamente la segunda ley clásica de Newton  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$  y el enlace de la nueva fuerza  $\mathbf{F}$  con la expresión estática de la fuerza  $\mathbf{F}_0$ :  $\mathbf{F} = \sqrt{1 - v^2/c^2}(\mathbf{F}_0 - \mathbf{v}(\mathbf{v}\mathbf{F}_0)/c^2)$ . No hay tampoco que exagerar las posibilidades de los métodos de obtención de las expresiones a



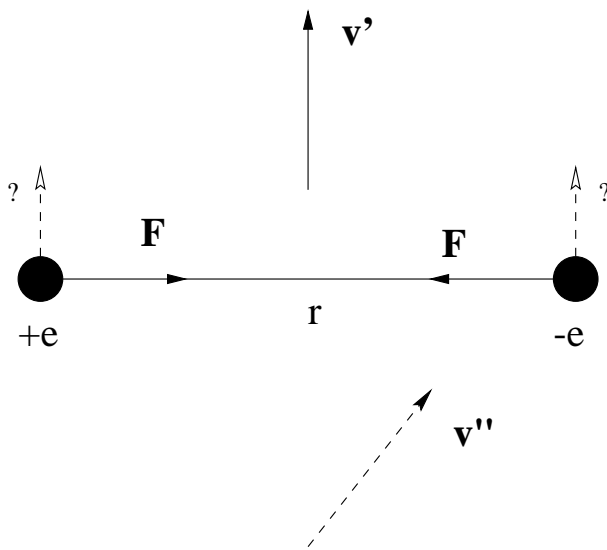


Figura 4.2: La cargas que vuelan paralelamente.

partir de la función de Lagrange ya que esta función se determina así misma con una exactitud de hasta una cierta descomposición y no puede determinar los principios.

La transformación de las fuerzas en la TER al pasar de un sistema de referencia a otro parece completamente incomprensible desde el punto de vista metódico. Por ejemplo, analicemos dos cargas de igual módulo  $+e$  y  $-e$ , que se encuentran a una distancia  $r$  una de otra (Fig. 4.2). En el sistema de referencia anclado a las cargas en reposo actúa entre éstas una fuerza eléctrica  $F = e^2/r^2$ . Observemos ahora esas mismas cargas desde el sistema que se mueve a una velocidad  $v'$  perpendicularmente a la línea que une las cargas. En este sistema las cargas vuelan paralelamente una respecto a la otra. De acuerdo con la TER [17,32] ahora entre las carga actúa la fuerza

$$F' = Ge^2/r^2, \quad \text{donde} \quad G = \sqrt{1 - v'^2/c^2}.$$

¿Con cuál magnitud física enlazamos el coeficiente de transforma-

ción  $G$ ? En la TER la carga es invariante. La distancia  $r$  perpendicular al movimiento tampoco varía. ¿Acaso en la TER las fuerzas perderán sus causas físicas? Una rareza más: si la velocidad del observador  $\mathbf{v}$  tiene una componente a lo largo de la línea que une las cargas, entonces la fuerza que actúa sobre las cargas tiene una componente perpendicular a la línea que une las cargas (es decir, el cuadro del movimiento cambia considerablemente).

Carece completamente de fundamento la opinión de Einstein acerca de que los cuerpos sin carga deberán comportarse bajo la acción de las fuerzas de la misma manera que los cuerpos cargados: todas las fuerzas deberán transformarse de igual modo. Ya Poincaré escribió que no debemos "desconectar" arbitrariamente una cierta fuerza de un cuerpo y arbitrariamente conectarla a otro cuerpo. Y si cierta fuerza (por ejemplo, la eléctrica) actúa sobre unos cuerpos (cargados) y por completo no actúa sobre otros (no cargados), con mayor razón no es evidente que durante las transformaciones de todas las fuerzas las dependencias de la velocidad deben ser iguales. Incluso dentro de los límites de la TER esta es una hipótesis más que no está confirmada por nada. Puede ser que la transformación de la fuerza tenga relación sólo con un único caso particular, el de la fuerza de Lorenz. Y aquí también hay sus bemoles. Por ejemplo, al pasar al sistema en movimiento el valor de la fuerza magnética puede volverse cero. Esto es una manifestación de la convencionalidad de la división de una fuerza única en dos, la eléctrica y la magnética, ¿no es así? ¿Entonces para que concentrar demasiada atención en la invariabilidad durante las transformaciones de los campos (fuerzas) magnético y eléctrico convencionalmente separados?

Hablando en general, la idea misma de la transformación de las fuerzas al pasar de un sistema de observación a otro representa un non-sens para toda la física experimental. En efecto, la escritura de números árabes en el dinamómetro no depende del movimiento del observador, es decir, la lectura del dinamómetro, que registra la fuerza, no cambiará a causa del movimiento del observador. La fuerza actúa entre "la fuente" de esta fuerza y el objeto concreto sobre el que se aplica, y aquí no tiene nada que ver el movimiento de unos

ojos ajenos (es decir, la fuerza se puede determinar sólo mediante las propiedades de la fuente, del objeto y de su movimiento mutuo).

### La energía y el impulso en la TER

Iniciemos con las aclaraciones respecto a las unidades de medición. Las expresiones para el impulso y la energía en unidades de masa no pueden darnos nada útil ya que estas magnitudes no son mutuamente intercambiables, el número de operaciones comunes con ellas (y de sus combinaciones) es limitado y de cualquier manera hay que prestarles atención como si fueran magnitudes físicas diferentes. ¿Vale la pena introducir una confusión en las unidades de medida bastante bien acordadas?

¿El enfoque de la TER hacia la dinámica relativista es el único? ¡Por supuesto que no! En la física clásica la división de la energía en cinética y potencial puede ser bastante complicado. Por ejemplo, en la física estadística al describir la energía en los sistemas no inerciales giratorios prácticamente se relaciona con la energía potencial a la energía cinética (!) media de movimiento del sistema: de  $v_\varphi = \Omega\rho$  se forma  $E_{pot} = m\Omega^2\rho^2/2$ . Existe otro ejemplo educativo de la hidrodinámica, cuando se introduce el concepto de masa adjunta (.efectiva") para la descripción del movimiento de un cuerpo a través de un medio. Claro que la masa verdadera no cambió en este caso. Exáctamente de la misma manera en la mecánica relativista se puede enlazar el nuevo complemento "de velocidad" para la aceleración con la energía potencial del cuerpo; y la energía cinética del cuerpo se puede dejar invariable y se pueden analizar las ecuaciones clásicas de Newton pero con otra fuerza .efectivaz una masa constante  $m_0$ .

Contrariamente a las afirmaciones de la TER sobre la importancia y la necesidad de la introducción de vectores 4-dimensionales, incluso para tres partículas que interactúan la expresión

$$E = \sum_i m^{(i)} c^2 \gamma^{(i)}, \quad \mathbf{P} = \sum_i m^{(i)} \mathbf{v}^{(i)} \gamma^{(i)}, \quad \text{donde } \gamma^{(i)} = \frac{1}{\sqrt{1 - v_i^2/c^2}}$$

no constituyen un vector 4-dimensional y no se conservan. También la introducción de la energía potencial de interacción de las partículas provoca complicaciones. ¿Será posible que la TER sea una teoría para dos cuerpos? ¿Dónde está la generalidad anunciada (universalidad)? Complicaciones similares surgen al construir las funciones de Lagrange y de Hamilton para los sistemas de partículas en interacción.

El paso límite a la energía clásica también es contradictorio. Más arriba se habló sobre la condición de tal paso  $c \rightarrow \infty$ . Pero entonces no sólo la energía de reposo sino también cualquier energía será  $E = \infty$  en la TER. Tampoco es consecutiva la escritura del impulso relativista en la forma [26]  $\mathbf{P} = m(d\mathbf{r}/d\tau)$ , ya que  $d\mathbf{r}$  se refiere al sistema de referencia inmóvil y  $d\tau$  (el tiempo propio) se refiere al sistema en movimiento (el cuerpo).

Para muchas magnitudes el paso límite hacia las velocidades pequeñas da origen a una serie de preguntas. Todas las fórmulas deberán pasar a la forma de Newton cuando la velocidad de transmisión de las interacciones se supone infinita (por ejemplo, la función de Lagrange, la acción, la energía, la función de Hamilton, etc.). Sin embargo, vemos [17] que esto no es así: la velocidad 4-dimensional pasa a ser un conjunto de cuatro números  $(1, 0, 0, 0)$  y no significa nada, la aceleración 4-dimensional, también; el intervalo  $S \rightarrow \infty$  y la magnitud  $dS$  depende del orden del paso límite; tienden a un conjunto cero las componentes de la fuerza 4-dimensional, etc. Esto muestra claramente que todas las magnitudes y expresiones relativistas mencionadas no pueden tener un sentido físico independiente.

## Las ecuaciones de Maxwell

La siguiente nota breve se refiere a las ecuaciones de Maxwell (en su forma actual, comúnmente aceptada). Recordemos que ellas se obtuvieron mediante la generalización fenomenológica de los hechos experimentales para velocidades pequeñas (se tomó la analogía con la hidrodinámica). Por lo tanto no hay que esperar que hayan sido adivinadas en su forma final. Las ecuaciones de Maxwell (o la

ecuación de onda) determina la velocidad de fase, mientras que en la teoría de la relatividad "se pretende" la velocidad máxima de las señales (velocidad de grupo). Prácticamente, tenemos siempre que ver con una luz concreta, por eso este hecho debe ser marcado con un cierto índice: en vez de  $c$  hay que escribir la dependencia paramétrica  $c(\omega)$  y la ecuación de onda será la ecuación para los armónicos de Fourier. Puesto que los apologetas contemporáneos del relativismo niegan la evidencia y la necesidad básica de los modelos del medio de difusión de la luz, entonces deja de ser unívoco el camino de la generalización de las ecuaciones de Maxwell incluso para el "vacío absoluto".<sup>en</sup> el caso de la luz no-monocromática, sin hablar ya del paso hacia los medios no-lineales reales (que incluyen las propiedades del "vacío intermolecular", los mecanismos de absorción y reemisión de la luz por las moléculas, etc.): fuera de los principios físicos y partiendo sólo de concepciones matemáticas puras se pueden realizar cuantas generalizaciones semejantes se desee y todas tendrán la misma validez. La exigencia de la invariabilidad de las ecuaciones de Maxwell respecto a las transformaciones de las coordenadas y del tiempo es bastante escurridiza, ya que los campos y las ecuaciones para ellos se pueden introducir de muchas maneras, tan sólo deberán las acciones medidas de estos campos corresponder a magnitudes realmente observadas en los experimentos. Así, por ejemplo, en [81] se muestra que existen transformaciones no locales de los campos, las cuales conservan las ecuaciones de Maxwell con un tiempo invariable. En [14] se muestra que se pueden introducir transformaciones no locales y no lineales para que durante determinadas transformaciones de los campos las ecuaciones del campo sean invariantes respecto a las transformaciones de Galileo.

Demostremos la contradicción metódica de las transformaciones para los campos universalmente aceptadas. Supongamos que se tienen dos alambres paralelos infinitos sin carga. Sea que en ambos alambres los electrones se mueven hacia una misma dirección a una velocidad constante respecto a la armadura cargada positivamente, es decir, tenemos iguales densidades de corriente  $\mathbf{j}$ . Entonces,

para el caso clásico, en la expresión para el campo la magnitud

$$jdV = en(v_+ - v_-)dV$$

es invariante, o sea que el campo  $H_{\perp}$  y la acción de este campo no dependen de la velocidad de movimiento del sistema. Para la consideración relativista (puesto que  $\mathbf{E} = 0$ ) tenemos

$$H_{\perp} = \frac{H_{\perp}^0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

o sea que el campo depende de la velocidad de movimiento del observador. Sin embargo, los siguientes dos casos son evidentemente equitativos:

(1) el sistema con la velocidad  $\mathbf{v}_{obs} = 0$ , o sea el observador, está en reposo respecto a la armadura mientras que los electrones se mueven a la velocidad  $\mathbf{v}$ , y

(2) el sistema se mueve con la velocidad  $\mathbf{v}_{obs} = \mathbf{v}$ , o sea el observador, está en reposo respecto a los electrones mientras que la armadura (los iones positivos) se mueven hacia la dirección contraria a una velocidad  $-\mathbf{v}$  (esa misma corriente). La fórmula relativista da para estos casos diferentes valores para  $H_{\perp}$  (y para la acción de los campos), lo cual es absurdo. Además resulta completamente contradictoria en la TER la descripción de los pasos de un sistema inercial a otro para el caso tridimensional con corrientes no neutrales (por ejemplo, con haces de partículas cargadas).

Analícemos ahora la pregunta "fundamental" sobre la invariancia de las ecuaciones de Maxwell, la cual ha sido ampliamente promovida en la TER. La invariancia de las ecuaciones de Maxwell respecto a las transformaciones de Lorenz no significa absolutamente nada para otros fenómenos. En primer lugar, las de Maxwell son ecuaciones para los campos en el espacio vacío. En tal espacio podemos recortar la mitad del segmento y duplicarla, obtendremos nuevamente tal segmento. Por eso en el espacio vacío matemático se puede utilizar cualquier sistema de referencia, cualquier geometría y coeficientes de transformación no contradictorios. Esto puede determinarse sólo

por la comodidad de la descripción matemática. Sin embargo, no podemos simplemente recortar cualquier organismo vivo y duplicarlo bajo el microscopio: el organismo morirá. La existencia en el espacio de cuerpos y campos reales da puntos de referencia naturales, escalas características e correlaciones entre los objetos. Todo esto determina las diferencias entre el espacio real físico y el espacio vacío matemático. En segundo lugar, la propiedad de algunas interacciones de transmitirse en el vacío a la velocidad de la luz no determina la velocidad de transmisión de las interacciones en el medio. A pesar del enorme papel de de las interacciones electromagnéticas, las perturbaciones en los medios se transmiten con la velocidad del sonido. Mediante la sola constante  $c$ , relacionada con el vacío, no se pueden determinar (para nuestro mundo "electromagnético") la velocidades de la luz y del sonido en los gases, líquidos y sólidos. No está claro como pudo surgir en el vacío isotrópico la anisotropía de los cuerpos sólidos reales. Todas estas y muchas más propiedades se sales en de los límites de aplicación de las leyes de Maxwell en el vacío (la TER sugiere la clonación de las propiedades del vacío para todas las propiedades de los cuerpos materiales y de los medios). Luego, ajustar las propiedades de todo el Universo para que encajen en la invariancia de estas ecuaciones es una pretensión muy elevada de la TER. En tercer lugar, la partición de un campo único en su acción en sus partes eléctrica y magnética es bastante convencional y en gran medida arbitrario. Por eso la invariancia de estas partes separadas artificialmente no puede tener un significado decisivo. La existencia de los coeficientes  $\rho, \varepsilon, \mu$  (que dependen de las coordenadas, del tiempo, de las propiedades de la luz, etc.) para las ecuaciones de Maxwell en el medio hace estas ecuaciones no invariantes respecto a las transformaciones de Lorenz (o bien hay que cancelar nuevamente la objetividad de las características del medio).

### Aclaraciones adicionales

En la física clásica todos los conceptos tienen un sentido bien determinado y no hay que cambiarlos por sucedáneos. Que los rel-

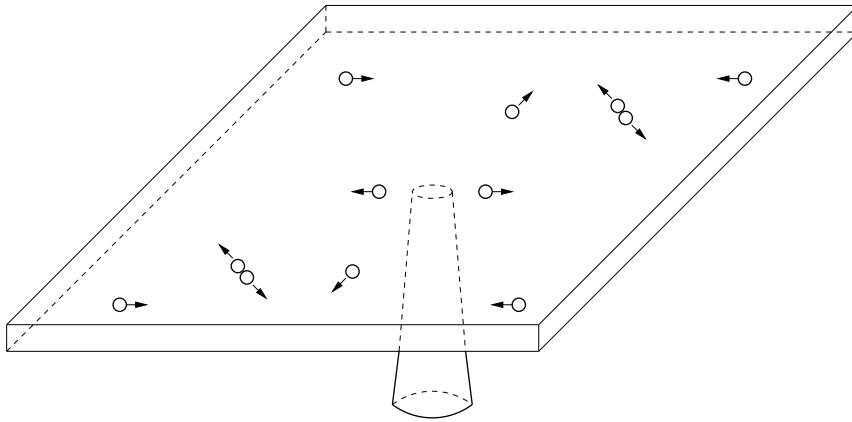


Figura 4.3: El centro de inercia del sistema y el equilibrio.

ativistas les inventen otros nombres a sus nuevos conceptos (más ciertamente a sus combinaciones de símbolos). La definición relativista del centro de inercia [17]:

$$\mathbf{R} = \frac{\sum E\mathbf{r}}{\sum E}$$

no tiene sentido físico ya que en la TER el centro de inercia de un mismo sistema de partículas en movimiento resulta diferente en distintos sistemas de referencia. Esto significa que no realiza su finalidad funcional de centro de equilibrio. Supongamos que tenemos una caja plana masiva en la cual se mueven unas bolitas masivas. Sea que en el caso clásico el centro de inercia de todo el sistema coincide siempre con el centro de la caja durante el proceso de movimiento y choque de las bolas. Entonces en el caso clásico lo podemos equilibrar (por ejemplo, en el campo de gravedad de la Tierra o en otro campo) sobre un soporte de sección pequeña (Fig. 4.3) y el equilibrio se conservará. En la TER, al contrario, si nosotros vemos este sistema desde un cohete relativista que se mueve rápidamente entonces el centro de inercia puede resultar fuera del soporte y el equilibrio se romperá. Una objetividad admirable la de la TER: para



no romper el equilibrio del plasma en la síntesis termonuclear controlada, se les pide a los cohetes relativistas no asomarse ni volar sobre el experimento.

El enlace relativista entre la masa y la energía no refleja en realidad nada esencial. En efecto, la expresión clásica para la energía cinética

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

y la expresión relativista

$$E = mc^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - 1 \right)$$

no se distinguen (cualitativamente) en nada. Ambas son magnitudes de cálculo. El intento de medir estas magnitudes (es decir, la graduación del aparato) depende de la interpretación de la teoría, puesto que estas magnitudes no pueden determinarse comparandolas con el prototipo. Puesto que en la expresión relativista de la energía

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

además de la masa entran otras magnitudes, entonces para cualesquiera correlaciones posibles la masa y la energía permanecen como magnitudes diferentes (no equivalentes, independientes). Incluso para la llamada "energía de reposo"  $E = mc^2$  tampoco se puede hablar de las transformaciones mutuas entre la masa y la energía. La cuestión está en que durante la aniquilación (la única candidata a un proceso semejante) se forman fotones para los cuales la "masa en movimiento" se postula en la TER mediante esa misma fórmula. Por lo tanto, también en este caso se trata sólo de de las transformaciones mútuas de las partículas. Sin hablar ya de que la "energía en reposo" es sólo una hipótesis de la TER, puesto que la teoría conduce también a esa misma constante indeterminada que en la física clásica.

Prestemos atención también a la no invariancia de la fórmula  $E = mc^2$  dentro del marco de la TER: la masa es invariante, la

velocidad de la luz también. Pero la energía es en si misma un vector 4-dimensional. Si se intenta agregar a la energía de un cuerpo la energía cinética de sus moléculas, que se mueven a diferentes velocidades  $\mathbf{v}_i$ , entonces al pasar a un sistema en movimiento estas velocidades se sumaran de diferentes maneras con la velocidad del cuerpo como un todo. Como resultado la correlación se rompe y en el nuevo sistema esta fórmula resulta ser simplemente la definición relativista de una cierta "letra  $E$ ".

La TER intenta "luchar contra molinos de viento" desde posiciones categóricas: por ejemplo, con el concepto de sólido absoluto. Empero, en la física clásica nadie le asigna un sentido literal a la abstracción de sólido absoluto. Es evidente para todos que no existen cuerpos absolutamente sólidos incluso para velocidades completamente no relativistas (notemos el papel de las aceleraciones, más exactamente de las fuerzas, recordando los choques comunes de los automóviles en las calles). Simplemente durante la descripción de ciertos movimientos la influencia de la deformación es bastante despreciable o no es esencial para el fenómeno estudiado y entonces, sólo para la simplificación de los cálculos matemáticos, se utiliza la abstracción de sólido absoluto. La TER intenta categóricamente considerar que las partículas elementales son puntuales [17] e inmediatamente se topa con otro problema esencial: el de la singularidad de una serie de magnitudes.

Pasemos ahora directamente a las aclaraciones sobre la dinámica relativista (la teoría de los choques y las leyes del movimiento de las partículas cargadas).

### 4.3. Crítica a la interpretación convencional de la dinámica relativista

Primeramente, para evitar una serie de irracionalidades, es necesario hacer algunas aclaraciones relacionadas con la mecánica relativista. En primer lugar, la comprobación de las leyes del movimiento (de los resultados finales observados) con una exactitud experimen-

tal no puede ser en absoluto una demostración y justificación de todos los métodos, con ayuda de los cuales se puede llegar a dichos resultados. ¡En la teoría científica tanto los resultados finales como las posiciones iniciales y los razonamientos intermedios y los cálculos deben ser ciertos por ellos mismos! En segundo lugar, de la falsedad de las posiciones fundamentales de la TER acerca del espacio y el tiempo para nada se sigue el regreso a la mecánica clásica con fuerzas estáticas para la descripción del movimiento real de las partículas. Estas son dos teorías que no están ligadas de ninguna manera. La mecánica clásica es una teoría modelo; ella presupone que: los cuerpos son absolutamente sólidos; las colisiones de dos puntos materiales (prácticamente, de dos bolas absolutamente sólidas cuyos radios se aproximan a cero de forma extrema) son absolutamente elásticas; la energía cinética y el impulso están completamente concentrados en el movimiento del cuerpo como un todo y el intercambio de ellos ocurre de modo instantáneo. Ni la mecánica clásica ni la teoría de la relatividad estudian los procesos dentro de las partículas que colisionan; a grandes velocidades surge solamente la pregunta sobre la consideración del carácter finito de la velocidad de transmisión de las interacciones.

Es natural que la consideración del carácter finito de la transmisión y la difusión de las interacciones conduce a un cambio del movimiento real observado de las partículas. Aparece una dependencia adicional de las magnitudes respecto a la velocidad, por ejemplo, para la masa efectiva (más exactamente para la fuerza efectiva). Cualitativamente esto se puede entender a partir del siguiente modelo mecanicista elemental. Veamos en caso unidimensional. Supongamos que una fuente emite constante y uniformemente partículas, las cuales vuelan a cierta velocidad constante  $v_1$  a lo largo de una cierta recta. No importa en que lugar de esta recta coloquemos un cuerpo de prueba en reposo, sobre él actuará una fuerza constante de presión (por parte de las partículas que chocan con él). Si le permitimos al cuerpo de prueba moverse desde la fuente a una velocidad  $v$ , entonces el número de partículas por unidad de tiempo que lo alcanzan disminuirá. Esto se puede interpretar como una disminución

de la fuerza efectiva o como un aumento de la masa efectiva. En el límite  $v \rightarrow v_1$ , cuando el cuerpo de prueba libre se acelera bajo la acción de las partículas, la masa efectiva tiende a infinito (es mejor decir que la fuerza efectiva tiende a cero).

Se sobreentiende que no se pueden deducir las dependencias cuantitativas a partir de este modelo clásico mecanicista ya que no se puede considerar a las colisiones mismas como absolutamente elásticas e instantáneas. Recordemos solamente que existe el modelo clásico de Lorenz (la esfera deformada), el cual describe la dinámica del electrón ( $m_{\perp}$  y  $m_{\parallel}$ ). Es posible también la obtención de la ecuación clásica del movimiento de las partículas por el camino de una no-localidad o no-linealidad [14,15,81]. Los efectos relativistas se pueden obtener también proponiendo el cambio de la carga efectiva. En el plan del presente libro no entra el análisis de todos los posibles caminos alternativos de desarrollo de la mecánica y la elección entre ellos.

Pasemos ahora directamente a la dinámica relativista. La TER es absolutamente inconsecuente al analizar la aceleración y, en general, la dinámica de partículas. Las transformaciones de Lorenz, de las cuales se sigue toda la TER, no pueden poner limitaciones a las aceleraciones de los cuerpos ni a la radiación de los sistemas acelerados. Empero, en este caso se volvería bastante notoria una serie de desacuerdos entre la TER y los experimentos. Por eso la TER declara artificialmente que la emisión de sistemas acelerados (no-inerciales) es un privilegio de la TGR. Pero el uso sucesivo de esta declaración dejaría de la TER sólo las transformaciones de mismas Lorenz y la ley de la suma de velocidades (es decir, la parte de la cinemática). Para entender el "valor" de la teoría en la TER primero se calcula de manera formalmente matemática la aceleración 4-dimensional y después se "deducen" formalmente las ecuaciones de la dinámica relativista. ¿Pero qué hacer con la transformación de la fuerza? En este caso, contrariamente a la declaración propia, hay que transformar una partícula acelerada (a una  $v \neq 0$ ) en "otra" partícula acelerada (a  $v = 0$ ). La transformación de los campos electromagnéticos también contradice las autorestricciones ya que los campos, introducidos de

la forma convencional, reflejan sólo la acción de las fuerzas electromagnéticas (planteamiento de fuerzas) y nada más. Pareciera que el "valor" de la teoría se puede elevar anunciando la equivalencia de planteamientos entre la TER y la TGR. Sin embargo, en una serie de tareas la aplicación de la TER y de la TGR lleva a diferentes resultados cuantitativos. Estos desacuerdos provocan la necesidad de sacrificar alguna de las teorías relativistas (más ciertamente ambas).

### Sobre la confirmación de las leyes de conservación de la TER

La confirmaciones de la TER por la física nuclear y la física de partículas elementales distan mucho de ser unívocas, contrariamente a lo que piensan los relativistas. Notemos que una ecuación puede comprobar no más de una dependencia entre las magnitudes físicas (recordemos a Poincare). Aquí todas las magnitudes físicas que entran en la ecuación deben ser determinadas con anterioridad de una manera independiente, en caso contrario esto será no una ley, sino una definición postulativa de cierta magnitud inmensurable. ¿Se confirman o no las leyes de conservación de la energía? Con frecuencia simplemente se postulan las propiedades de una nueva partícula, por ejemplo, la postulación de las propiedades ocurre siempre cuando participan o se forman partículas neutrales. ¿Quizá precisamente por eso han aparecido muchas partículas (para esconder .<sup>el</sup> nuevo traje del emperador)? Analicemos detalladamente la reacción tomada del libro [33] con el fin de mostrar las "posibilidades" de la TER:

$$H^2(\text{rápido}) + H^2(\text{en reposo}) \rightarrow H^1 + H^3.$$

Incluso para tal reacción "demostrativa" (donde, pareciera ser, todas las magnitudes deben ser medidas y todos los balances deben concordar) resulta que:

- 1) no es posible medir las energías cinéticas de todas las partículas que participan, por consiguiente, la ley de conservación de la energía no está comprobada;
- 2) en el balance total de la energía-impulso participan varias ecua-

ciones de la TER, las cuales aun (a priori) no se han comprobado (como resultado las magnitudes comprobadas se vuelven simplemente postuladas);

3) en la expresión del balance de los impulsos hay que distinguir artificialmente éstos por direcciones y no se tiene garantía de que las partículas seleccionadas pertenecen a un mismo acto de interacción (y aun no están separadas por su lugar y momento de formación);

4) tampoco hay acceso a los ángulos en que las partículas salen volando, lo cual vuelve cuestionable la exactitud  $2 \cdot 10^{-6}$  indicada en el libro (¡pues incluso la energía del deuterón se ha medido sólo con una exactitud  $10^{-3}$ !)

5) el proceso mismo de cualquier colisión, sobre todo para grandes ángulos de separación de las partículas, representa directamente el movimiento acelerado de las partículas cargadas. Luego, de acuerdo a las concepciones contemporáneas siempre deberá observarse cierta emisión de radiación. Pero, además de los casos en que los cuantos  $\gamma$  se registran directamente, en ninguna parte se toma en cuenta la energía y el impulso del campo creado. Así pues, no se ha comprobado el balance en las leyes de conservación. Simplemente a las magnitudes que no se miden de manera directa se les ha asignado un valor tal (postulado) para que no haya contradicciones con la TER. Y la TER intenta prolongar hasta el infinito esta cadena de postulados.

### Algunas soluciones y consecuencias relativistas

Estudiemos la paradoja de la transformación de las fuerzas. Supongamos que tenemos dos cargas en reposo de signo diferente  $e_1$  y  $e_2$  divididas por dos planos paralelos, los cuales se encuentran a una distancia  $L$  uno del otro (Fig. 4.4). A consecuencia de la atracción de una hacia la otra, las cargas se encuentran a una distancia mínima  $L$  una de la otra. (Ellas se encuentran en un equilibrio indiferente con relación al sistema de los planos.) Pongamos una marca en el plano bajo cada carga o coloquemos observadores al lado. Observaremos ahora este sistema de cargas desde un cohete

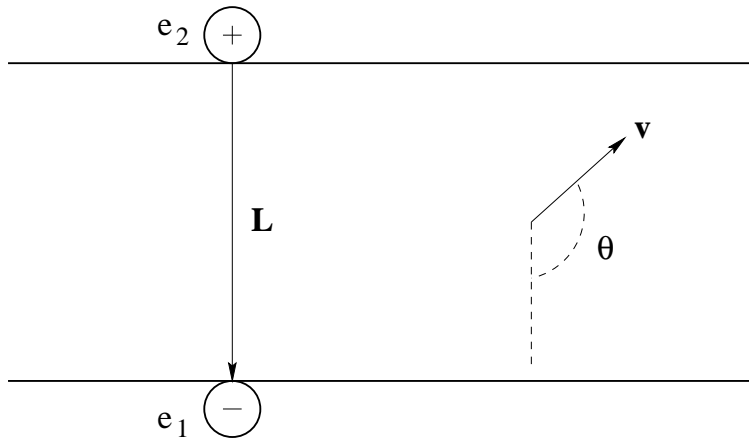


Figura 4.4: La paradoja de la transformación de las fuerzas.

relativista que se mueve a una velocidad  $\mathbf{v}$ . Sea que  $\theta$  es el ángulo entre los vectores  $\mathbf{v}$  y  $\mathbf{L}$ . Al determinar las fuerzas electromagnéticas que actúan entre estas cargas en el sistema de referencia del cohete [17], nos interesaremos por las componentes tangenciales de las fuerzas, o sea, por las componentes de las fuerzas a lo largo de los planos. Sobre la carga  $e_1$  actúa la fuerza

$$F_{\tau} = \frac{e_1 e_2 (1 - v^2/c^2)(v^2/c^2) \sin \theta \cos \theta}{L^2 (1 - v^2 \sin^2 \theta/c^2)^{3/2}} \neq 0. \quad (4.1)$$

Por consiguiente, las cargas tienden a moverse desde su posición original. Sea que las bolas tienen enormes carga,  $L$  es pequeña ( $L \rightarrow 0$ ) y  $v$  es grande ( $v \rightarrow c$ ). Supongamos que los observadores sostienen las esferas con hilos delgados. ¿Se romperán estos? La respuesta depende del sistema de observación. ¿Cuál de los observadores tiene la razón? De este modo, tenemos la contradicción habitual de la TER.

Analicemos ahora algunos problemas particulares. La descripción del movimiento de la partícula cargada  $e$  de masa  $m_0$  en el campo eléctrico constante y homogéneo  $E_x = E$  (ver. [34]) es metódica-

mente paradójico. Efectivamente, en la física clásica la trayectoria para  $v_y = v_0$  es la parábola

$$x = eEy^2/(2m_0v_0^2),$$

pero en la TER es una línea en cadena

$$x = \frac{m_0c^2}{eE} \left( \cosh \left[ \frac{eEy}{m_0v_0c} \right] - 1 \right).$$

Pero para grandes  $y$  la trayectoria relativista es cercana a la exponencial, o sea, es más inclinada que la parábola. ¿Y qué hacer con la idea sobre el aumento de la inercia (de la masa) al aumentar la velocidad? Incluso si consideramos que, a pesar de la gran inclinación, la partícula se mueve más lentamente por la trayectoria, entonces ¿a cuenta de qué fuerzas se desaceleró en el eje  $y$ ? Ya que la fuerza  $F_y = 0$  tampoco aparecerá en la TER:  $F'_y = 0$ . Y el valor de la velocidad inicial  $v_y = v_0$  puede ser no-relativista (y permanecerá como tal).

Resulta extraño el balance de la energía para el cohete relativista [33]:

$$m \cosh \theta + M_2 \cosh(d\theta) = M_1.$$

A una gran velocidad de expulsión ( $\theta = \tanh(v/c)$ ) para los valores finales de las masas inicial  $M_1$  y final  $M_2$  se deberá cumplir la condición: la masa de una expulsión individual  $m \rightarrow 0$  (para que no se contradiga la TER). Pero este valor se determina sólo por la construcción técnica del cohete: no hay limitaciones categóricas.

Una de las deducciones de Einstein de la relación  $E = mc^2$  no está lo suficientemente fundamentada. En esta deducción el proceso de absorción por el cuerpo de dos impulsos luminosos simétricos se analiza desde el punto de vista de dos observadores que se mueven uno respecto al otro. El primer observador está en reposo respecto al cuerpo, el segundo se mueve de manera perpendicular a la luz (Fig. 4.5). En la TER resulta que la luz debe saber de antemano acerca del movimiento del observador precisamente a la velocidad  $v$  y obtener el impulso de tal manera que en este segundo sistema la



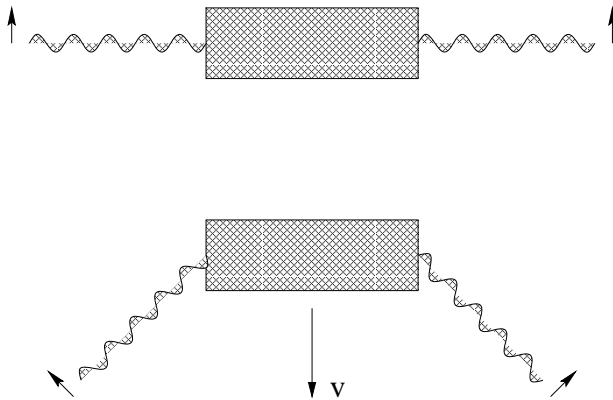


Figura 4.5: Para la deducción de la fórmula  $E = mc^2$ .

velocidad del cuerpo no cambie sino que cambie solamente su masa. ¿Qué hacemos entonces con los experimentos de Lebediev sobre la presión de la luz (y para las concepciones actuales aceptadas generalmente), cuando al transmitir un impulso mediante la luz cambió precisamente la velocidad observada del objeto? ¿Y qué pasará con el impulso si tenemos superficies irregulares (sesgadas) absolutamente absorbentes? De los dibujos presentados tampoco está claro si tenemos que ver con una luz transversal real (con el modelo aceptado en la actualidad, inclusive en la TER) o con una luz transverso-longitudinal mística (para la salvación de la TER).

Es bastante extraña en la versión actual de la TER la diferencia de la masa de la emisión general en dependencia del impulso del sistema:

$$m = \sqrt{\frac{(E_1 + E_2)^2}{c^4} - \frac{(\mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2)^2}{c^2}}. \quad (4.2)$$

¿Y si cambiamos el impulso (la dirección) de fotones separados mediante espejos? Aquí determinaremos además el centro de gravitación del sistema. ¿Dónde estará localizado y cuál será la estructura del campo en las cercanías? ¿Acaso este centro saltará, desaparecerá y aparecerá nuevamente? Utilicemos la fórmula expuesta

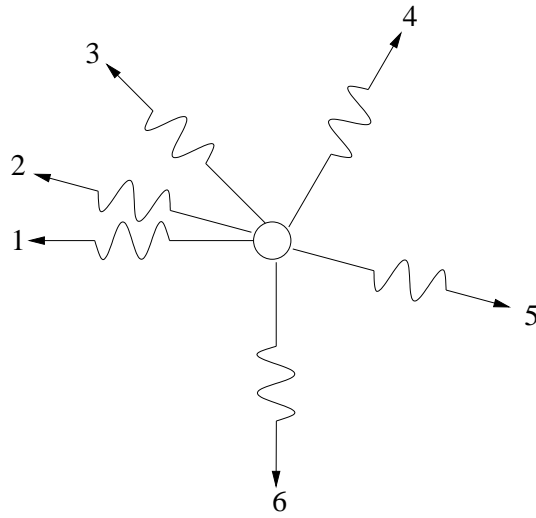


Figura 4.6: La masa de la combinación de fotones.

de la TER (4.2) para la determinación de la masa de la emisión general de dos fotones que se separan en un ángulo arbitrario y analicemos la emisión que se dispersa desde un mismo centro (Fig. 4.6). Entonces para la dependencia de la agrupación por pares de los fotones se puede obtener una diferente masa general de todo el sistema (¿habrá también que introducir artificialmente masas negativas para la .explicación” de todas las posibles variaciones de la masa?). Pero en la TGR hay que considerar la prehistoria del nacimiento de la radiación para determinar la localización del centro de gravitación de dicha radiación y considerar toda la estructura espacio-temporal desconocida del campo electromagnético para la descripción correcta de otro fenómeno: el de la gravitación. ¡Es infinitamente complicado!

### El espín y la precesión de Thomas

Los relativistas subrayan constantemente que la mecánica de Newton no describe algunas cosas en comparación con la TER.

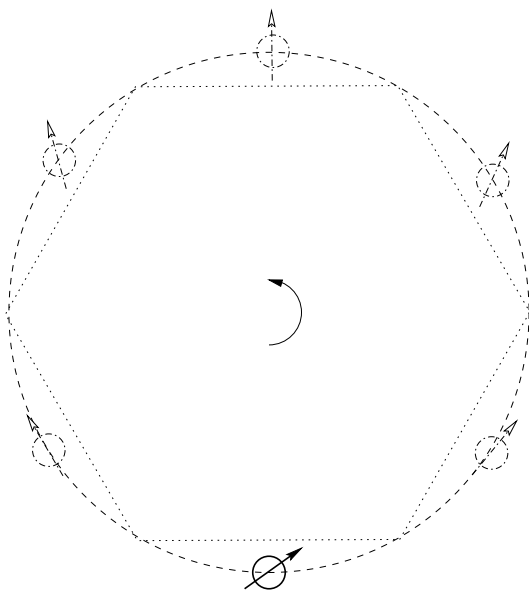


Figura 4.7: La precesión de Thomas en la TER.

Por ejemplo, en el libro [33] se analiza la así llamada precesión de Thomas (el efecto del giro de una varilla en la TER como la manifestación de la relatividad de la simultaneidad”) y se afirma que en la mecánica de Newton el giroscopio siempre mantiene su orientación. Empero, como es sabido de la mecánica cuántica, el momento del espín del electrón siempre está dirigido o bien hacia o bien contra la dirección del movimiento orbital, es decir, en este caso el momento es perpendicular al plano de la órbita (¡y a la velocidad del electrón!). Y en este caso convencional tanto la mecánica de Newton como la TER conservan la dirección del giroscopio perpendicular al plano de la órbita. Por eso las direcciones cambiantes del espín representadas en el libro [33] no corresponde con la realidad (Fig. 4.7). Si aun así presuponemos la orientación inclinada del espín del electrón y recordamos que tenemos no un simple giroscopio (una bola giratoria) sino una partícula cargada poseedora de un momen-

to magnético, entonces en el campo magnético del núcleo cargado se observará, bajo la acción de las fuerzas, la precesión del espín del electrón, la cual puede ser descrita clásicamente (hasta donde los objetos del micromundo permitan, en general, hacer esto). Para la descripción clásica de tal fenómeno (sin las interpretaciones de la TER) es necesario conocer todos los parámetros del átomo, incluyendo las orientaciones de los espines y los momentos. Más aún, en el caso clásico, incluso para la orientación perpendicular del espín del electrón respecto a la órbita, es posible la precesión si el momento del núcleo no es perpendicular a la órbita (y también el núcleo puede tener una precesión). En el problema real de múltiples cuerpos siempre ocurre una coordinación de todos los movimientos, incluidas las órbitas, todas las precesiones, los desplazamientos de los perihelios.

En la TER el uso del concepto de espín de las partículas es interiormente inconsistente. La cuestión está en que durante las colisiones las partículas se mueven unas respecto a otras y además cambian su movimiento; y en el sistema en movimiento el momento angular (tanto el orbital como el espín) deben diferir, según la TER, de esa misma magnitud para el sistema en reposo. ¿Cómo puede el espín permanecer invariante y participar en las estrictas igualdades numéricas (las ecuaciones relativistas de conservación)?

Además, la precesión de Thomas es interiormente contradictoria como efecto cinemático de la TER (ver el Capítulo 1) ya que el proceso de giro se sale del marco de los sistemas inerciales de la TER (del movimiento rectilíneo uniforme).

### **Nuevamente acerca de la masa**

La ley de la conservación de la masa, como ley independiente, se confirma por un enorme número de resultados experimentales. Las partículas elementales o no cambian en absoluto, sino que cambia su energía cinética y la energía del campo electromagnético que las acompaña, o se transforman completamente en otras partículas. El fotón también es una partícula, a la cual se puede caracterizar por la velocidad y la frecuencia o la longitud de onda. Simplemente no

existe ninguna transformación arbitraria de la masa en energía.

Restan en la TER las cuestiones sobre las partículas con masa de reposo nula. En primer lugar, de las expresiones relativistas para la energía y el impulso no se sigue en absoluto el paso límite al caso de  $v = c, m_0 = 0$ . ¿Cómo puede, por ejemplo, surgir el continuo de todas las posibles frecuencias  $\omega$  en tal transición? En segundo lugar, si tenemos una cadena lineal de sucesivas aniquilaciones y nacimientos de pares o si de  $m_0$  obtenemos mediante el reflejo  $m_0 = 0$ , entonces, ¿a dónde se desaparece la energía (el campo), la curvatura del espacio (y dónde está su centro de localización durante la aniquilación)? Hablando en general, según la interpretación actual la cuestión sobre la masa de reposo del fotón no tiene sentido. El fotón, como una partícula determinada, se caracteriza por una frecuencia determinada  $\omega$ . En reposo ( $\omega = 0$ ) esta sería incluso no otra partícula sino que el fotón simplemente dejaría de existir. Por eso no existe el concepto mismo de masa de reposo del fotón (tampoco el de energía de reposo del fotón, etc.). Por otro lado, para un fotón real es completamente posible determinar no sólo su energía e impulso sino también su masa. En el libro de texto [26] se ha realizado de manera completamente errónea la deducción acerca de la imposibilidad de la existencia de partículas con masa de reposo nula en la física clásica supuestamente porque para  $m = 0$  cualquier fuerza deberá provocar una aceleración infinita. En primer lugar, no cualquier fuerza puede actuar sobre el fotón de  $m = 0$ . Por ejemplo, durante la acción de la fuerza de gravedad la masa nula se es correcto reduce y la aceleración permanece finita. En segundo lugar, ni la mecánica clásica ni la TER ponen límites categóricos al valor de la aceleración. Esto permite, por ejemplo, considerar las colisiones de las partículas y la reflexión de la luz como procesos instantáneos. En tercer lugar, ¿por qué es mejor la elección de la TER cuando bajo la acción de una fuerza, según la lógica de los relativistas, la aceleración para la luz permanece igual a cero? Si apelamos a la intuición, en la TER se obtiene una masa infinita para el fotón.

El campo (posiblemente no sólo el electromagnético), como medio material capaz de transportar energía y poseer un impul-

so, puede poseer también masa (tal concepción no es internamente contradictoria, pero sólo el experimento nos puede dar respuesta a la cuestión de si se realiza o no esta posibilidad). Por eso tampoco para la física clásica hay nada asombroso en que cierto campo sea capaz de transportar masa. En este caso el campo debe participar en la ley clásica sobre la conservación de la masa y entonces la masa se conservará en cualquier reacción. El campo debe participar en las leyes de la conservación de la energía y el impulso y entonces se podrá no cambiar de estas leyes de conservación la parte clásica que se refiere a las partículas. Por eso en la física clásica no hay nada asombroso en el hecho de que el átomo excitado pueda pesar más que uno no excitado o que un cuerpo con mayor energía pueda poseer mayor masa (a propósito, esto no se puede comprobar para la exactitud actual de las mediciones). Esta masa adicional está concentrada en el campo, el cual obliga a la partícula a oscilar, a moverse por trayectorias que no son de fuerzas o rebotar en las paredes que sostienen a las partículas. Si suponemos una naturaleza puramente electromagnética de las partículas y del su proceso mismo de colisión, entonces se podrían utilizar en el vacío las expresiones relativistas para la energía-impulso pero sólo desde el punto de vista de las interrelaciones unívocas de las magnitudes. Además, hay que recordar que en este caso la energía y el impulso caracterizan sólo el proceso de colisión dado pues están prácticamente escritas con la consideración de la energía y del impulso del campo (evidentemente no considerado y no destacado).

### **La teoría de las colisiones y las leyes de la conservación en la TER**

Muy frecuentemente en la TER para la "simplificación" de la descripción de las colisiones se utiliza el método de transición a algún sistema de referencia "que se mueva comodamente". Pero tal procedimiento no tiene ninguna base física el principio de relatividad para los sistemas idénticos cerrados no tiene absolutamente nada que ver aquí. Si se realizan experimentos relativistas con haces de

partículas artificiales, entonces las fuentes (los aceleradores) y los aparatos registradores están atados a la Tierra y ni los aceleradores ni los aparatos saldrán volando de nuestra imagen mental con un observador en movimiento. Si se estudia cierto proceso en la cámara de Wilson, las trazas de las partículas estarán atadas al medio (es decir, a la cámara de Wilson) y no al observador en vuelo. Por ejemplo, en la física clásica el ángulo entre las trazas de las partículas no cambia a causa del movimiento del observador. Al mismo tiempo, el ángulo entre las velocidades de las partículas que dejan las trazas indicadas puede depender de la velocidad de movimiento del observador. En la física relativista los ángulos entre las trayectorias y entre las velocidades de las partículas también depende según diversas leyes de la velocidad de movimiento del observador. Por eso tal transición, de aspecto al parecer verosímil desde el punto de vista de la TER, hacia un nuevo sistema de referencia puede deformar considerablemente la interpretación de la solución, es decir, cualquier proceso debe estudiarse sólo en el sistema del observador real (del aparato registrador).

Otra distorsión de la realidad lo es el estudio del proceso de colisión de dos partículas (categóricamente puntuales en la TER) como un movimiento plano. En realidad, incluso durante la investigación de las características estáticas de partículas puntuales el aparato medidor no puede (para el ajuste al problema ideal del movimiento de dos puntos) volar con cada par de partículas y girar a su modo (¡de otra manera!); la posición del aparato está fija. Además, las partículas puntuales se deben analizar como el caso límite de las partículas de dimensiones reales finitas, de otro modo no se observaría ningún choque, no se podrían estudiar las colisiones de los átomos y las moléculas, los protones no tendrían estructura, etc. Y en este caso la colisión de las partículas es un caso esencialmente tridimensional (la probabilidad del movimiento plano es igual a cero). Supongamos, por ejemplo, que dos bolas iguales (1 y 2) se acercan una a la otra hasta colisionar por dos rectas que se cruzan en el espacio (la distancia mínima entre las rectas es menor que el diámetro de una bola). Ya desde el inicio de este experimento no podemos trazar un plano

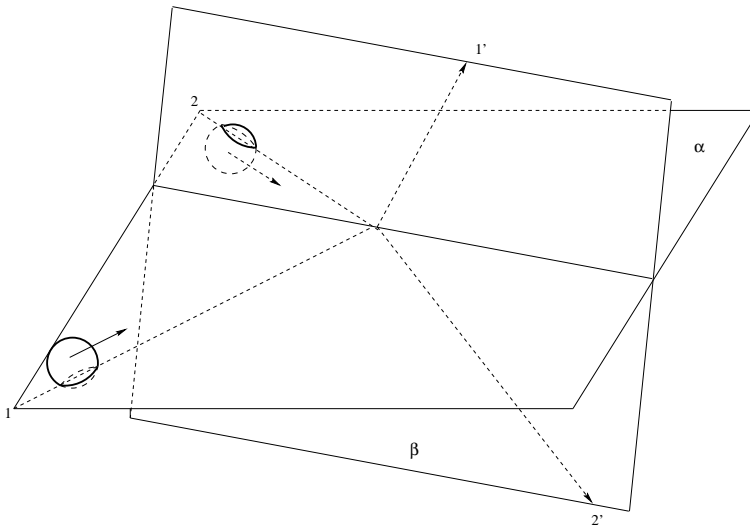


Figura 4.8: El movimiento no-plano de dos partículas.

a través de estas rectas. Aún así, tomemos el centro de la distancia mínima entre las rectas que se cruzan (entre las trayectorias hasta el choque) y tracemos a través de él rectas que se intersectan, paralelas a las trayectorias dadas. Ahora pasa un plano único  $\alpha$  a través de las rectas que se intersectan (Fig. 4.8). Los centros de las bolas se mueven hasta el momento de la colisión paralelamente a este plano: el centro de la primera bola se mueve un poco más arriba del plano y el centro de la segunda bola un poco más abajo de este plano. Después de la colisión, las bolas volarán por otras rectas que se cruzan. Nuevamente no se puede trazar un plano a través de estas rectas. Realizamos otra vez un procedimiento análogo con la transposición paralela de las rectas sobre las que yacen las líneas de movimiento después de la colisión hasta que se intersecten en el centro. Tracemos un plano  $\beta$  a través de las rectas que se intersectan (nuevamente los centros de las bolas se moverán en diferentes lados de este plano). Sin embargo, "el plano antes de la colisión" no coincide con "el plano



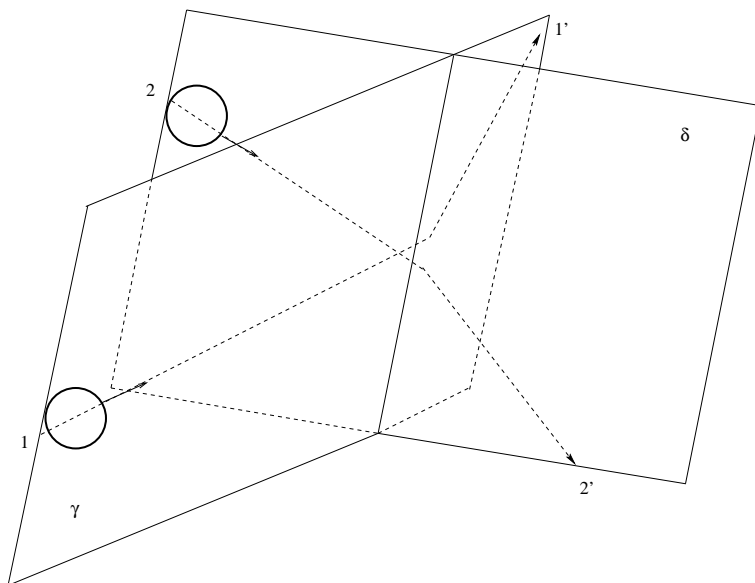


Figura 4.9: La tridimensionalidad de la colisión de dos partículas.

después de la colisión lo intersecta formando un cierto ángulo con él.

Segunda forma: tracemos un plano  $\gamma$  a través de la trayectoria de movimiento de la primera partícula (las rectas de su movimiento antes y después de la colisión y que se intersectan) y un segundo plano  $\delta$  a través de la segunda trayectoria análoga del movimiento de la segunda partícula. Empero, estos planos también se intersectan bajo un cierto ángulo (Fig. 4.9).

¿Qué se sigue del movimiento tridimensional? En primer lugar, no todos los enlaces resultan ser lineales. Por ejemplo, incluso durante el movimiento rectilíneo uniforme de los cuerpos que se mueven por rectas que se cruzan, la distancia entre los cuerpos resulta ser una función no lineal del tiempo. En segundo lugar, escribamos las leyes clásicas de conservación del impulso (en proyecciones) y de la

energía:

$$v_{1x} + v_{2x} = v'_{1x} + v'_{2x} \quad (4.3)$$

$$v_{1y} + v_{2y} = v'_{1y} + v'_{2y} \quad (4.4)$$

$$v_{1z} + v_{2z} = v'_{1z} + v'_{2z} \quad (4.5)$$

$$\sum_{i=1,2} (v_{ix}^2 + v_{iy}^2 + v_{iz}^2) = \sum_{i=1,2} (v'_{ix}{}^2 + v'_{iy}{}^2 + v'_{iz}{}^2). \quad (4.6)$$

Del sistema (4.3-4.6) vemos que para seis magnitudes desconocidas ( $v'_{1x}, v'_{1y}, v'_{1z}, v'_{2x}, v'_{2y}, v'_{2z}$ ) se tienen sólo cuatro ecuaciones. De este modo, deberán quedar dos parámetros indeterminados en la solución. Si se considera que el movimiento es plano (se quita la ecuación (4.5)), entonces tendremos tres ecuaciones para las cuatro incógnitas restantes. Luego, al comparar las soluciones de la TER con la física clásica se realiza la sustitución de las soluciones y resta solamente un parámetro indeterminado (comúnmente se considera como tal al ángulo de dispersión). Tal sustitución conduce a la interpretación errónea de los resultados del experimento, especialmente al restituir las magnitudes faltantes. Por ejemplo, en el libro [33] se muestran dos trazas del vuelo de dos partículas de igual masa y carga (*¿más exactamente de igual relación  $e/m$ ?*) con un ángulo de vuelo menor a  $90^\circ$  y de aquí se saca la conclusión sobre la falsedad de la mecánica clásica. Escribamos la expresión para el ángulo  $\alpha$  entre las trayectorias de las partículas que se separan volando:

$$\cos \alpha = \frac{v'_{1x}v'_{2x} + v'_{1y}v'_{2y} + v'_{1z}v'_{2z}}{\sqrt{(v'_{1x}{}^2 + v'_{1y}{}^2 + v'_{1z}{}^2)(v'_{2x}{}^2 + v'_{2y}{}^2 + v'_{2z}{}^2)}}. \quad (4.7)$$

Elijamos el eje  $Z$  tal que  $v_{1z} = v_{2z} = 0$ . Expresemos ahora la variable  $v'_{1x}$  de la ecuación (4.3); la variable  $v'_{1y}$ , de la ecuación (4.4); la variable  $v'_{1z}$ , de la ecuación (4.5); y la variable  $v'_{2z}$ , de la ecuación (4.6) (aquí la condición  $v'_{2z}{}^2 > 0$  limita el dominio de posibles valores de todas las variables). Sustituyamos todas las magnitudes arriba mencionadas en la ecuación (4.7). Como resultado se obtiene una dependencia biparamétrica de  $v'_{2x}$  y  $v'_{2y}$ , la cual no escribimos

a consecuencia de su complejidad. Utilizando programas gráficos se puede uno cerciorar de que para valores dados de  $v_{1x}, v_{1y}, v_{2x}, v_{2y}$  se obtiene una cierta superficie parecida a la parte interior de un cilindro, es decir, la magnitud  $\cos \alpha$  varía dentro de amplios límites. Por ejemplo, es fácil comprobar que el valor

$$v_{1x} = 0,1; \quad v_{1y} = 0,1; \quad v_{2x} = 0,7; \quad v_{2y} = 0,7; \quad v'_{1x} = 0,6;$$

$$v'_{2x} = 0,2; \quad v'_{1y} = 0,4; \quad v'_{2y} = 0,4; \quad -v'_{2z} = v'_{1z} = \sqrt{0,14}$$

satisface todas las leyes clásicas de conservación (4.3-4.6). Para estos valores obtenemos  $\cos \alpha = 0,29554$ , o sea,  $\alpha \approx 72,8^\circ$ . Aclaremos: si se considera a las velocidades expresadas en unidades de la velocidad de la luz, entonces la menor velocidad es completamente real para el movimiento de los electrones internos en los átomos, iniciando con  $z \geq 60$ . ¡Y en general nadie ha visto electrones en reposo dentro de los átomos! El ángulo de  $90^\circ$  se obtiene unívocamente en la física clásica durante las colisiones contra una partícula en reposo en el sistema del aparato registrador (¿pero donde encontramos tal partícula?). No obstante, del ángulo de vuelo observado igual a  $90^\circ$  no se sigue unívocamente en absoluto la afirmación inversa sobre que una de las partículas estaba en reposo (la probabilidad matemática de tal caso es infinitamente pequeña). De esta manera, el problema inverso de restitución de los datos faltantes no es un procedimiento unívoco ni en la física clásica ni en la física relativista (existe un número infinito de soluciones distintas no contradictorias).

Para una comprobación experimental más estricta de las leyes de conservación durante las colisiones (independientemente de la teoría) es necesario estudiar las colisiones de las partículas para ángulos de colisión dados. Aquí el estudio completo del proceso de colisión deberá incluir la comprobación del balance por las energías de las partículas (para cada ángulo de dispersión en el espacio), la comprobación del balance de los impulsos de las partículas, la comprobación del balance del número total de partículas en los haces antes y después de la colisión (probabilidad de dispersión), la comprobación del balance de la radiación surgida por energías y direcciones. Hay dos preguntas más a las cuales no se presta demasiada

atención (dos incertidumbres más): ¿depende la dispersión de la orientación mutua de los momentos giratorios propios de las partículas que colisionan? ¿Y cambian los momentos giratorios propios durante el proceso de la colisión? En la física clásica la respuesta a estas preguntas es afirmativa (pero en el plano cuantitativo depende fuertemente de "la construcción" de las bolas).

El autor no ha encontrado un análisis completo de algún proceso de colisión en la TER de acuerdo con todos los puntos enlistados anteriormente. De aquí no se sigue la conclusión unívoca de la falsedad (dentro de los límites de los errores experimentales) de las leyes relativistas de conservación comúnmente utilizadas en cualquier proceso de colisión (aunque en muchos casos separados esto puede ser precisamente así). El autor sólo afirma que no existen incluso ejemplos individuales de la confirmación absoluta de las leyes relativistas de las colisiones (sin hablar ya de la promovida confirmación global).

Desde una posición categóricamente estricta, la aplicación de las leyes relativistas de conservación al proceso de colisión en la física de partículas elementales es bastante cuestionable. ¿Pueden ellas conservar su aspecto independientemente de la carga de las partículas colisionantes, de los ángulos de incidencia y de los ángulos de rebote? Ya que durante el proceso de colisión las partículas cargadas experimentan una aceleración. Luego, de acuerdo a las concepciones contemporáneas (inclusivo en la TER), siempre deberá observarse cierta emisión de radiación (un campo). Acaso hay que actuar como el estudiante que espía la respuesta del problema: si el aparato registró un cuato  $\gamma$  ("nos agarro de la mano"), entonces evidentemente hay que considerarlo con un "aspecto inteligente". ¿Y en el resto de los casos hay que creer con "aspecto inteligente" en la certeza de las fórmulas de la TER? ¿Dónde está pues "la capacidad de predicción" de la TER? Es evidente que en realidad a las leyes de conservación hay que agregarles aquellos miembros que consideran la energía y el impulso del campo.

Hablando en general, el único caso cuando es válido discutir las leyes relativistas de conservación para las colisiones es en el de la interacción de las partículas mediante fuerzas de naturaleza

electromagnética (la fuerza de Lorenz). Para el resto de los casos el cumplimiento de las leyes relativistas de conservación es una hipótesis no comprobada (Las esferas de luz de la TER no tienen ninguna relación con las fuerzas de naturaleza no-electromagnética). Pero, en el caso de las interacciones electromagnéticas para la deducción de las leyes relativistas de conservación no se exigen en absoluto ningunas ideas de la TER. Es sabido que las ecuaciones de movimiento con condiciones iniciales determinan completamente todas las características del movimiento, incluidas las integrales de movimiento. Una de tales integrales de movimiento puede ser la energía (pero no siempre). Ecuación de movimiento se sigue que

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = \mathbf{F} \Rightarrow \mathbf{v}d\mathbf{P} = \mathbf{F}d\mathbf{r}. \quad (4.8)$$

Introduzcamos la definición de la energía potencial

$$U = - \int_{r_0}^r \mathbf{F}d\mathbf{r}.$$

Conociendo el aspecto del impulso (esta es la magnitud que entra en la ecuación experimental de movimiento (4.8)), por ejemplo, en el caso clásico

$$\mathbf{P} = m\mathbf{v},$$

y en el caso relativista

$$\mathbf{P} = m\mathbf{v}/\sqrt{1 - v^2/c^2},$$

se puede obtener la ecuación de conservación de la energía de

$$dE = \mathbf{v}d\mathbf{P} - \mathbf{F}d\mathbf{r} :$$

correspondientemente la clásica

$$U + mv^2/2 = const$$

o la relativista

$$U + mc^2/\sqrt{1 - v^2/c^2} = const.$$

Bajo la condición de la igualdad de las fuerzas de acción y de reacción (la tercera ley de Newton, la hipótesis de las fuerzas centrales) tenemos:  $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$ . Entonces de la ecuación de movimiento (4.8) se puede obtener la ley de conservación del impulso (nuevamente esta magnitud, que entra en la ecuación experimental de movimiento (4.8)): de  $d\mathbf{P}_1/dt = \mathbf{F}_{12}$ ,  $d\mathbf{P}_2/dt = \mathbf{F}_{21}$  obtenemos

$$\frac{d(\mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2)}{dt} = 0, \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2 = \text{const.}$$

No obstante, ante la presencia de fuerzas magnéticas  $\mathbf{F}_{12} \neq -\mathbf{F}_{21}$  también la ley relativista de conservación del impulso de las partículas, en el caso general, puede violarse. Puesto que la mayoría de las partículas, incluso muchas eléctricamente neutras, tienen un momento magnético (es decir, representan en sí no "las cargas puntuales ideales de la TER" sino rotadores magnéticos cargados de dimensiones finitas), entonces la aplicación de la ley relativista de conservación del impulso en la física nuclear y en la física de partículas elementales es completamente inválida sin la consideración explícita del impulso del campo. Luego, volvemos nuevamente a la necesidad de considerar explícitamente el impulso del campo, y esto significa también de la energía, durante las colisiones. (Quizá esto ayude a poner en orden a la física nuclear y a la física de partículas elementales y readuzca el número de partículas-fantasma).

La consideración de la fuerza de reacción de la radiación también conduce a la violación de las leyes de conservación de la energía y del impulso anunciadas en la TER. ¿Habrá que rechazar la consideración de esta fuerza durante el proceso de colisión de las partículas? Pues esta fuerza debar'a ser ahí la más sustancial (se tienen grandes campos a causa del acercamiento de partículas altamente energéticas y grandes aceleraciones variables).

### **El momento angular en la TER**

La no conservación en el caso general de las expresiones convencionales para las energías y el impulso relativistas durante las colisiones de las partículas conlleva también a la no conservación del

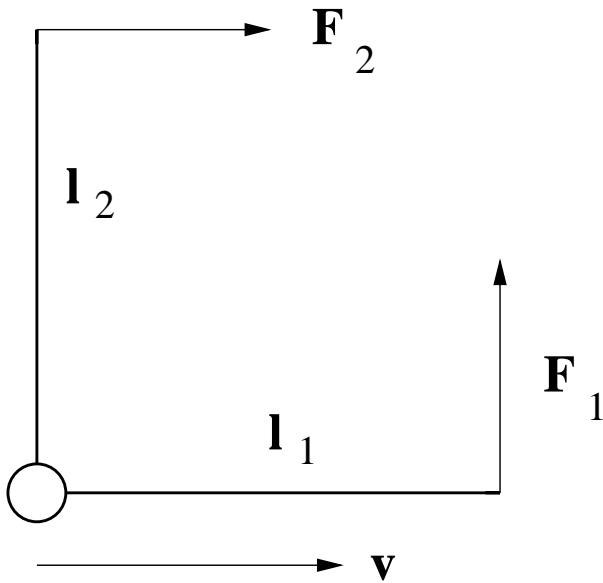


Figura 4.10: Paradoja de la palanca.

impulso en la TER. Empero, la expresión relativista del momento angular se desacredita fácilmente en ejemplos mucho más sencillos [8]. Recordemos, por ejemplo la paradoja de la palanca. Sea que dos fuerzas iguales en módulo  $F_1 = F_2 \equiv F$  actúan sobre dos brazos iguales  $l_1 = l_2 \equiv l$ , colocados en un ángulo  $\pi/2$  (Fig. 4.10). El momento sumario de las fuerzas es igual a cero. La construcción permanece inmóvil. En la física clásica el resultado no depende en absoluto del sistema de referencia y no es necesario inventar ni conceptos físicos ni procesos, ni fenómenos, ni cálculos matemáticos nuevos.

Otra es la situación en la TER. Si alguien desde un cohete, que se mueve a una velocidad  $v$  a lo largo de uno de los brazos, simplemente se asoma a este sistema, resulta que el momento sumario será diferente de cero. Como consecuencia de la contracción de las longitudes y de la transformación de las fuerzas tenemos:  $M_{sum} = Flv^2/c^2 \neq 0$ .

La palanca deberá empezar a girar. Pareciera que tal contradicción debería haber traído el rechazo de la TER y el regreso a la física clásica, que da un resultado evidente y verdadero. Pero los relativistas (siguiendo a Laue y a Sommerfeld) se fueron por otro camino [34]. .En nombre”de la pseudociencia hay que sacrificar algo. Puesto que el sentido común para los rrelativistas significa menos que la TER, entonces es necesario inventar el pseudomomento faltante. Ahora si se apoya uno en algo (en la pared, por ejemplo) o se utiliza una palanca, entonces hay que proveerse de ropa adicional: ¡a través de uno fluirá .algo” (energía) y esta magnitud puede resultar enorme! Más aun, los flujos (¿de sudor, quizá?) pueden resultar simultáneamente diferentes si a uno lo observan desde diferentes cohetes en movimiento. Si uno sostiene ambos brazos con la misma fuerza, entonces la energía de una de las manos simplemente fluirá hacia el eje y se .asentará.en algún lugar. Sin embargo, ¡no tengamos miedo! No se puede medir este .algo”de ninguna manera, y a los relativistas ni les hace falta hacerlo: eso no es hacer física. Hace falta sólo que las expresiones literales concuerden con los resultados evidentes (por sentido común). Así, en vez de un efecto relativista categóricamente no-observable (de lo contrario se observaría una contradicción) se obtuvieron dos efectos relativistas categóricamente no-observables que se compensan exáctamente uno al otro. Tales trucos funcionan con muchos (las letras concuerdan, pues) a pesar de que el residuo seco”de todas las ”inversiones semejantes.es el de antemano evidente resultado clasico.

## El efecto de Compton

También hay ciertas preguntas para la teoría del efecto Compton, en particular, para la interpretación de dos hechos clave de la curva experimental: 1) para la dispersion en los electrones libres en reposo; 2) para la declaración de la existencia de electrones fuertemente (?) enlazados en presencia rayos  $X$  duros de energías mayores a 1 Mev (¡?). Para el primer hecho hay que prestar atención a lo siguiente. En primer lugar, a temperaturas reales la probabilidad incluso



de que un electrón libre posea una velocidad nula es cero y hay que analizar el movimiento arbitrario de los electrones (la distribución real). En particular, el pico debe tener relación no con la velocidad nula sino con la más probable (en el átomo, con la velocidad de los electrones enlazados con aquel, la cual es bastante grande). En segundo lugar, sería interesante confirmar el efecto sobre los haces electrónicos de forma independiente para tres magnitudes (balance completo): para los ángulos, las energías y la cantidad de partículas. Respecto al segundo hecho aclaremos que para tales energías anunciadas es extraño que no se desprenda cualquier electrón (incluso interior). Es posible que el efecto de Compton (como el efecto de Mössbauer) deba analizarse para los cuerpos (o átomos) como un todo a partir de ciertas condiciones de resonancia (con la consideración de mecanismos concretos de absorción y emisión en el átomo). Pero de cualquier modo permanece la indeterminación del efecto del movimiento de los electrones en los átomos y del efecto de la temperatura sobre las tres magnitudes medidas en un sólo (!) experimento.

Pareciera que para las interacciones electromagnéticas debería haber menos razones para dudar de la ecuación relativista de movimiento

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = e\mathbf{E} + \frac{e}{c}[\mathbf{v} \times \mathbf{B}]$$

y, como consecuencia, de la aplicabilidad de las leyes relativistas de conservación para el proceso de colisión. Aun así, haremos una serie de aclaraciones ulteriores sobre la fundamentación de la descripción relativista del efecto Compton. Arriba ya se vió una serie de indeterminaciones para la colisión de las bolas, análoga al modelo "de billar" de Compton. Analizaremos los experimentos expuestos en los libros de texto estándar, por ejemplo [27,30,40]. Notemos que si el tiempo de coincidencia de los momentos del registro de los cuantos  $\gamma$  y de los electrones  $\Delta t > 10^{-20}$  segundos, entonces los experimentos no sólo no demuestran la simultaneidad de la emisión de las partículas sino que tampoco permiten contraponer unívocamente las partículas con algún acto de dispersión. Tal exactitud se encuentra

fuera del alcance incluso de las posibilidades actuales (es decir, por ahora esto es una cuestión de "¿vez la estadística no puede ayudar aquí?).

Llamar libres a los electrones que participan en la dispersión es metódicamente erróneo, ya que su número debe ser constante en el experimento. Empero, toca considerar que este número es diferente dependiendo del ángulo de dispersión, y para un ángulo lo suficientemente pequeño de dispersión todos los electrones son enlazados. En realidad todos los electrones participan en la transmisión del impulso a consecuencia de su movimiento en el átomo y le quitan al cuanto  $\gamma$  parte de su energía ya que en el sistema atómico tales electrones estaban enlazados.

Hay una serie de momentos que no son evidentes en la teoría del efecto Compton. Por ejemplo, ¿cuál es el papel de la dispersión sobre partículas más grandes que el electrón, los núcleos (o sea, es posible la interferencia y su efecto a causa de la radiación dispersada por los núcleos)? ¿Por qué en el experimento con el litio está ausente la línea no desfazada (Compton, By) durante la dispersión por el núcleo, si ella debería existir siempre? ¿Por qué para para todas las sustancias existe no un sólo pico de desfase sino dos, ubicados de forma casi simétrica respecto a la línea original?

Además, todas las trazas no se visualizan como en la teoría ideal sino que sólo se restituyen con ayuda de medios auxiliares e interpretaciones, es decir, al comprobar las leyes de conservación tenemos que ver con hipótesis estadísticas. En los experimentos no hay evaluaciones de la probabilidad de las dispersiones dobles en la muestra, aunque una puede tener una magnitud notable, y en ningún lugar se evalúa el papel de la dispersión múltiple del "fondo."<sup>en</sup> todas las partes del dispositivo experimental. La exactitud de los experimentos incluso por la definición de la sección de dispersión no es muy alta  $\sim 10\%$  (¡y esta es una exactitud estadística!) Además se eligen los casos más presentables (favorables para la teoría). Por ejemplo, en el experimento de Krein, Hertner y Turin de 10000 fotografías se seleccionaron 300 casos (¿no son pocos?) y se declaró la coincidencia de los datos para la sección de dispersión con la fórmula de

Klein-Nishina-Tamm. En el caso de grandes grosores de las muestras (Colraush, Compton, Chao) es obvio que hay que considerar el efecto de las dispersiones dobles. Es análogamente obvio del esquema del experimento, que en el experimento de Stsepesi y Bea la cantidad de dispersiones dobles es del mismo orden que las simples. Sin que se considere este hecho, la exactitud anunciada en 17% es bastante dudosa. Provoca desconcierto el que en el experimento de Hofschadtter se hagan correcciones declarativas (ajustes) a consecuencia del efecto de diferentes factores. Aquí, después de todas las correcciones (¡hasta 30% ajustes!) se declara la exactitud 15%.

En realidad, en todos los experimentos se destacan no las direcciones de vuelo después del rebote sino que se fija la caída en determinado lugar del espacio. Consecuentemente la confirmación de las interpretaciones de la TER mediante los experimentos es bastante cuestionable. Por ejemplo, en el experimento de Cross y Ramsey casi la mitad de los puntos con la consideración de los límites permitidos anunciados cae fuera de la curva teórica. Atrae la atención el hecho de que al sacar el aparato registrador del plano de dispersión el número de coincidencias en los actos de dispersión permanece considerable: supera más de tres veces el valor de fondo. También es bastante extraño comparar el experimento de Skobeltsin con la teoría utilizando la relación de la cantidad de partículas dispersadas en diferentes ángulos  $N_{0^\circ}^{10^\circ} / N_{10^\circ}^{20^\circ}$ . Pues cada una de estas magnitudes (y el numerador y el denominador por separado) es una cierta magnitud promediada (efectiva). ¿Y cómo se puede en forma general, sin recurrir a la teoría de las fluctuaciones, cotejar la relación de valores medios (los dos experimentos) con la relación de las verdaderas magnitudes (la teoría)?

Para una fundamentación teórica completa del efecto Compton es necesario no un colimador para las partículas incidentes sino tres colimadores para diferenciar además cada uno de los tipos de partículas dispersadas por direcciones angostas. Hacen falta también absorbentes que quiten el fondo. Entonces quedará "sólamamente" el problema de la filtración de todas las partículas según sus energías. De este modo, incluso tal efecto puramente relativista en aparien-

cia como el efecto Compton no está completamente comprobado de forma experimental.

### Aclaraciones adicionales

Hagamos una aclaración auxiliar. Al deducir la expresión relativista para el impulso "se demuestra" que éste debe estar dirigido según la velocidad, de lo contrario será indeterminado. Sin embargo, no hay ninguna rigurosidad en estos razonamientos para una única partícula, pues incluso en el sistema donde  $\mathbf{v} = 0$  la dirección del impulso tampoco está determinada. La expresión clásica para el impulso se sigue del carácter euclidiano del espacio (la homogeneidad, la isotropía) y de la invariancia de la masa. Siguiendo el principio de la necesidad mínima se puede dejar la expresión clásica tanto para la dirección como para la magnitud del impulso de una partícula. Entonces todos los cambios relativistas se manifestarán en el cambio para la expresión de la energía. Simplemente hay que recordar que para las partículas cargadas el campo también puede poseer un impulso y una energía diferentes de cero. Estrictamente elástico puede ser solamente la colisión de partículas neutras sin grados internos de libertad.

Una aclaración auxiliar más. En el libro [33] (problema 65 .<sup>el</sup> impulso sin masa") se analiza una plataforma sobre ruedas. En uno de sus extremos se encuentra un motor con un acumulador, el cual hace girar con ayuda de una transmisión de banda (a través de toda la plataforma) a una ruedita con palas en el agua que está al otro extremo de la plataforma. Como resultado la energía eléctrica del acumulador pasa, desde un extremo de la plataforma al otro, a la forma de energía térmica del agua. Nuevamente tenemos que ver con la pérdida de determinación (con la no objetividad): para salvar a la TER diferentes observadores deberán sacar diferentes conclusiones artificiales sobre los caminos y las velocidades de transmisión de la energía (de la masa). Por ejemplo, de acuerdo a la TER el observador que está sobre la plataforma debe adjudicarle la transmisión de la energía (masa) a la transmisión de banda. Y si dejamos

visibles al observador sólo dos pedazos pequeños de la banda, entonces ¿cómo y con qué se puede comprobar experimentalmente esta transmisión de masa? La posición de la física clásica es más exacta: si uno de los cuerpos actúa sobre el segundo, entonces el trabajo realizado se determina por el producto de la fuerza que actúa por el desplazamiento relativo:  $A = \int \mathbf{F} d\mathbf{r}$  o  $A = \int \mathbf{F} \mathbf{v} dt$ , donde  $\mathbf{v}$  es la velocidad relativa. Por ejemplo, bajo la fuerza de fricción el cuerpo en movimiento se detiene. La energía cinética del cuerpo con relación a la superficie será numéricamente igual al trabajo de la fuerza de fricción y numéricamente igual a la cantidad de calor desprendido. Estas magnitudes son invariantes (no dependen del sistema de observación).

Hagamos ahora una observación metódica acerca de la confirmabilidad de las fórmulas relativistas. La exactitud de los experimentos en la física del macromundo es como regla pequeña en un acto individual de medición. Empero, la aumentan artificialmente mediante la elección de los sucesos "necesarios para la teoría" el tratamiento estadístico ulterior de los resultados (ajuste a la teoría). A diferencia del área clásica de investigación, en las regiones de velocidades relativistas nadie mide directamente el valor de la velocidad de las partículas (tampoco se puede medir directamente la masa de las partículas sino sólo  $e/m$  y eso utilizando determinadas interpretaciones teóricas y con la correspondiente graduación de los aparatos basados en las primeras). Por eso no se puede de forma explícita sustituir las velocidades  $\mathbf{v}$  y  $m$  en las magnitudes de cálculo (!) de la energía y del impulso y comprobar las leyes de conservación de la TER. Incluso si se determinan experimentalmente ciertas magnitudes numéricas casi conservadas, entonces la obtención de una expresión literal, a partir de estos números, para la energía y el impulso se puede hacer de diferentes maneras y con diferentes resultados. Si incluso las mediciones de magnitudes numéricas de la energía y del impulso ocurren de forma indirecta (nuevamente tenemos que ver con las interpretaciones teóricas).

Si un determinado objeto tiene una velocidad mayor a aquella con la cual es capaz de mover la propia mano, usted obviamente no

podrá acelerar dicho objeto con la mano; no obstante, durante el movimiento encontrado la velocidad de choque se determinará por la suma de las velocidades. Completamente análoga será la situación en que, con ayuda de un campo electromagnético, se quiera acelerar partículas que vuelen casi a la velocidad de transmisión de las interacciones electromagnéticas (la efectividad de la aceleración será baja); pero, nuevamente, durante la colisión frontal de las partículas la velocidad se sumará de manera aditiva. Analicemos el siguiente experimento mental. Supongamos que en una recta se encuentran tres observadores: en los puntos  $A$ ,  $B$  y  $C$ . Aquí el punto  $B$  se encuentra a la mitad del segmento  $AB$ . Coloquemos una fuente puntual  $O$  de señales sincronizadoras en la perpendicular media  $OB$  a una gran distancia  $R = OB$ . Puesto que los cuatro puntos están todos en reposo mutuo, entonces para nuestros tres puntos sobre la recta el método elegido de sincronización es válido, tanto en el caso clásico como en el de la TER. Si elegimos una distancia  $R$  lo suficientemente grande podremos proveer una exactitud de sincronización en los puntos  $A$ ,  $B$  y  $C$  dada de antemano. Supongamos que en los extremos del segmento, en los puntos  $A$  y  $C$ , se han colocado, dentro de cápsulas, fuentes radiactivas capaces de emitir partículas con una velocidad de  $0,9c$ . Al recibir la primera señal sincronizadora se abren al mismo tiempo las compuertas de las cápsulas y las partículas salen al encuentro unas de otras (hacia el punto  $B$ ). El observador en el punto  $B$  verá cómo el espacio entre los dos flujos se consume con una velocidad de  $0,9c + 0,9c = 1,8c$ . Con esa misma velocidad las partículas que colisionan empezarán a "enterrarse los colmillos unas a otras" (a cuenta de la elección de la longitud del segmento  $AC$  se puede adivinar el momento de la colisión para ajustarlo a la llegada de la segunda señal sincronizadora y confirmar así la veracidad del cálculo). Esta es la velocidad real de choque de las partículas para un observador real y la ley relativista para la suma de las velocidades no tiene, en este caso, nada que ver. Al parecer, la multiplicidad de canales de las reacciones en la física del microcosmos es, en muchos casos, ficticia: simplemente la fe ilimitada de los relativistas en la relatividad de las magnitudes (y la necesidad de hacer

los cálculos precisamente con ayuda de las fórmulas relativistas) los obliga a adjudicar diferentes reacciones, que ocurren en condiciones completamente distintas, a las reacciones que ocurren bajo iguales parámetros de colisión.

Surge la pregunta: ¿se pueden obtener velocidades de partículas superiores a la de la luz (se están considerando partículas comunes y corrientes y no los fantásticos "taquiones") que sean registradas por un observador real en reposo? Responderemos de esta manera: es casi improbable que las velocidades de las partículas estén limitadas por la velocidad de la luz (más exactamente, en el mismo tono utilizado arriba, incluso el doble de la velocidad de la luz). Esto sería posible solamente si se cumplieran las siguientes condiciones: en primer lugar, no deben existir en la naturaleza partículas verdaderamente elementales; en segundo lugar, todo el universo debe poseer una naturaleza exclusivamente electromagnética y someterse rigurosamente a las leyes de Maxwell. Sin embargo, se tienen todas las bases para suponer que sí existen partículas verdaderamente elementales, que en la naturaleza, además de las interacciones electromagnéticas, están presentes otro tipo de interacciones (al menos tres más), y que incluso las mismas interacciones electromagnéticas no se describen exclusivamente mediante las leyes de Maxwell en su forma actual (Ritz escribía ya acerca de esto; recordemos también el hecho mismo del nacimiento de la mecánica cuántica). En el aspecto práctico se puede suponer lo siguiente. Analicemos las colisiones en los haces encontrados y enrarecidos de partículas que vuelan casi a la velocidad de la luz. Durante el choque estrictamente frontal de las partículas verdaderamente elementales, de la misma carga pero de masas significativamente diferentes (por ejemplo, protón y positrón), deberán observarse las menores de las partículas, dispersas en  $180^\circ$ , que tengan una velocidad cercana al doble de la velocidad de la luz. Se sobreentiende que la más pequeña desviación del choque estrictamente frontal conduce a una desviación considerable de la velocidad con respecto al valor mencionado, por eso la probabilidad de tales sucesos es pequeña (¡pero no es nula!). Una iteración múltiple de este procedimiento (el análogo de la aceleración de Fermi) para la

obtención de velocidades aun mayores es más difícil de realizar (pero en el Universo tal cosa es posible).

Al estudiar la colisión con partículas "en reposo" surge la pregunta: ¿dónde se encontraron tantas partículas en reposo? ¿Y cómo se comprobó este hecho (ya que esto puede tener relación con la determinación de los ángulos de incidencia y de dispersión, el parámetro de impacto...)?

Notemos que tanto en el caso clásico como en el relativista [17] la energía que obtiene la partícula por unidad de tiempo al pasar por una región con campo electromagnético está dada por una misma fórmula  $(dE_c/dt) = e\mathbf{E}\mathbf{v}$ . Esta es una de las razones del cálculo "cercano al éxito" de los aceleradores. Simplemente los mismos "sucesos" e indicaciones de los aparatos se comparan en los casos clásico y relativista mediante diferentes escalas de energía (más exactamente, mediante diferentes combinaciones de símbolos literales).

La TER no tiene ninguna relación preferente para la explicación de la existencia de impulso en el fotón. Cualquier partícula, incluido el fotón, se detecta al interactuar con otras partículas, o sea, prácticamente por la transmisión del impulso. Según las concepciones modernas de los experimentos de Lebediev para la medición de la presión de la luz sirven de base experimental para la definición de la existencia del impulso del fotón. La expresión literal de la energía cinética del fotón puede ser deducida elementalmente a partir de la definición general  $dE = \mathbf{v}d\mathbf{p}$  (de las ecuaciones generales de movimiento). Si consideramos que el fotón se mueve a la velocidad de la luz  $v = c$ , entonces después de la integración obtenemos  $E = cp$  sin ninguna idea de la TER. Pero esta fórmula es cierta sólo para el vacío (y no para el medio).

Tampoco es en absoluto satisfactoria la deducción semiclásica de la fórmula de Einstein [40]:  $\Delta E = \Delta mc^2$ . En primer lugar, el concepto de centro de masa de la TER es contradictorio. En segundo lugar, por alguna razón se recuerda a las ondas acústicas en aquellos casos en que éstas no son esenciales (distraen de las paradojas evidentes), aunque en esta situación ellas juegan un pa-



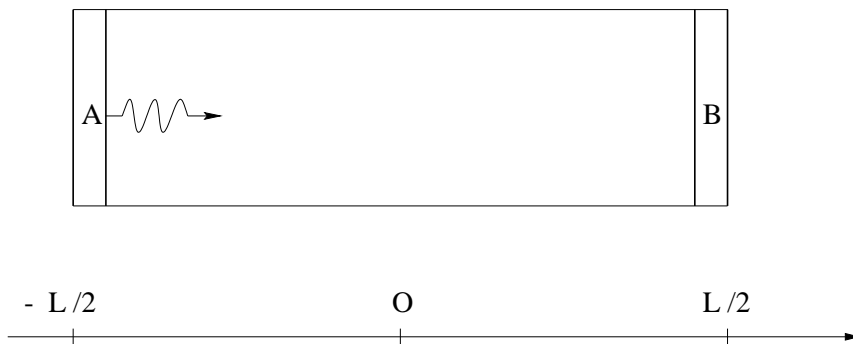


Figura 4.11: Enlace entre la masa de emisión y su energía.

pel determinado. Sea que en los extremos de un tubo homogéneo de longitud  $L$  y masa  $M$  (Fig. 4.11) se encuentran los cuerpos  $A$  y  $B$  de masa depreciable [40]. Tomemos, por ejemplo, capas monomoleculares de igual sustancia. Supongamos que los átomos de la capa  $A$  se encuentran en estado de excitación. En [40] se analiza el siguiente "proceso cíclico". Al principio el cuerpo  $A$  emite un impulso luminoso breve hacia la dirección del cuerpo  $B$ . Se afirma que el tubo como un todo se pondrá en movimiento. Pero esto no es así. Sea que la longitud  $L = 1$  cm. El impulso emitido obligará al cuerpo  $A$  a flexionarse y a desplazarse de las moléculas del tubo que lo sostienen una distancia de orden molecular. Aprecerá una fuerza elástica que tienda a restablecer el equilibrio perdido. Como resultado, sobre el tubo empezará a transmitirse por el tubo un sistema complejo de oscilaciones transversales y longitudinales. En el tiempo en que la luz alcanza al cuerpo  $B$  estas ondas acústicas recorrerán no más de  $10^{-5}$  cm (ya que  $v_s \ll c$ ). Un proceso análogo se repite con el cuerpo  $B$ . De este modo, el tubo en oscilación se alargará a partir del centro  $O$  en direcciones contrarias (hacia la dirección del cuerpo  $A$  una distancia un poquito mayor), hasta que las ondas acústicas no se amortiguen una a la otra y no se establezca el equilibrio. Pero la cuestión no está en este complicado proceso real. Más adelante

en [40] el cuerpo  $B$  con la energía absorbida es puesto en contacto, con ayuda de las fuerzas internas, con el cuerpo  $A$  al cual le regresa su energía; después el cuerpo  $B$  regresa a su lugar (y después se escriben símbolos matemático). ¡Un momento! En tercer lugar, ¿de qué manera el cuerpo  $B$  pudo haber transmitido la energía electromagnética de excitación sin transmitir el impulso? Además, esto pudo haber sido sólo un impulso de luz (de lo contrario por la segunda ley de la termodinámica no toda la energía se habría transmitido al cuerpo  $A$ ). Pero en tal caso tenemos sólo una transmisión mutuamente inversa del impulso con ayuda de la luz y de aquí no se sigue ninguna conclusión global. Tal tarea es análoga a la tarea clásica sobre el lanzamiento de una pelota dentro de un bote de una persona a otra. La pelota posee una masa y en vuelo posee así mismo una energía y un impulso distintos de cero. El valor de la masa entra en la expresión del impulso y de la energía cinética pero de aquí no se sigue ninguna conclusión universal. Aquello a lo que se tiende en [40], se puede obtener de un modo mucho más simple. De la expresión general  $dE = \mathbf{v}d\mathbf{P}$  para la luz tenemos  $\Delta E = c\Delta P$ . Si introducimos de un modo clásico la masa de movimiento para el fotón  $P = mv$ , entonces de  $v = c = \text{const}$  se sigue la única posibilidad  $\Delta P = c\Delta m$ . En suma, sin ninguna suposición imaginaria de la TER tenemos  $\Delta E = c^2\Delta m$ . Sin embargo, en cuarto lugar, este resultado (independientemente de su método de obtención) tiene relación sólo con la energía electromagnética y con nada más (al menos no hay pruebas de la generalidad del resultado).

El procedimiento de búsqueda de soluciones en la TER mediante la descomposición por  $v/c$  y la consideración del número finito de miembros de la serie puede resultar, en el caso general, incorrecto. Los miembros descartados pueden cambiar cardinalmente el aspecto de la solución. El dominio de aplicación de la solución aproximada con el tiempo puede rasear tan pequeño que tal solución no tendrá ningún sentido teórico ni práctico (¿pero como notar esto sin conocer el comportamiento de la función?). Es también cuestionable deducir una solución promedio de la solución aproximada. Un ejemplo trivial: formalmente pareciera que en la fuerza de Lorentz

se puede despreciar la fuerza magnética, la cual contiene  $v/c$ . Pero esto no es así: en el límite clásico en vez de la deriva media real de la partícula que tiene una velocidad constante perpendicular a ambos campos se obtendría un movimiento acelerado a lo largo del campo  $\mathbf{E}$ . En el límite relativista [17] la velocidad crece más rápidamente también en la dirección de  $[\mathbf{E} \times \mathbf{B}]$ . Al parecer, es por eso que en la TER las funciones aproximadas de Lagrange construidas por  $v/c$  hasta cierto miembro pueden traer problemas, y la construcción de las funciones exactas de Lagrange es fundamentalmente problemática en la TER. La autoaceleración de las cargas bajo el efecto de la reacción de la radiación es una de las manifestaciones de la limitación de los resultados de la TER. La radiación se determina en la zona lejana y no debe depender fuertemente de los procesos que ocurren a escalas del orden del tamaño de una partícula elemental: sólo la sobrevaloración de la rigurosidad de la TER obliga a considerar a las partículas elementales como puntuales.

Aunque la siguiente aclaración metódica se relaciona en primer lugar con la cinemática, también tiene relación con la TGR y la dinámica relativista. En [17] se plantea el problema: determinar el movimiento del sistema investigado, acelerado uniformemente con relación al propio sistema inercial (es decir, que se encuentra en reposo en cada momento con respecto al sistema analizado). El lector puede hacerse la siguiente pregunta evidente: ¿a caso el movimiento, acelerado uniformemente con respecto a un sistema inercial, puede resultar no estar acelerado uniformemente con respecto a los otros sistemas inerciales? Por desgracia, la situación con respecto a la TER resultó ser precisamente así (y tenemos suerte de que la teoría de la relatividad casi no utilice derivadas mayores, excluyendo la descripción de la radiación, de lo contrario, cuántas "fantasías" hubiésemos tenido que ver). Pero qué hacer con el principio de equivalencia: ¿en un sistema inercial se obtiene la equivalencia a un campo gravitacional (constante) y en otro sistema inercial en ese mismo punto del espacio el campo gravitacional (¡físico!) cambió? ¿Con qué velocidad debe volar el observador para que "veamos en la Tierra los guijarros salen volando como si fueran globos? Y si a uno de semejantes

cohetes uniformemente acelerados le pegamos un dinamómetro y al resorte le colgamos un peso, entonces ¿acaso los observadores que se mueven de diferente manera (pero con velocidades constantes) verán que el indicador del dinamómetro muestra diferentes dígitos indoarábicos?

Recordemos la famosa paradoja del submarino relativista (la TER se encontró ante la elección de cómo "Buridanov se asentó. ante dos hacinas de heno): desde el punto de vista del observador en la superficie de la tierra, el submarino en movimiento debería hundirse a causa del aumento de su densidad por culpa del acortamiento de su longitud; pero desde el punto de vista del observador en el submarino, por el contrario, el submarino debería flotar a causa del aumento de la densidad agua circundante. Era necesario pronunciar algún conjuro mágico de tipo científico: los relativistas eligieron referirse ya al proceso de aceleración, ya a la curvatura del espacio en un campo gravitacional intensificado; es decir, nuevamente nos mandaron a la TGR. Al parecer, se puede escribir como epitafio para la TER: "hizo el esfuerzo por abarcar lo inabarcable, pero nunca tuvo incluso su propio objeto de estudio". Y para que quede claro que en este caso la gravedad no tiene nada que ver reformularemos la presente paradoja de otra manera. Sea que en las condiciones terrestres más comunes (es decir, ¡en un campo gravitacional débil!) el submarino más común y corriente recorrió exitosamente su camino entre dos barcos a una velocidad constante (¡no relativista!) y una profundidad fija determinada (en un agua transparente). ¡Esta es la RESPUESTA y ya es conocida desde los "puntos de vista de ambos observadores! La pregunta ahora es: ¿qué deberán aseverar, desde el punto de vista de la TER, diferentes observadores relativistas en movimiento? Puesto que, aparte del intercambio de impulsos de luz, la TER no se ha ocupado de otras cosas, entonces es natural que todo lo que asevera la TER deberá ser visto por los observadores relativistas mediante esta misma luz. Surge la pregunta: ¿cuándo verán ellos .esto? Obviamente, sólo hasta que les llegue la luz liberada en el momento del "suceso" (como aseguran los relativistas, no existen enlaces instantáneos). Sea que dentro de 20 mil millones

de años (cuando "probablemente" no existan ni el submarino ni los barcos) dos observadores (en naves en movimiento) miren en la dirección de nuestro submarino desde una distancia de 20 mil millones de años luz y atrapen esos mismos impulsos que muestran el suceso tan alejado. Uno de los observadores se mueve casi a la velocidad de la luz en la dirección del submarino y el otro, en la dirección contraria al curso del submarino. Resulta que, de acuerdo con la TER (a causa del diferente resultado de la suma de las velocidades), la opinión de estos observadores (¿se hundió el submarino o flotó?) deberá ser diferente. Y ellos no deberán creerle incluso al transbordador estelar que llegue después (un poquito retrasado, para no turbar inútilmente el sueño relativista) con el comunicado de que el submarino cumplió exitosamente la misión A LA PROFUNDIDAD DADA. Cómo quisiera uno crees a los relativistas: ¿puede que no se haya hundido aún Vasíly Ivánovich Chapáev si es que algún extraterrestre adecuado, que vuele en el tiempo correcto y con la velocidad correcta, le heche un vistazo a aquel suceso ocurrido hace tiempo.

Claro que todas las pérdidas de las características objetivas de la TER (la que se han incluido sólo para dar una imagen más completa) tienen el aspecto de simples correcciones estudiantiles.<sup>en</sup> comparación con los vacíos y contradicciones lógicas de la TER. Se ve completamente extraña la difundida etiqueta relativista de que la TER fuera simplemente una nueva geometría y sólo entonces ella pareciera ser congruente. Según parece, ellos se equivocaron en la elección de la especialidad si es que no sienten incluso el objeto mismo de estudio de la física (la física se encarga del estudio de las causas de los fenómenos y de los mecanismos concretos que influyen directamente sobre el fenómeno investigado). Por supuesto, para la obtención de una solución matemática en la física frecuentemente se utilizan las transformaciones de coordenadas (por ejemplo, las conformes). En particular, las transformaciones de Lorentz (¡pero a la velocidad del sonido!) se pueden utilizar para la resolución de ciertos problemas de acústica (y precisamente por que serán invariantes). No obstante, si alguien asegura que, dado que las soluciones resultan verdaderas, eso

significa que todo el universo se "transformó" de la región exterior a la región interior, entonces todos los físicos entenderán qué lugar ocupan tales aseveraciones. Mas si algún otro Muy pero Muy Gran Científico Relativista dice que todo el universo se encogió cuando él iba camino a la panadería de la esquina, entonces un montón de .aduladoresconfirmarán esta tontería (habrá que ver que estos pobrecillos sufrieron muchas carencias en su infancia: nadie les leyó el cuento de .El traje nuevo del emperador").

Desde el punto de vista del autor la posición más congruente es el reconocimiento categórico del carácter aproximado de los resultados de la dinámica relativista y de la electrodinámica, con la exactitud que da el experimento. No hay que sobrevalorar las posibilidades de los métodos puramente teóricos y sobrecargar a la física de globalismos. Precisamente por esta razón y porque el hecho de que no hay una fundamentación suficiente en los experimentos relativistas, el autor no intenta proponer teorías alternativas. En la actualidad la teoría deberá analizar y generalizar aquellos experimentos que se han realizado concretamente en el área de altas velocidades.

#### 4.4. Conclusiones para el Capítulo 4

El presente Capítulo 4 estuvo dedicado a la crítica de la dinámica relativista. Se presentaron las contradicciones lógicas que hay en esta área de las investigaciones que pareciera "funcionar haber sido comprobada".

En el presente Capítulo 4 se continuó la crítica al concepto de relatividad. Después se discutió detalladamente el concepto de masa relativista y se expuso su crítica. Se demostró la contradicción del concepto de centro de masas en la TER. Posteriormente se dió la crítica al concepto relativista de fuerza, de transformación de las fuerzas y del enfoque relativista hacia diferentes unidades de medición. Después de esto se discutió el verdadero significado (sin las globalizaciones de la TER) de la invariancia de las ecuaciones de Maxwell. En este capítulo también se presenta la crítica a la relación relativista entre la masa y la energía, se critican las así llamadas

confirmaciones experimentales de la física nuclear se analizó una serie de problemas particulares. Se discutieron críticamente aspectos de la TER tales como la masa de emisión, la llamada precesión de Thomas y otros problemas. Se mostró la completa falta de fundamentación de la interpretación convencional de la dinámica relativista y de forma detalladamente crítica se se analizó la interpretación del efecto Compton.

La conclusión general del capítulo consiste en la necesidad de regresar a la interpretación clásica de todos los conceptos dinámicos, en la posibilidad de las interpretaciones clásicas de las soluciones relativistas y en la necesidad de una investigación experimental más completa de una serie de fenómenos en la región de altas velocidades.

## Apéndice A

# La posible parametrización frecuencial

En los apéndices se analizarán algunas hipótesis particulares. El- las prácticamente no están relacionadas con la crítica a la teoría de la relatividad, expuesta en la parte principal de este libro, acaso demuestran que el de la TER no es el único planteamiento y que es posible la parametrización por frecuencias de los cálculos. En el presente libro los Apéndices sólo pretenden esto, ya que utilizan los métodos incorrectos de la TER (su falsedad se demostró en los capítulos principales de este libro). Con las ideas expuestas en los primeros dos apéndices ( y con parte del análisis del experimento de Michelson del Capítulo 3), el autor intentó acceder a varias revistas ampliamente conocidas desde el año 1993 hasta el año 1999. Y ya sea que el trabajo diplomáticamente no era revisado ensegui- da, ya llegaba aproximadamente tal respuesta: "Nadie ha observado nada semejante en la teoría de la relatividad ni en la electrodinámi- ca cuántica, y la exactitud de las predicciones de estas teorías es enorme". ¿Cómo puede en general un físico teórico observar algo nuevo (y no explicarlo con posterioridad"? El debe presuponer cier- to hecho y comprobar las consecuencias de su suposición. Pero nadie



ha siquiera intentado suponer la posibilidad de la dependencia de la velocidad de la luz con respecto a la frecuencia. Además, se mencionaba a una exactitud que fuese en uno o dos órdenes mayor que la exactitud de los experimentos actuales. Tal exactitud puede ser alcanzada en un corto tiempo pues en la física se discuten seriamente los experimentos que exigen una exactitud de unas cuantas decenas de órdenes mayor que la actual. Finalmente, el autor se cansó de perder el tiempo y decidió comprobar qué exactitud tan grande es esa de la teoría de la relatividad (de paso se recuerda la insatisfacción estudiantil propia con esta teoría). Como resultado apareció el primero de los artículos críticos propios y ahora este libro. Así que, todo tiene su parte positiva y su parte negativa.

Pasemos ahora a la discusión de la posible dependencia de la velocidad de la luz respecto a la frecuencia. Se sabe que al colocar una partícula en el vacío en éste ocurren diferentes procesos tales como la aparición de pares virtuales (partícula-antipartícula); muchos procesos de interacción pueden ser descritos con el uso de tales pares virtuales. Durante su proceso de difusión, la luz también influye en las propiedades del vacío (en particular, deberá tener lugar la polarización del vacío). Luego, según el principio de correspondencia deberá haber una acción retroactiva del vacío polarizado sobre el proceso de difusión de la luz. Como resultado, la luz de determinada frecuencia deberá difundirse en el vacío como si lo hiciera a través de un "medio" que posee cierta permeabilidad  $\varepsilon$ , la cual se determina por la misma luz difundida, o sea,  $c = c(\omega)$ .

Es sabido que la generalización de las ecuaciones de Maxwell mediante la adición explícita de un miembro de masa en el lagrangiano de Maxwell conduce a las ecuaciones de Prok en el espacio de Minkovski (según las concepciones modernas). Las ondas electromagnéticas, que se desplazan en el medio, son cambiadas por él y esta influencia se manifiesta mediante la generación de fotones masivos [100]. Incluso si se supone la constancia de la velocidad de fase, aparece una dependencia de la frecuencia (la dispersión en el vacío) de la velocidad grupal de la luz:  $v_g = (d\omega/dk) = c\sqrt{\omega^2 - \mu^2 c^2}/\omega$ , aquí  $\mu$  es la masa de reposo de los fotones. En los apéndices da-

dos, empero, no se discutirán las cuestiones sobre la generación de la masa y la teoría de la carga. El fin principal es reflejar ciertas cuestiones físicas que tienen que ver con la velocidad misma de la luz.

Surgen inmediatamente las preguntas 1) ¿Cómo puede ser evaluada o medida la dependencia de  $\omega$ ? 2) ¿Por qué ella no ha sido observada hasta ahora? y 3) ¿Cuáles pueden ser sus consecuencias?

Existen diferentes métodos para la medición de la velocidad de la luz, por ejemplo: los métodos astronómicos, el método de las interrupciones, el método del espejo giratorio, el método radiogeodésico, el método de las ondas estacionarias (resonador), el método de las mediciones independientes de  $\lambda$  y  $\nu$ . En la actualidad el último de los métodos [59,67] es el más exacto; precisamente con ayuda de éste método el Buró de Estándares mide la velocidad de la luz con una exactitud de hasta el octavo signo. Pero en este camino existen dificultades esenciales [7]. Además, hay que aclarar que el método dado está categóricamente limitado: él puede estar enlazado o con la velocidad local de la luz (dentro del aparato), o puede no tener absolutamente ninguna relación con la velocidad de la luz, si es que la luz no es una onda pura. Por qué los otros métodos no son adecuados (para la observación de la dependencia  $c(\omega)$ ) queda claro de los capítulos anteriores y para una hipótesis particular esto, más adelante, quedará claro de los presentes Apéndices.

Después investigaremos los métodos de la TER (olvidémonos por un rato que son incorrectos, sino que dan solamente un efecto de visibilidad para dos sistemas de referencia con una condición adicional: la condición de la elección del método de sincronización de Einstein). Recordemos que al deducir las consecuencias de la TER (por ejemplo, las leyes de transformación) se utiliza el concepto de intervalo  $ds^2 = c^2 dt^2 - (d\mathbf{r})^2$ . Aquí es necesario hacer dos aclaraciones metódicas. En primer lugar la igualdad de los intervalos  $ds^2 = ds'^2$  no es más que una de las hipótesis verosímiles ya que sólo el punto  $\Delta s = 0$  permanece como fidedigno (si suponemos que  $c = \text{const}$ ). Por ejemplo, se podrían igualar cualesquiera  $n$ -potencias ( $n$  es natural):  $c^n dt^n - dx^n - dy^n - dz^n$

y obtener diferentes "Leyes físicas". O considerar que  $t = t'$ , pero  $c'^2 = c^2 - v^2$ , es decir  $v' = v\sqrt{1 - v^2/c^2}$  (la velocidad aparente del movimiento mutuo es diferente para observadores distintos). Tal elección conduce a la coincidencia del efecto relativista longitudinal de Doppler con la expresión clásica. Semejantes sistemas exóticos pueden estar de acuerdo en el mismo nivel que la TER (es decir, sólo para dos objetos separados!), y sólo los experimentos pueden mostrar cuál de las elecciones no es más que una invención teórica. No discutiremos aquí toda estas hipótesis exóticas.

En segundo lugar, al utilizar el intervalo no se subraya el siguiente momento: se utiliza una luz concreta que va de un punto a otro, es decir, en el intervalo hay que sustituir la expresión  $\mathbf{c}(\omega_i, \mathbf{l}_i)$ . Pero en tal caso la proporcionalidad de los intervalos (de los libros de texto) conduce a la relación indeterminada:

$$\frac{a(\mathbf{l}_2, \omega_2, \mathbf{v}_2)}{a(\mathbf{l}_1, \omega_1, \mathbf{v}_1)} = a(\mathbf{l}_{12}, \omega_{12}, \mathbf{v}_{12}),$$

yu no se puede fundamentar ni tan sólo la igualdad de los intervalos. Nuevamente surge la necesidad de referirse a los experimentos, ya que esta relación está ligada a la ley, por ahora "desconocida", de Doppler. Así, las construcciones teóricas que parten sólo de sus propios principios no son unívocas. Puesto que la deducción convencional de la TER (el método) conduce a ciertas consecuencias, supuestamente comprobables experimentalmente (¿por ejemplo, con una cierta exactitud para la dinámica de partículas?), nos apoyaremos en ella, pero la transformaremos con la consideración de la posible dependencia  $c(\omega)$ .

Físicamente esto significa lo siguiente. El resultado visible de cierta medición depende del procedimiento con que se midió y el resultado de cálculo depende en particular del método de sincronización del tiempo para diferentes sistemas. De acuerdo a la idea del presente apéndice no existe una velocidad única de transmisión de las interacciones electromagnéticas" (sino sólo  $c(\omega)$ ). Si de acuerdo con Einstein se utiliza la luz de una determinada frecuencia  $\omega$  para la sincronización de los intervalos de tiempo, entonces

el resultado de los experimentos dependerá de  $\omega$ . Por ejemplo, sin en el sistema ocurre cierto proceso con una frecuencia característica  $\omega_k$ , entonces es natural investigar dicho sistema con ayuda de  $c(\omega_k)$  (precisamente de la manera en que se difunde la señal). Si dos sistemas se mueven uno respecto al otro, entonces aparecerán dos magnitudes en las fórmulas:  $c(\omega)$  y  $c(\omega')$  para cada sistema, ya que una misma luz posee diferentes frecuencias en los sistemas que se mueven uno respecto al otro. En este caso las magnitudes  $\omega$  y  $\omega'$  están relacionadas entre ellas a consecuencia del efecto Doppler (ver más adelante). Es interesante notar la siguiente circunstancia. Es el el sistema tienen lugar procesos con diferentes características de frecuencia  $\omega_i$ , entonces, como consecuencia de las dependencias  $c(\omega_i)$ , los observadores que se mueven uno respecto al otro verán en un mismo punto diferentes imágenes de los sucesos (efecto visible). En los siguientes cálculos seguiremos la analogía con [4,17].

Sea  $\omega'$  la frecuencia de la señal que se transmite en el sistema. Colocando  $c(\omega')$  (en lugar de  $c$ ) en la expresión del intervalo  $ds'^2$  para el propio sistema y  $c(\omega)$  en  $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$  para el sistema de observación, de  $ds^2 = ds'^2$  se sigue que el tiempo propio ( $dr' = 0$ ) se puede determinar de la siguiente manera:

$$dt' = dt \sqrt{\frac{c(\omega)^2 - V^2}{c(\omega')^2}}, \quad (\text{A.1})$$

y la fórmula para la longitud propia sigue siendo válida. Remarquemos nuevamente que estos son solamente "efectos de visibilidad". En cualquier expresión matemática los sumandos o los coeficientes se pueden trasladar de la parte izquierda a la derecha y viceversa (todas esas expresiones son equivalentes). Entonces, ¿cómo definir: el tiempo se aceleró para un observador o, por el contrario, se desaceleró en el otro (y la longitud aumentó o disminuyó)? Simple y sencillamente, si a usted le dijeran que su tiempo se desaceleró de una determinada manera respecto a un objeto y de otra manera distinta respecto a otros objetos, entonces usted sentiría la demencia de un número infinito de tales "testificaciones" inútiles. Pero cuando los relativistas le dicen a usted que todo está en orden, que simple-

mente .algo, para alguien, en algún lugar no muy lejano...”, muchos se tranquilizan inmediatamente y continúan escuchando ”los cuentos”.

Para la deducción de las transformaciones de Lorentz utilicemos el giro en el plano  $tx$ :

$$x = x' \cosh \psi + c(\omega')t' \sinh \psi,$$

$$c(\omega)t = x' \sinh \psi + c(\omega')t' \cosh \psi.$$

Entonces, utilizando  $\tanh \varphi = (V/c(\omega))$  las transformaciones de Lorentz dan

$$x = \frac{x' + \frac{c(\omega')}{c(\omega)}Vt'}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}, \quad t = \frac{\frac{c(\omega')}{c(\omega)}t' + \frac{V}{c(\omega)^2}x'}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}, \quad (\text{A.2})$$

donde  $V$  es la velocidad del sistema. Escribiendo  $dx$  y  $dt$  en la expresión (A.2) y encontrando  $dx/dt$ , obtenemos la transformación para la velocidad:

$$v_x = \frac{\frac{c(\omega)}{c(\omega')}v'_x + V}{1 + \frac{v'_x V}{c(\omega)c(\omega')}}, \quad v_y = \frac{v'_y \sqrt{1 - \frac{V^2}{c(\omega')^2}}}{1 + \frac{v'_x V}{c(\omega)c(\omega')}},$$

$$v_z = \frac{v'_z \sqrt{1 - \frac{V^2}{c(\omega')^2}}}{1 + \frac{v'_x V}{c(\omega)c(\omega')}}. \quad (\text{A.3})$$

Para el movimiento a lo largo del eje  $x$  tenemos

$$v = \frac{\frac{c(\omega)}{c(\omega')}v' + V}{1 + \frac{v'V}{c(\omega)c(\omega')}}. \quad (\text{A.4})$$

Se observa que la velocidad máxima visible será  $V_{max} = c(\omega)$ , donde  $\omega$  es la frecuencia de la luz en el sistema propio. Notemos que todas las fórmulas conducen a la ley correcta de la composición para el movimiento a lo largo de la recta (las transformaciones del sistema  $A$  al  $B$  y de  $B$  a  $C$  dan el mismo resultado que la transformación

de  $A$  a  $C$ ). Recordemos que, de acuerdo a la parte principal de este libro, las magnitudes  $t'$  y  $x'$  en las fórmulas (A.1), (A.2) no tienen un sentido físico independiente (son magnitudes ficticias auxiliares). La fórmula (A.4), por analogía con la fórmula (1.5), puede ser reescrita en la forma

$$v_{23} = \frac{v_{13} - \frac{c(\omega)}{c(\omega')}v_{12}}{1 - \frac{v_{13}v_{12}}{c(\omega)c(\omega')}}. \quad (\text{A.5})$$

En esta forma se aprecia mejor su sentido (efecto aparente). La fórmula

$$\tan \theta = \frac{v' \sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2} \sin \theta'}{\frac{c(\omega')}{c(\omega)}V + v' \cos \theta'} \quad (\text{A.6})$$

describe el cambio de dirección de la velocidad. La expresión relativista para la aberración de la luz se conserva (sustitución  $v' = c(\omega')$ ). Por si las dudas recordemos que la expresión relativista para la aberración estelar es aproximada. Se conservan también las transformaciones de los vectores 4-dimensionales. De aquí se siguen las transformaciones del vector ondulatoria 4-dimensional  $k^i = (\frac{\omega}{c}, \mathbf{k})$ :

$$k_0^0 = \frac{k^0 - \frac{V}{c(\omega)}k^1}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}},$$

$$k_0^0 = \frac{\omega}{c(\omega)}, \quad k^0 = \frac{\omega'}{c(\omega')}, \quad k^1 = \frac{\omega'}{c(\omega')} \cos \alpha.$$

Obtenemos como resultado el efecto Doppler

$$\omega' = \omega \frac{c(\omega') \sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}{c(\omega) \left(1 - \frac{V}{c(\omega)} \cos \alpha\right)}. \quad (\text{A.7})$$

Notemos que de aquí resulta la dependencia de la velocidad de la luz ( $\omega \neq 0$ ) respecto al movimiento del sistema (a diferentes sistemas les corresponde una frecuencia distinta  $\omega'$ ). Pero, como se mostrará en el siguiente apéndice, este efecto es despreciablemente pequeño para la región óptica. Los relativistas aseguran que la expresión para efecto Doppler contiene una velocidad relativa. Esto no es cierto.

Supongamos que en un cierto punto sobre la Tierra ocurrió una explosión y que una cierta línea irradió por un corto tiempo. Sea que un receptor en Plutón registró la señal. ¿En qué momento hay que determinar esta velocidad relativa mística? Pues en el momento del destello el receptor podría no haber estado viendo hacia la Tierra; y en el momento de la recepción de la señal la fuente ya no existe, y además la Tierra ya giró hacia el otro lado. Incluso en ausencia de medio en vez de la velocidad relativa se obtendría una diferencia de las velocidades absolutas en los momentos de emisión y recepción de la señal (¡y esto no es lo mismo!). Pero qué es lo que tenemos en realidad, eso lo deberá mostrar la experiencia.

El vector de energía-impulso se transforma como sigue:

$$P_x = \frac{P'_x + \frac{V\epsilon'}{c(\omega)c(\omega')}}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}, \quad \epsilon = \frac{\epsilon' \frac{c(\omega)}{c(\omega')} + VP'_x}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}. \quad (\text{A.8})$$

Si seguimos la idea del presente apéndice, entonces deberá existir una analogía más estrecha entre la difusión de la luz en el vacío y en el medio.

(1) Diferentes paquetes de ondas se esparcen en el vacío de manera diferente.

(2) La dispersión de la luz en el vacío pone limitaciones categóricas al grado de paralelismo de los rayos.

(3) Tiene lugar la disipación de la luz en el vacío, o sea, la intensidad de la luz disminuye a medida que ella se difunde en el vacío.

(4) La luz "envejece", es decir, la frecuencia de la luz disminuye al difundirse en el vacío. Este fenómeno puede tener relación con la paradoja (de Olbers) de "¿por qué el cielo no arde?" hacer su aportación al corrimiento hacia el rojo, es decir, es posible la corrección de las concepciones sobre el desarrollo del Universo. Puesto que prácticamente se trata de la explicación alternativa del desfazamiento hacia el rojo entonces este efecto resulta ser muy pequeño y en el momento actual no es posible comprobarlo en las investigaciones de laboratorio: de todos modos el desfazamiento hacia el rojo de las líneas de los objetos cósmicos se detecta con métodos ópticos más exactos y dicho desfazamiento se vuelve notable sólo

para objetos muy alejados, de tal modo que la distancia hasta ellos ya no se determina incluso mediante la base de la órbita terrestre (por triangulación); recordemos al respecto que la velocidad de la constante de Hubble ya fue corregida en un orden.

Al pasar a la electrodinámica cuántica es necesario realizar en todos los cálculos la sustitución  $c \rightarrow c(\omega)$ . Por ejemplo, esta dependencia se manifiesta en la relación de las incertidumbres

$$\Delta P \Delta t \sim \hbar/c(\omega), \quad \Delta x \sim \hbar/mc(\omega),$$

en la condición para la posibilidad de la descripción clásica

$$|\vec{E}| \gg \frac{\sqrt{\hbar c(\omega)}}{(c(\omega)\Delta t)^2},$$

y en muchas otras fórmulas.

Cambian sustancialmente las formulas que describen la dependencia de  $\omega$ . En calidad de ejemplo analicemos la emisión y la absorción de los fotones. Como resultado aparece un nuevo coeficiente

$$B = \frac{1}{1 - \frac{d \ln c(\omega)}{d \ln \omega}}$$

en las expresiones para el número de fotones  $N_{\mathbf{k}1}$  de la polarización dada:

$$N_{\mathbf{k}1} = \frac{8\pi^3 c(\omega)^2}{\hbar\omega^3} I_{\mathbf{k}1} B,$$

y en la relación para las probabilidades (de absorción, de emisión forzada y espontánea)  $dw_{\mathbf{k}l}^{ab} = dw_{\mathbf{k}l}^{for} = dw_{\mathbf{k}l}^{esp} B$ . La magnitud  $B$  aparece también en las expresiones para los coeficientes de Einstein.

Utilizando la sustitución  $c \rightarrow c(\omega_k)$  para las oscilaciones propias del campo, obtenemos la expresión para las componentes de Fourier del propagador de fotones:

$$D_{xx} = \frac{2\pi i}{\omega_k} c(\omega_k)^2 \exp(-i\omega_k |\tau|).$$

En contrar  $D(k^2)$  sin una dependencia explícita  $c(\omega)$  es imposible. Una forma explícita de la dependencia de  $\omega$  es necesaria también



para la obtención de las expresiones finales para las diferentes secciones (de dispersión, de nacimiento de pares, de desintegración...). En calidad de primera aproximación se puede realizar la sustitución  $c \rightarrow c(\omega)$  en las fórmulas conocidas.

## Apéndice B

# Acerca del posible mecanismo de la dependencia de la frecuencia

Partiendo del planteamiento semiclásico intentemos evaluar la dependencia  $c(\omega)$  por analogía con la óptica. Prácticamente, esta es una de las posibles hipótesis sobre la transmisión de las oscilaciones electromagnéticas en el vacío. Describiremos al vacío como un cierto sistema, formado por pares virtuales (que no existen realmente) "partícula-antipartícula". En ausencia de partículas reales las partículas virtuales no se manifiestan de ninguna manera (no existen realmente) en el vacío. En la región de difusión de la luz aparecen oscilaciones de los pares virtuales. La difusión de la luz puede ser descrita como el proceso de interacción sucesiva entre los pares virtuales (excitación ondulatoria). El efecto más fuerte (las oscilaciones se excitan fácilmente) lo ejercen los pares más ligeros electrón-positrón. Por eso se considerarán sólo estos pares.

Puesto que las oscilaciones en el átomo o en el positrón son ejemplos de partículas reales, no pueden determinar la frecuencia propia

de oscilación de los pares virtuales. Hay una sólo frecuencia que puede corresponder a un par virtual (que no existe sin excitación). La oscilación propia puede ser definida como la frecuencia que corresponde al nacimiento del par electrón-positrón  $\omega_0 = 2m_e c^2/\hbar$ , donde  $m_e$  es la masa del electrón. Para tal descripción es razonable suponer que tanto el electrón como el positrón en el par virtual están localizados en un mismo punto (el par no existe realmente, es la aniquilación total). Utilizando el modelo clásico de los osciladores, se puede escribir la siguiente expresión para la velocidad de fase de la luz:

$$c(\omega) = \frac{c_0}{\sqrt{\varepsilon}}, \quad \sqrt{\varepsilon} = n - i\chi, \quad (\text{B.1})$$

$$n^2 - \chi^2 = 1 + 4\pi \frac{Nf e^2/m_e}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2 \gamma^2} (\omega_0^2 - \omega^2),$$

$$n\chi = 4\pi \frac{Nf e^2/m_e}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2 \gamma^2} \omega \gamma.$$

Resta determinar las magnitudes  $c_0$ ,  $\gamma$  y  $Nf$ . Al elegir la magnitud  $\gamma$  no surge ninguna duda: ella se determina por la emisión de frenado (la única elección posible en el vacío):

$$\gamma = \frac{e^2 \omega^2}{3m_e c^3}.$$

Aquí podemos investigar sólo aquellas regiones donde la electrodinámica clásica es interiormente consistente y aun no existen efectos cuánticos, es decir que  $\omega \ll \omega_0/137$  y  $\lambda \gg 3,7 \times 10^{-11}$  cm  $\gg R_0$ , donde  $R_0 = e^2/(m_e c^2)$  es el radio del electrón. La magnitud  $Nf$  representa tal número de pares virtuales por unidad de volumen el cual es suficiente para proveer el proceso de transmisión de la luz. Prácticamente se habla de la determinación de las dimensiones del cuanto de luz y de la cantidad de partículas virtuales involucradas en él. Es evidente que el orden de las dimensiones longitudinales del cuanto  $l \sim \lambda$ . Para proveer la continuidad del cambio de los campos  $\mathbf{E}$  y  $\mathbf{H}$  se puede suponer que la "sustancia" del par virtual está .<sup>embadurnada</sup>.<sup>a</sup> lo largo de todo el cuanto (ver la Fig. B.1) y

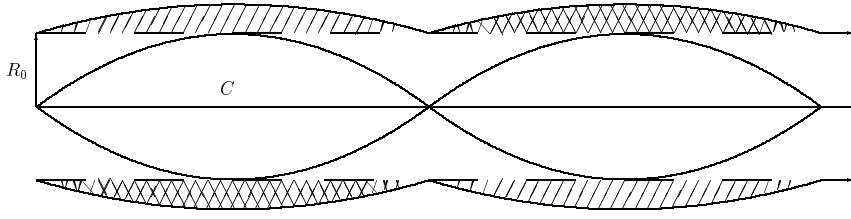


Figura B.1: La difracción de la luz como la polarización sucesiva del vacío.

gira con una frecuencia  $\omega$  sobre el eje local (perpendicular al plano del dibujo y que intersecta el eje  $C$ ).

La región ocupada por un par tiene las dimensiones:  $(2R_0, 2R_0, R_l)$ , donde  $R_l = \lambda/I$ ,  $I$  es el número de pares "embadurnados". Puesto que la energía cinética media (la energía del campo magnético) es igual a la energía potencial media (la energía del campo eléctrico), el número  $I$  se puede encontrar de la igualdad  $2Ie^2/(2R_0) = \hbar\omega$ . Entonces

$$R_l = \frac{2\pi ce^2}{\hbar\omega^2 R_0}, \quad Nf = \frac{\hbar\omega^2}{8\pi ce^2 R_0}.$$

La expresión final aproximada para la velocidad adimensional de fase de la luz tiene el aspecto:

$$\frac{c(\omega)}{c_0} = 1 - \frac{\hbar c_0 \omega^2}{4e^2} \frac{(\omega_0^2 - \omega^2)}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2 \gamma^2}. \quad (\text{B.2})$$

De aquí se ve que  $c_0 = c(0)$ . La velocidad de fase disminuye con el crecimiento de la frecuencia.

Hagamos algunas evaluaciones (ver (B.2)). Para la región ultravioleta:  $(\Delta c/c_0) \sim -0,5 \times 10^{-6}$  (en la región visible el efecto es despreciablemente pequeño). Para  $\omega \sim 10^{18} \text{ s}^{-1}$  el efecto  $(\Delta c/c_0) \sim -1,4 \times 10^{-5}$ . La influencia del movimiento de la Tierra provoca a causa del efecto Doppler, incluso para la región ultravioleta, el efecto  $(\Delta c/c_0) \sim -10^{-10}$  (despreciable); y en la frontera de

la región de aplicabilidad de tal descripción ( $\omega \sim \omega_0/137$ ) tenemos:  $(\Delta c/c_0) \sim -3,6 \times 10^{-7}$ . Utilizando la expresión  $c^2 k^2 = \omega^2 \varepsilon$ , para la velocidad grupal  $U_g = (d\omega/dk)$  tenemos:

$$U_g \frac{d(\omega\sqrt{\varepsilon})}{d\omega} = c_0.$$

La velocidad de grupo también decrece con el crecimiento de la frecuencia, coincidiendo prácticamente con la velocidad de fase. La mayor diferencia entre ellas se alcanza en la frontera de aplicabilidad de la descripción dada (para  $\omega \sim \omega_0/137$ ) y constituye el 0.01 por ciento (y respecto a  $c_0$  del orden de  $2 \times 10^{-7}$ ). Notemos también que las dimensiones pequeñas del cuanto de luz utilizadas más arriba están bastante fundamentadas (según las concepciones modernas). Tal objeto compacto interactuará como un todo y prácticamente de forma instantánea con cualquier objeto del micromundo, y no queda otra que postular prácticamente estas propiedades en la mecánica cuántica (por ejemplo, al explicar el fotoefecto o el efecto de Compton).

Las posibilidades experimentales actuales convencionales son insuficientes para la determinación de la dependencia de  $\omega$  de la velocidad de la luz en la región visible (también para la influencia del movimiento de la Tierra). Aun así presentemos algunas ideas generales relacionadas con los experimentos. Es necesario plantearse el fin mismo: observar la dependencia de  $\omega$ ,  $c(\omega)$ . Las mediciones deben ser directas ya que cualquier conversión trae consigo determinadas concepciones teóricas sobre el proceso investigado. En particular, los experimentos deberán realizarse en el vacío puesto que el cálculo puramente teórico de la interacción de la luz con la materia no puede ser realizado con exactitud. En el caso general la interacción con la materia depende de la frecuencia de la luz  $\omega$ . En particular, los espejos deberán reflejar diferentes ondas con diferentes frecuencias  $\omega$  de diferentes maneras (además, la reflexión no es un proceso instantáneo). La conversión relacionada con la transformación de la luz no considera la posible dependencia de su velocidad de  $\omega$ . En el caso general, la interrupción del rayo de luz cambia el paquete

de onda y, por consiguiente, su velocidad. Puesto que las partículas cargadas libres pueden influir sobre el efecto, es necesario evitar el blindaje metálico.

Para el método de las interrupciones es necesario al arranque simultáneo de los rayos con diferentes frecuencias y una adecuada exactitud para la determinación de los intervalos de tiempo cuando el frente de onda haya recorrido determinada distancia. O, alternativamente, se puede excluir la línea espectral de la mezcla de dos líneas espectrales (laseres) con ayuda de la interrupción. Puesto que la reflexión no es un proceso instantáneo y depende de la frecuencia de la luz, la práctica estandar del aumento del recorrido con ayuda de espejos no sirve en absoluto, o bien el número de reflejos para cada rayo de luz (¡para cada frecuencia diferente!) debe ser igual. La última aclaración es aplicable también al método interferométrico. Dividimos el rayo ( $\omega_1$ ) en dos rayos. El primer rayo se transforma (en  $\omega_2$ ) al inicio del recorrido  $L$  y el segundo, al final de  $L$ . El recorrido  $L$  puede cambiar. Si existe la dependencia  $c(\omega)$ , entonces la imagen de interferencia deberá cambiar con el cambio de  $L$ . Sin embargo, hay dificultades técnicas para medir  $L$  sin perturbaciones.

Las investigaciones astronómicas para un espectro bastante amplio  $\omega_i$  pueden ayudar a observar la dependencia  $c(\omega)$ . Se puede observar desde un satélite la aparición y desaparición no sincronizada de las características espectrales de las formas en los sistemas dobles durante el eclipse total. Empero, para grandes distancias no existe la seguridad total de que la luz efectivamente pasa a través del vacío (sin gas, plasma, polvo...). Es necesario un análisis matemático adicional  $c(\omega_i)$  para  $\omega_i$  para encontrar la dependencia  $c(\omega)$ .

El mayor interés lo representa la comparación de  $c(\omega)$  para la región visual y para la de rayos  $X$  y  $\gamma$ . Hasta donde sabemos, no hay datos experimentales para estas regiones. No obstante, para los experimentos con rayos  $\gamma$  existe una serie de dificultades (ver [7,59,67] para el método más exacto de las mediciones independientes directas  $\lambda$  y  $\nu$ , con la consideración del modelo ondulatorio de la luz), sí y no hay una certeza completa acerca de la naturaleza puramente ondular de la luz.

La pregunta más general del presente apéndice suena así: ¿permanecen inmutables las propiedades del vacío al introducir partículas (fotones) en él o no? Si las propiedades del vacío cambian, entonces deberá existir el efecto contrario (el principio de interacción) sobre el proceso de difusión de las partículas (la luz). La dependencia  $c(\omega)$  es una cierta manifestación de dicho principio.

De esta manera, en los apéndice se dedujeron las fórmulas correspondientes para las consecuencias de la dependencia  $c(\omega)$  relacionadas con la TER, la electrodinámica cuántica, la óptica, etc. Para la observación del hecho mismo de la dependencia  $c(\omega)$  son necesarias investigaciones orientadas hacia este fin. El máximo efecto deberá observarse en la región de altas frecuencias. Aunque las dificultades experimentales son serias, los posibles resultados son esencialmente importantes e interesantes.

Aquí se discutió uno de los posibles mecanismos que llevan a la dependencia  $c(\omega)$  para el modelo ondulatorio de la luz, pero recordemos que no existen experimentos críticos que refuten la ley clásica de la suma de velocidades incluso para el modelo corpuscular de la luz, sin hablar ya del modelo ondulatorio. La cuestión está en que para la luz las siguientes tres dependencias están unívocamente correlacionadas en el modelo ondulatorio de la luz: la dependencia  $c(\omega)$ , la ley de Doppler y la ley de la suma de las velocidades. Sólo el conocimiento de dos de estas dependencias define unívocamente a la tercera. Para el modelo ondulatorio el proceso de difusión de las oscilaciones electromagnéticas (la luz) en el vacío puede ser descrito como la aparición sucesiva de oscilaciones de partículas virtuales (pares), la cual es provocada por la misma luz difundida. (A decir verdad, para el modelo analizado en este apéndice surge la pregunta sobre las diferencias en las propiedades de la luz, que aparecen durante la aniquilación de partículas más pesadas, y sobre el papel de otros pares virtuales o sobre "elementalidad" de las partículas elementales).

## Apéndice C

# Aclaraciones sobre algunas hipótesis

En el presente apéndice tocaremos brevemente algunas hipótesis famosas que tampoco están directamente relacionadas con la parte central de este libro. Empecemos con la discusión sobre la gravedad. La igual dependencia de la distancia para la gravitación y las fuerzas electromagnéticas nos empuja a hacernos la idea falsa de que hay un sólo mecanismo de acción de estas fuerzas y a "explicar" la gravitación a través del campo electromagnético; pero esto contradice los experimentos (por ejemplo, no se ha observado el blindaje de la gravitación). A las fuerzas de gravedad tampoco se les puede adjudicar el tipo de Van der Waals ya que entonces debería existir una fuerza de largo alcance que disminuyera débilmente con la distancia (para obtener una dependencia cuadrática en el denominador, como en la ley de Newton), pero no hay tal fuerza. También es erróneo el intento de simetrizar la gravedad mediante la introducción de cargas de masa con diferentes signos. La gravitación se manifiesta sólo mediante fuerzas de atracción. Además de la pregunta vana de ¿y dónde está la antigravedad? existe una desmentida trivial del planteamiento "de cargas". Analicemos un cuerpo grande, por ejemplo, la Tierra. Supongamos que está cargada", por ejemplo, con una carga positiva de masa que los cuerpos que ella atrae, con una carga negativa



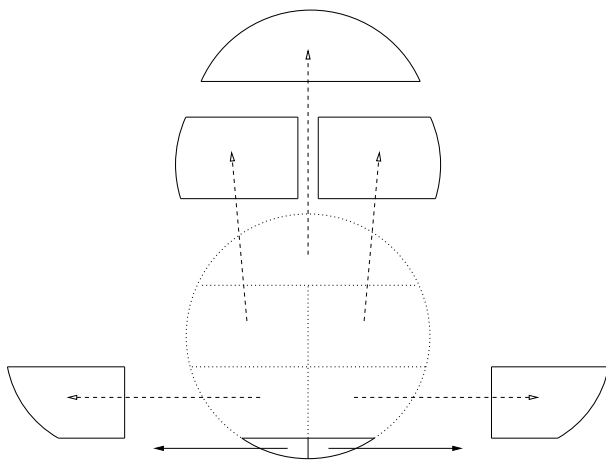


Figura C.1: La contradicción de la gravitación "de cargas".

de masa". Analicemos el proceso inverso (Fig. C.1). Desprendamos de la Tierra pedazos grandes y llevemoslos lejos en el espacio. Es sabido que los pedazos, al levantarlos de la Tierra, no vuelan ellos mismos al cosmos sino que tienden a regresar a la Tierra. Luego, la carga" positiva deberá "escurrirse" hacia la Tierra, que se queda atrás, después de cada proceso semejante. Aquí su cantidad irá aumentando (para conservar la carga sumaria). El último pedazo restante  $A$  atraerá a los cuerpos con mayor fuerza que la de la Tierra original. Esto contradice la proporcionalidad de la fuerza de gravedad a la cantidad de masa. Además, tenemos otra contradicción: si hacemos explotar el último pedazo  $A$  en dos partes exactamente iguales, ¿cuál de las dos mitades deberá tener la carga positiva y cual la negativa?, ¿o al romperlo a la mitad las dos partes se repeleran una a la otra y obtendremos la antigravedad? (Aunque la existencia o ausencia de la antigravedad puede no estar relacionada con la existencia o ausencia de cargas negativas.) El intento erróneo de la TGR de geometrizar la gravitación provoca el deseo de intentar parametrizar otros campos, por ejemplo, el electromagnético. La falsedad de estas

ideas es obvia: además de las partículas cargadas existen partículas neutras, las cuales no "sienten" a las cargas hasta que no "se topan de frente" con una partícula. Luego, en un mismo lugar del espacio una partícula mostraría la curvatura electromagnética del espacio y otra mostraría la ausencia de curvatura. Hablando en general, todos los métodos analizados arriba para la reducción formal de una fuerza desconocida a otra fuerza o fenómeno desconocido son, al parecer, poco productivos.

Las diferentes generalizaciones de la teoría estática de la gravedad de Newton con la utilización del planteamiento de Maxwell (ver, por ejemplo, [11]) pueden resultar más útiles para las aplicaciones prácticas. Además, existe otro modelo interesante conocido. Por desgracia, constantemente nos invitan a mirar con arrogancia hacia los modelos mecanicistas. Pero esto es incorrecto. Tales modelos son los únicos que se pueden crear, "tocar con las manos" y cerciorarse de su funcionalidad. Ellos son comprensibles para todos, desde un colegial hasta un científico famoso, y todo mundo puede discutirlos (a diferencia de los modelos completamente demostrados entre los científicos de una escuela científica particular"). Concretamente, el modelo mencionado consiste en lo siguiente. Se supone que en el Universo uniformemente hacia todas las direcciones vuelan partículas neutras ("lissajenes"; LeSage) muy pequeñas y que transmiten su impulso al colisionar elásticamente con los cuerpos. Dos cuerpos arrojan uno sobre el otro su sombra (o su penumbra) y como resultado se atraen uno al otro con una fuerza inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Hay un "pero". Puesto que los protones y los neutrones no son transparentes para estas partículas hipotéticas, entonces para los cuerpos de grandes dimensiones (de radio del orden de miles de kilómetros y más) se puede observar una desviación de la expresión para la fuerza respecto a la proporcionalidad al producto de las masas. Desafortunadamente, no es posible por ahora confirmar o refutar esto en experimentos directos. Existía otra objeción más: la temperatura del gas de los lissajenes debería ser muy alta y el Universo debería ser tan caliente que el equilibrio termodinámico debería ser recuperado rápidamente. No obstante, ya

aparecieron diferentes modificaciones de esta teoría:

1. los lissajenes pueden ser constantemente absorbidos por los cuerpos (los cuales respectivamente crecen constantemente);
2. los lissajenes pueden transformarse en partículas tales que abandonan el cuerpo.

Incluso en el plano experimental no todo está claro con respecto a la gravitación. Por ejemplo, no hay mediciones precisas acerca del efecto del movimiento mutuo de los cuerpos y de sus giros sobre la fuerza de atracción existente entre ellos. Existen hipótesis acerca de la influencia de la gravedad sobre la masa inerte (y, consecuentemente, sobre las fuerzas inerciales, por ejemplo, sobre las que aparecen al girar un trompo). Al determinar, por ejemplo, el valor de la fuerza centrífuga surge la pregunta (como manifestación de los sellos relativistas que nos han estampado): ¿con respecto a qué se determina el giro? Existe un método práctico para la determinación categórica de un sistema inercial. Puesto que se puede determinar sólo el CAMBIO de estado (por ejemplo, el estiramiento de un resorte entre dos bolitas que giran) respecto a algún otro estado anterior, entonces se puede sólo afirmar que el estiramiento (provocado por la fuerza centrífuga) será mínimo para una cierta frecuencia de giro (naturalmente con la consideración del posible cambio en la dirección del giro). Si este estado de "estiramiento mínimo" se conserva independientemente de la orientación del eje de giro, entonces tendremos un sistema inercial. La cuestión de si este sistema será heliocéntrico o de algún otro tipo no puede ser resuelta de manera puramente teórica para nuestro único Universo (las teorizaciones abstractas sobre el alejamiento de casi todos los cuerpos de Universo no son realizables prácticamente). Obviamente que según su forma (matemática) las fuerzas inerciales no cambian y sólo se puede discutir la dependencia de la masa inerte misma respecto a la gravedad. Al parecer, es muy poco posible cualquier dependencia medible de la masa inerte con respecto a la dirección del vector de la fuerza de gravedad resultante (de otro modo no se podrían observar los elipsoides de rotación al girar los líquidos en suspensión). También es muy poco probable cualquier dependencia

significativa del módulo del vector de la fuerza gravitacional resultante, de lo contrario los cálculos del movimiento de los cometas, asteroides y meteoritos se diferenciarían en un orden de los datos comúnmente aceptados (por ejemplo, según la ley de conservación del impulso, un cuerpo que se aleje de cuerpos masivos, la tierra, el Sol, etc., aumentaría su velocidad, pero esto no es así). Para la discusión de la dependencia entre la masa inerte y la magnitud del potencial gravitacional sumario (para que sus variaciones durante el movimiento a grandes distancias no sean muy notorias) es necesario determinar en primer lugar desde los puntos de vista filosófico y físico generales cuál puede ser el sentido de este nivel nulo del potencial y cómo establecerlo en nuestro Universo único (para realizar algunas evaluaciones cuantitativas). Parece que esta posible dependencia de la masa inerte tampoco puede ser muy grande (ver la discusión del principio de Mach en este libro). Pero en el caso general esta cuestión puede ser categóricamente resuelta de una sólo manera. Toda una serie de problemas cosmológicos podría ser resuelta teóricamente utilizando la suposición de que el radio de interacción gravitacional es limitado [133] pero comprobar tal tesis no es posible por ahora ya que el efecto se vuelve notorio sólo a grandes distancias astronómicas. Así que la teoría de la gravedad se encuentra casi en el mismo estado en el que la dejó Newton. Esta área está esperando a su investigador reflexivo.

Recordemos ahora brevemente las hipótesis adicionales que intentan responder a la pregunta de "¿qué es lo que representa en sí la luz?" La postulación de la dualidad corpuscular-ondulatoria no debe paralizar el pensamiento humano. No es posible arreglarselas sin las propiedades corpusculares de la luz. Y puesto que es bastante fácil imitar las propiedades ondulatorias con ayuda de las partículas (recordemos fenómenos reales: el sonido en el aire, las olas en el mar...), entonces la opinión de Newton sobre que "la luz es más probablemente corpúsculos que ondas" también es hoy actual. Pero la luz puede representar en sí tanto una onda pura como ser algo intermedio y poseer una estructura interna compleja. Todo esto permite construir diferentes modelos de la luz (Fig. C.2). Por ejemplo, la luz

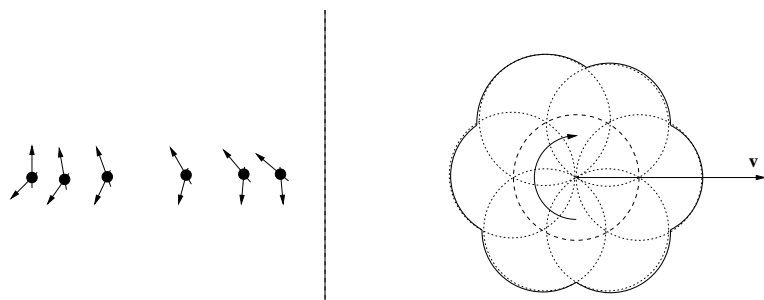


Figura C.2: Modelos de la luz.

puede ser descrita incluso mediante una onda longitudinal (apesar de los experimentos sobre la polarización), si las partículas, por las cuales está constituida, poseen propiedades orientadas. O ella puede ser representada por una cierta analogía con un "piñón giratorio". Aquí la acción ondulatoria electromagnética sobre el medio o sobre el aparato puede estar ligada con la frecuencia angular de giro del "piñón". Incluso llevamos a la relación  $\lambda\nu = c = const.$  Sin embargo, tal velocidad local (dentro del aparato) de la luz  $c$  puede no estar en absoluto ligada con la velocidad de movimiento del "piñón" como un todo (con la velocidad del recorrido de la luz de un camino dado en el espacio). Bajo la suposición sobre la existencia del giro propio del fotón y sobre la ley clásica de la suma de las velocidades en [60] se obtuvo el efecto Doppler, el cual coincidía con el relativista dentro de los límites de la exactitud actual de las mediciones (de hasta el segundo orden para  $v/c$ ). Incluso en lo referente a los generalmente aceptados experimentos de Lebedev (sobre la existencia de la presión de la luz) muchos investigadores tienen dudas: en primer lugar, por alguna razón algunos cometas vuelan con la cola dirigida hacia el sol; en segundo lugar, las estimaciones muestran la gran pequeñez de este efecto y un mucho mayor valor del efecto radiométrico. Por desgracia, las cuestiones que tratan de la naturaleza de la luz tampoco se pueden considerar resueltas ni en el plano práctico, ni en el teórico. Ellas también esperan a su investigador.

Un tema más voluminoso, que prácticamente no tratamos en este libro, se refiere a las bases de la electrodinámica. Aunque en el plano práctico los alcances en esta área son realmente enormes, aun así no se percibe una armonía en la teoría generalmente aceptada [20]. Muchos fragmentos de la teoría se ven como si estuvieran artificialmente ensamblados uno al otro. Al menos en el plano metódico hay aquí mucho sobre que trabajar. Nosotros sólo recordaremos brevemente acerca de la interesante idea de un nuevo planteamiento axiomático para la electrodinámica [12], sobre la existencia de los intentos de resucitar la electrodinámica de Herz y de generalizar la fuerza de Weber [89]. Recordemos que la fuerza de Weber fue primeramente rechazada a causa de que para ciertas condiciones iniciales conducía a la autoaceleración de las partículas. En la TER también se observó, gracias a la emisión, la autoaceleración de las partículas bajo la acción de la fuerza de frenado, pero por alguna razón la TER no fué rechazada (nuevamente se observa un doble estándar). En la actualidad el problema de la autoaceleración (y otro problema, posterior: la dependencia angular de la aceleración) dentro del marco de la fuerza de Weber se resuelve con bastante éxito. Si partimos de la veracidad de la forma diferencial para la ecuación de Maxwell entonces en vez de la fuerza de Lorentz se obtiene otra "ecuación de cerradura" [135] con sus propias soluciones interesantes.

Las hipótesis del presente apéndice se han recordado sólo para despertar el interés del lector a reflexionar él mismo.

# Epílogo

El presente libro fué creado como una reseña crítica de la buena apologetica de la teoría de la relatividad. Es pesado dar una crítica congruente de una teoría que nos han metido en la cabeza durante nuestro proceso de formación una y otra vez y desde diferentes puntos de vista (empezando por el pupitre escolar): no importa por donde se empiece la exposición, inmediatamente vienen a la mente las respuestas estereotipadas ("las provisiones caseras improvisadas"). Además, encontrar una lógica de exposición, habitual para cada uno, es simplemente imposible (la multiplicidad de las variantes), tanto como incluir de una vez la discusión de todos los matices en un mismo lugar del libro. Por eso el autor espera contar con la paciencia y benevolencia del lector. Lo más probable es que el lector que haya llegado hasta el presente epílogo estará de acuerdo con que la mayoría de las improvisadas "preguntas en las alas del libro" fueron resueltas en la exposición subsiguiente. Intentando intersectar de manera administrativa incluso la más mínima duda sobre la teoría de la relatividad, uno de los académicos la comparó con las tablas de multiplicar. Al parecer, si alguien escribiese una franca tontería pero entre los párrafos introdujese ejemplos de las tablas de multiplicar, este académico podría considerar con la conciencia tranquila que la "teoría es verdadera y exortaría a quienes dudasen a comprobar los cálculos matemáticos". Pero la física no son "ganchos" (independientemente de su veracidad) sino cómo está relacionado todo lo que está alrededor de los ganchos con la realidad circundante. Este libro afectó precisamente a la física. ¿Cuál fue,

pues, el resultado de la exposición? En el libro se mostró un conjunto de problemas metódicos y lógicos de la teoría de la relatividad. La existencia de "problemas de explicación" metódicos conducen a que hay que "inflar" la teoría en un lugar vacío. Y la existencia de contradicciones lógicas pone punto final al desarrollo de cualquier teoría física. En el Capítulo 1 sobre la base de experimentos mentales se demostró la contradicción lógica de de la cinemática de la TER. El Capítulo 2 estuvo dedicado a las contradicciones lógicas de la TGR. En el Capítulo 3 se mostró la completa falta de fundamentos experimentales de la teoría de la relatividad. El Capítulo 4 demuestra la contradicción de los conceptos dinámicos relativistas y analiza la posibilidad de la interpretación clásica de la dinámica relativista. La conclusión general del libro consiste en la necesidad de regresar a los conceptos clásicos de espacio, tiempo y de todas las magnitudes derivadas, de regresar a la interpretación clásica de todos los conceptos dinámicos, en la posibilidad de las interpretaciones clásicas de la dinámica relativista y en la necesidad de una investigación experimental adicional de una serie de fenómenos en la región de altas velocidades. Si el autor consiguió romper el encantamiento de la TER", entonces la meta local del presente libro fue en gran medida alcanzada. El lector puede informarse sobre algunos momentos adicionales de la crítica de la teoría de la relatividad y teorías aledañas en los artículos y libros cuya lista, distante de ser completa, se incluye al final del libro (los títulos hablan por ellos mismos).

Si se mira con detenimiento la historia convencional de la humanidad más próxima surge la sensación de que alguien .aposto un centavo.<sup>a</sup> que: se puede engañar a toda la humanidad (y en primer lugar a que se puede competir cerebro con cerebro con los .especialistas calificados"). Y esto resultó posible incluso en tal área comparativamente exacta del conocimiento como la física. Incluso ya Albert Einstein se asombraba de que todo aquello que tocaba se convertía sino en oro, como en el cuento, sí en una sensación periodística. Y él dudó hasta el final de su vida de la justeza de su engendro. Otra cuestión son aquellos que existen ahora BAJO la



teoría de la relatividad e intentan por medios administrativos consolidar su posición para siempre. Tomemos, por ejemplo, la creación de la Comisión para la lucha contra la pseudociencia". Pareciera que se declara el fin más noble: salvar al estado de ser saqueado por los charlatanes. No obstante, en la mayoría de los otros países no hay estructuras análogas y no sucede nada con sus bolsillos. Y en nuestro país siempre existió la práctica de realizar pruebas de peritación antes de tomar resoluciones financieras. Y en el plano ideal la sociedad científica tiene ella misma la capacidad de filtrar las ideas erróneas y más aun una inmunidad contra la charlatanería. La situación se aclara cuando se sonoriza la opinión de que todo aquel que no esté de acuerdo con la teoría de la relatividad no es físico. Para cualquier otra cuestión pueden existir diferentes opiniones, teorías, escuelas, etc. Pero aquí de repente se encontró el "ombbligo de la Tierra": no está permitido discutirlo. Y que hacer con los físicos hasta hasta el año de 1905: ¿ellos ya no son físicos? ¿Y con aquellos físicos (incluidos algunos muy famosos e incluso premios Nobel) del siglo 20 que no estuvieron de acuerdo con las interpretaciones de la teoría de la relatividad? ¿Tampoco son físicos? ¿Cómo puede en general desarrollarse la ciencia sin la libre discusión de las ideas y su comprensión paulatina? Es conocida la aseveración de que a lo largo de toda la historia de sus existencia nadie comprendió la teoría de la relatividad, ni su creador mismo. Y los relativistas declaran con orgullo que no hace falta entenderla (sino sólo recordar mecánicamente y realizar determinados procedimientos, ya que la comprensión y claridad son inferiores a su dignidad). Prácticamente se ha creado un nuevo IDOLO de IDEAS para el apostolado (y ya hay sacerdotes a su servicio).

Desafortunadamente, la situación respecto a la teoría de la relatividad es difícil de resolver con ayuda de publicaciones individuales. Incluso si la mayoría de los científicos comprende la falsedad de la teoría de la relatividad, de cualquier modo "juzgar esta bonita burbuja" será una tarea nada fácil. Por cierto, sería interesante realizar una encuesta entre la gente con una formación física: ¿considera que la interpretación de la teoría de la relatividad es cierta o falsa? Si

la encuesta es anónima (puesto que hasta hace muy poco al manifestarse contra la TER se .organizaba"la expulsión de la Academia de ciencias), el autor está dispuesto a aceptar su resultado. Pero esto puede ser insuficiente. Hay que cambiar la cultura misma de las realciones científicas para que una cantidad suficiente de científicos pueda expresar abiertamente, siguiendo los pasos de Aristóteles (.el amigo Platónico"): "La VERDAD es mas valiosa" que un sueldo de cien dolares (este es un refrito contemporáneo de la historia). El punto final en la pregunta sobre la teoría de la relatividad podrá ser puesto sólo cuando se tome la resolución sobre el cambio correspondiente en los programas de enseñanza en los colegios y en las instituciones de educación superior y sobre el cambio en los programas de los exámenes, incluyendo los de doctorado y posdoctorado.

Ya desde lo tiempos de estudiante el autor experimentaba una insatisfacción interior con la teoría de la relatividad, la cual introduce contradicciones en la percepción del mundo otorgada por Dios al hombre. Empero, en aquel entonces no había en escencia nada que discutir y había que asimilar el material incluido en el programa. Al parecer, muchos científicos e ingenieros guardaron en su memoria una insatisfacción semejante (el autor conoce la opinión de algunos de tales científicos). Frecuentemente esto conduce a perder el interés en los problemas fundamentales de la física y a la enclaustración de los científicos en aquella área de investigación donde ellos están seguros de los fundamentos de la ciencia, de sus métodos y de sus resultados.

Claro, el sistema soviético (y ahora Ruso) de educación siempre se distingió del sistema occidental de educación en el plano positivo por que otorgaba un conocimiento universal y no un conocimiento "de tipo mosaico". Aun así ambos sistemas tiene una falla. Están orientados hacia una asimilación de una gran cantidad de material por los estudiantes ("moverse por el carril") y no hacia el desarrollo por ellos mismos de la capacidad autónoma de reflexión (pero la mayoría de las teorías existentes no respondió a todas las preguntas en sus respectivas áreas). Y después de que se ha estudiado todo el material (todas las respuestas verosímiles) y se han presentado

y aprobado de la forma exigida los exámenes correspondientes, no cualquiera ni mucho menos encuentra fuerzas y el deseo para regresar al material estudiado y aunque sea para él mismo penetrar en la verdad de las teorías estudiadas.

Es un asunto extraño, pero en los libros de texto no se puede encontrar mención de los desacuerdos y de los cientos y miles de problemas que hay ante cada área de la física (una excepción agradable son los Clases de Física de Feynman). Estas no son tareas fijas del tipo "calcular algo o demostrar la existencia de la solución" (tales problemas están relacionados más bien con las matemáticas que con la física). La física se ocupa de aquello que "está tras las ecuaciones": del sentido físico de las magnitudes y las leyes, de la construcción de modelos, de la interpretación de los experimentos y de las soluciones teóricas.

Incluso algunos grandes científicos intentan apagar el interés hacia la física. De vez en vez aparecen sus manifestaciones sobre el "fin cercano de la ciencia". La situación tiene el aspecto como de que ellos van a determinar una estrategia del finz nosotros debemos ajetrearnos rápidamente y "sin pensarlo dirigirnos a calcular el miembro número 108 en alguna tercera aproximación". El autor considera que lo más importante que puede aprender el hombre es: pensar por él mismo. Por eso en el presente libro el autor no ofrece teorías alternativas a la teoría de la relatividad. El recordatorio breve de algunas hipótesis famosas prácticamente sin crítica (el "látigo" debe ser adecuado a las pretensiones de la teoría) no cuenta.

Y por último. Se quisiera soñar. ¿Puede algo cambiar en la comunidad física hacia el lado positivo? Primero sonricemos los problemas existentes. Desafortunadamente el siglo pasado nos llevó a un empeoramiento significativo de la cultura de las relaciones científicas. Si antes los científicos "no se apuraban a ningún ladoz podían estudiar a fondo durante décadas fenómenos individuales, dejando las tareas no resueltas a sus herederos (recordemos el "Yo no invento a la hipótesis" de Newton), el siglo pasado introdujo sus correcciones. Surgió una relación arrogante hacia los conceptos, métodos e ideas del pasado. En nuestro siglo, un rompeolas, casi todo se

conoce ya que "buceamos.<sup>a</sup> tales profundidades del edificio del Universo y volamos al cosmos. Aunque en realidad la mayoría de los problemas "bajo nuestros pies y a nuestro alrededor" se quedaron en el mismo nivel que cien años atrás (y en otras áreas simplemente es más difícil distinguir la realidad de los resultados de las interpretaciones declarativas: hay menos testigos). El principal criterio de evaluación de los científicos se ha vuelto la cantidad de publicaciones (como si una decena de cascarras secas pudiera sustituir a una jugosa naranja). Los premios Nobel, uno de cuyos criterios es la "novedad" ilusoria (en vez de la eterna VERDAD), han jugado un papel no despreciable en esta "apuración". En honor a la verdad hay que notar que el sano conservadurismo del comité Nobel de inicios del siglo 20 no permitió distinguir con este premio ni a la TER ni a la TGR. Aun así la propaganda paracientífica lentamente fue desgastando los pilares éticos y la política de "divide y vencerás" se introdujo paulatinamente en el medio científico. De comunidad de personas que buscan la VERDAD, la comunidad científica se transformó en muchos casos en una estructura competitiva de clanes para hacer dinero (donde incluso la bibliografía citada no se interseca en un tema).

¿Que quisiera uno ver como ideal? Quisiera uno que los científicos tendieran a hacer un fenómeno complejo más comprensible y no se ocultasen tras el cientificismo (el "nivel de altura" de las fórmulas debe corresponder a su significado). Quisiera uno que los científicos llegaran a los seminarios no para formular su pregunta y "patear.<sup>al</sup> ponente sino que llegaran para entender que es lo que propone uno u otro ponente y no "vaciar al niño junto con el agua". Quisiera uno que los científicos estuvieran preparados para reconocer sus errores (no hay nada funesto ni en los errores ni en reconocerlos) y para buscar la VERDAD en la ciencia y no luchasen por su nombre en la ciencia. Quisiera uno que los autores de artículos no corriesen tras la cantidad y no "disolvieran" sus nuevos trabajos con los resultados ya publicados anteriormente. Quisiera uno que de los trabajos de diferentes niveles - del tipo ".esto no hace falta publicarlo", ".esto puede no publicarse", ".esto se puede publicar", ".esto no se puede no

publicar los autores se esforzaran por publicar sólo los dos últimos tipos de trabajos. Quisiera uno que los revisores tomaran muy en serio su trabajo (de lo contrario en la enorme corriente de "información amistosamente mojada" no se puede uno orientar y, como en el chiste, hay que elegir entre ser lector o escritor). Quisiera uno que las escuelas científicas aprendieran lo mejor de su líder y no sus peores modales externos (del tipo "todo esto no es cierto", ¿no adivinaste? entonces "todo esto es conocido hace mucho", ¿no adivinaste nuevamente? .entonces esto no es interesante para nadie puesto que ese "nadie.es el revisor solamente, después se puede .andar por el mercado buscando comprador.el tiempo que sea). Puede que valga la pena alejarse de la irresponsabilidad colectiva del "grupo de compañeros publicar quién hizo la recensión del artículo, quién de los redactores recomendó el artículo, y en calidad de apéndice poner en las últimas páginas de la revista que artículos se desecharon y por quién (¿y quizá la negativa a la recensión?). Quisiera uno que las revistas científicas fuesen no el medio de expresión de la opinión del redactor en jefe y de su colectivo seleccionado por él, sino que representara en realidad todo el espectro de opiniones para los temas científicos. Quisiera uno que los criterios principales exigidos a los artículos científicos fueran la ausencia de contradicciones lógicas, de errores matemáticos y el acuerdo con el experimento (como se acostumbra, por ejemplo, en la revista *GALILEAN ELECTRODYNAMICS*). La existencia de otra teoría convencional (para el momento dado) no debe influir en la consideración de un trabajo. Quisiera uno que los sueños expuestos arriba se cristalizaran en las acciones de personas reales. Soñar, pero soñar EN GRANDE.

Taducción del original ruso:

M. C. Físico-Matemáticas Oscar Ramírez Hernández

# Bibliografía

Ruso

- [1] V.A. Atsyukovsky, **General Etherodynamics**, (Energoatomizdat, Moscow, 1990).
- [2] V.A. Atsyukovsky, **Critical Analysis of Basis of the Relativity Theory**, (Zhukovskii, 1996).
- [3] P.G. Bergmann, **Introduction to the Theory of Relativity**, (Inostrannaya Literatura, Moscow, 1947).
- [4] V.B. Berestetskii, E.M. Lifshitz and L.P. Pitaevskii, **Quantum Electrodynamics**, (Nauka, Moscow, 1989).
- [5] V.A. Bunin, ".Eclipsing Variable Stars and the Problem on the Light Speed Dispersion in Vacuum", **Astronomical Journal**, N 4, 768-769, (1962).
- [6] M. Gardner, **Time Travel and other Mathematical Bewilderments**, (Mir, Moscow, 1990). [In English: (W.H. Freeman and Company, New York, 1988).]
- [7] V.P. Danilchenko, V.S. Solov'ev and J.P. Machekhin, **The current Status of Calculations and Measurements of the Speed of Light**, (Nauka, Moscow, 1982).

- [8] A.I. Zakazchikov, **Returning of Ether**, (Sputnic+ Company, Moscow, 2001).
- [9] V.P. Ismailov, O.V. Karagios, A.G. Parkhanov, "The Investigation of variations of experimental data for the gravitational constant", **Physical Thought of Russia** 1/2, 20-26 (1999).
- [10] F.M. Kanarev, **Are you Continuing to Believe? or Decided to Check?**, (Krasnodar, 1992).
- [11] Ja.G. Klyushin, **Some Consequences from Maxwell Approach to Description of Gravitation**, (L'ubavitch, S-Peterburg, 1993).
- [12] Ja.G. Klyushin, **The Basis of Modern Electrodynamics**, (S-Peterburg, 1999).
- [13] V.N. Komarov, **Universe Visible and Invisible**, (Znanie, Moscow, 1979).
- [14] G.A. Kotel'nikov, "Group Properties of Wave Equation with Noninvariant Speed of Light", **Theor. Math. Phys.** 42, 139-144 (1980).
- [15] G.A. Kotel'nikov, "The Galilean Group in Investigations of Symmetric Properties of the Maxwell Equations" in **Group Theoretical Methods in Physics** 1, 466-494 (Nauka, Moscow, 1983).
- [16] L.V. Kurnosova, "Scattering of Photons of Different Energy on Electrons", **Uspekhi Fizicheskikh Nauk**, 52, 603-649 (1954).
- [17] L.D. Landau and E.M. Lifshitz, **The classical Theory of Fields**, (Nauka, Moscow, 1988).
- [18] A.A. Logunov, M.A. Mestvirishvili, **Relativistic Theory of Gravitation**, (Nauka, Moscow, 1989).

- [19] L.I. Mandelshtam, *Lectures in Optics, Relativity Theory and Quantum Mechanics*, (Nauka, Moscow, 1972).
- [20] G.V. Nikolaev, *Modern Electrodynamics and Causes of its Paradoxicality*, (Tverdynya, Tomsk, 2003).
- [21] L.B. Okun', K.G. Selivanov, V.L. Telegdi, "Gravitation, Photons, Clocks", *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 169, 1141-1147, (1998).
- [22] L.A. Pobedonostsev, Ya.M. Kramarovsky, P.F. Parshin, B.K. Selesnev, A.B. Beresin, "Experimental Determination of the Doppler Shift of Hydrogen Lines on Beams of  $H_2^+$  Ions in the Energy Region 150-2000 KeV", *Journal of Technical Physics*, 59, N 3, 84-89, (1989).
- [23] *Problems Space, Time, Motion, Collected Articles of 4th International Conference*, v. I, St-Petersburg, 1997.
- [24] A. Poincare, *On Science*, (Nauka, Moscow, 1983).
- [25] G. Rozenberg, "Speed of Light in Vacuum", *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 48, 599-608, (1952).
- [26] I.V. Savel'ev, *Physics*, v. 1, (Nauka, Moscow, 1989).
- [27] I.V. Savel'ev, *Physics*, v. 3, (Nauka, Moscow, 1987).
- [28] V.D. Savchuk, *From Relativity Theory to Classical Mechanics*, (Feniks+, Dubna, 2001).
- [29] V.I. Sekerin, *The Relativity Theory - the Mystification of the Century*, (Novosibirsk, 1991).
- [30] D.V. Sivukhin, *Atomic and Nuclear Physics*, part 1, (Nauka, Moscow, 1986).
- [31] D.V. Sivukhin, *Optics*, (Nauka, Moscow, 1985).



- [32] D.V. Sivukhin, *Electricity*, (Nauka, Moscow, 1977).
- [33] E.F. Taylor, J.A. Wheeler, *Spacetime Physics*, (Mir, Moscow, 1968). [In English: (W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1966).]
- [34] V.A. Ugarov, *Special Relativity Theory*, (Nauka, Moscow, 1969).
- [35] R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics, Part 2*, (Mir, Moscow, 1977). [In English: V.1, (Addison-Wesley, London, 1963).]
- [36] *Physical Encyclopaedia*, v. 2, (Sovetskaya Encyclopaedia, Moscow, 1962).
- [37] V. Fock, *The Theory of Space, Time and Gravitation*, (Physmatgiz, Moscow, 1989). [In English: (Pergamon Press, London, 1959).]
- [38] N.U. Frankfurt, A.M. Frank, *Optics of Moving Body*, (Nauka, Moscow, 1972).
- [39] E. Schmutzer, *Relativitätstheorie - Aktuell*, (Mir, Moscow, 1981).
- [40] E.V. Shpolskii, *Atomic Physics*, (Nauka, Moscow, 1974).
- [41] A. Einstein, *Collected Scientific Works*, (Nauka, Moscow, 1967).
- [42] *Ether Wind* (ed. V.A. Arts'ukovskii), (Energoatomizdat, Moscow, 1993).

Inglés

- [43] A. Agathangelides, "The GLORY in Small Letters", *Galilean Electrodynamics* 13, Spec.Iss., 19-20 (2002).
- [44] A. Agathangelides, "The Sagnac Effect is Fundamental", *Galilean Electrodynamics* 13, 79-80 (2002).
- [45] V. Aleshinsky, ".<sup>E</sup>lectrodynamics: the Consistent Formulas of Interaction for a Current Elements, a Moving Charges and New Effects", *Spasetime and Substance* 3, N 1/11, 1-14 (2002).
- [46] G. Antoni and U. Bartocci, ".<sup>A</sup> Simple Classical Interpretation of Fizeau's Experiment", *Apeiron* 8, 139-145 (2001).
- [47] C. Antonopoulos, ".<sup>A</sup> Bang into Nowhere: Comments on the Universe Expansion Theory", *Apeiron* 10, 40-68 (2003).
- [48] S.N. Arteha, ".<sup>O</sup>n the Basis for Special Relativity Theory", *Galilean Electrodynamics* 14, Special Issues 2, 23-28 (Fall 2003).
- [49] S.N. Arteha, ".<sup>O</sup>n Frequency-Dependent Light Speed", *Galilean Electrodynamics* 15, Special Issues 1, 3-8 (Spring 2004).
- [50] S.N. Arteha, ".<sup>O</sup>n Notions of Relativistic Kinematics", *Galilean Electrodynamics* 16, Special Issues 1, 9-13 (Spring 2005).
- [51] S.N. Arteha, ".<sup>O</sup>n the Basis for General Relativity Theory", *Spasetime and Substance* 3, N 5/15, 225-233 (2002).
- [52] S.N. Arteha, "Some Remarks to Relativistic Kinematics", *Spacetime and Substance* 4, N 3/18, 114-122 (2003).

- [53] S.N. Arteha, "On Notions of Relativistic Dynamics", *Spacetime and Substance* 4, N 4/19, 174-181 (2003).
- [54] S.N. Arteha, "Some Remarks to Relativistic Experiments", *Spacetime and Substance* 4, N 4/19, 188-192 (2003).
- [55] S.N. Arteha, "Critical Comments to Relativistic Dynamics", *Spacetime and Substance* 4, N 5/20, 216-224 (2003).
- [56] A.K.T. Assis and M.C.D. Neves, "History of the 2.7 K Temperature Prior to Penzias and Wilson", *Apeiron* 2, 79-87 (1995).
- [57] P. Beckmann, "Sagnac and Gravitation", *Galilean Electrodynamics* 3, 9-12 (1992).
- [58] S. Bertram, "The Lorentz Transform", *Galilean Electrodynamics* 6, 100 (1995).
- [59] T.G. Blaneu, C.C. Bradley, G.J. Edwards, B.W. Jolliffe, D.J.E. Knight, W.R.C. Rowley, K.C. Shotton, P.T. Woods, "Measurement of the Speed of Light", *Proc. R. Soc. London A* 355, 61-114 (1977).
- [60] L.B. Boldyreva and N.B. Sotina, "The Possibility of Developing a Theory of Light Without Special Relativity", *Galilean Electrodynamics* 13, 103-107 (2002).
- [61] A. Brillet and J.L. Hall, "Improved Laser Test of the Isotropy of Space", *Phys. Rev. Lett.* 42, 549-552 (1979).
- [62] R.T. Cahill and K. Kitto, "Michelson-Morley Experiment Revisited and the Cosmic Background Radiation Preferred Frame", *Apeiron* 10, 104-117 (2003).

- [63] J.O. Campbell, "Black Holes – Fact or Fiction?", *Apeiron* 5, 151-156 (1998).
- [64] J.P. Claybourne, "Why an Ether is Positively Necessary and a Candidate for the Job", *Galilean Electrodynamics* 4, 38-39 (1993).
- [65] J.P. Claybourne, "The Reciprocity of Einstein's Special Relativity Theory", *Galilean Electrodynamics* 3, 68-71 (1992).
- [66] D.M. Drury, "Lorentz's Galilean-Invariant Form of Maxwell's Equations in Free Space", *Galilean Electrodynamics* 3, 50-56 (1992).
- [67] K.M. Evenson, J.S. Wells, F.R. Petersen, B.L. Danielson, G.W. Day, R.L. Barger, and J.L. Hall, "Speed of Light from Direct Frequency and Wavelength Measurements of the Methane-Stabilized Laser", *Phys. Rev. Lett.* 29, 1346-1349 (1972).
- [68] T.V. Flandern, "On the Speed of Gravity", *Galilean Electrodynamics* 4, 35-37 (1993).
- [69] T.V. Flandern, "What the Global Positioning System Tells Us about the Twin's Paradox", *Apeiron* 10, 69-86 (2003).
- [70] T.V. Flandern, "The Top 30 Problems with the Big Bang", *Apeiron* 9, 72-90 (2002).
- [71] L.P. Fominskiy, "To Concept of an Interval or Basic Mistake of the Theory of Relativity", *Spacetime and Substance* 3, N 2/12, 49-54 (2002).
- [72] Yu.M. Galaev, "Etheral Wind in Experience of Millimetric Radiowaves Propagation", *Spacetime and Substance* 2, N 5/10, 211-225 (2001).

- [73] Yu.M. Galaev, "The Measuring of Ether-Drift Velocity and Kinematic Ether Viscosity within Optical Waves Band", *Spasetime and Substance* 3, N 5/15, 207-224 (2002).
- [74] G. Galeczki, "Physical Laws and the Theory of Special Relativity", *Apeiron* 1, 26-31 (1994).
- [75] G. Galeczki and P. Marquardt, ".<sup>A</sup> Non-expanding, Non-relativistic Universe", *Apeiron* 3, 108-113 (1996).
- [76] Jo. Guala-Valverde, "The Identity of Gravitational Mass/Inertial Mass. A Source of Misunderstandings", *Spasetime and Substance* 2, N 1/6, 42-43 (2001).
- [77] R.R. Hatch, "Relativity and GPS-II", *Galilean Electrodynamics* 6, 73-78 (1995).
- [78] R.R. Hatch, "In Search of an Ether Drift", *Galilean Electrodynamics* 13, 3-8 (2002).
- [79] H.C. Hayden, "Is the Velocity of Light Isotropic in the Frame of the Rotating Earth", *Physics Essays* 4, 361-367 (1991).
- [80] H.C. Hayden, "Stellar Aberration", *Galilean Electrodynamics* 4, 89-92 (1993).
- [81] J.P. Hsü, L. Hsü, ".<sup>A</sup> Physical Theory Based Solely on the First Postulate of Relativity", *Phys. Let.A* 196, 1-6 (1994).
- [82] P. Huber and T. Jaakkola, "The Static Universe of Walther Nernst", *Apeiron* 2, 53-57 (1995).
- [83] T.S. Jaseja, A. Javan, J. Murray, and C.H. Townes, "Test of Special Relativity or of the Isotropy of Space by Use of Infrared Masers", *Phys. Rev.* 133, A1221-A1225 (1964).

- [84] Ph.M. Kanarev, "Photon Model", *Galilean Electrodynamics* 14, Spec.Iss., 3-7 (2003).
- [85] A.L. Kholmetskii, "Is the Theory of Relativity Self-consistent?", *Apeiron* 8, 74-83 (2001).
- [86] P. Kolen and D.G. Torr, "An Experiment to Measure the One-Way Velocity of Propagation of Electromagnetic Radiation", *Found. Phys.* 12, 401-411 (1982).
- [87] P.S. Laplace, *Mechanique Celeste*, English transl. reprinted by Chelsea Publ., (New York, 1966).
- [88] R.B. Lindsay, *Theoretical Physics*, (Dover Publications, New York, 1969).
- [89] Ch.W. Lucas and J.C. Lucas, "Weber's Force Law for Finite-Size Elastic Particles", *Galilean Electrodynamics* 14, 3-10 (2003).
- [90] S. Marinov, *Czech.J.Phys.* 24, 965 (1974).
- [91] S. Marinov, *Gen.Rel.Grav.* 12, 57 (1980).
- [92] P. Marmet, "GPS and the Illusion of Constant Light Speed", *Galilean Electrodynamics* 14, 23-30 (2003).
- [93] A. Martin, "Light Signals in Galilean Relativity", *Apeiron* 1, N 18, 20-25 (1994).
- [94] F.F. Michelson, F.G. Pease and F. Pearson, "Repetition of the Michelson-Morley Experiment", *J.Opt.Soc.Amer.* 18, 181-182 (1929).
- [95] D.C. Miller, "The Ether-Drift Experiment and the Determination of the Absolute Motion of the Earth", *Revs. Mod. Phys.* 5, 203-242 (1933).
- [96] C.I. Mocanu, "Is Thomas Rotation a Paradox?", *Apeiron* 1, N 16, 1-7 (1993).

- [97] H. Montanus, "Special Relativity in an Absolute Euclidean Space-Time", *Physics Essays* 4, 350-356 (1991).
- [98] H.A. Munera, "Michelson-Morley Experiments Revisited: Systematic Errors, Consistency Among Different Experiments, and Compatibility with Absolute Space", *Apeiron* 5, 37-53 (1998).
- [99] U.Ñascimento, "On the Trail of Fresnel's Search for an Ether Wind", *Apeiron* 5, 181-192 (1998).
- [100] M.M.Ñovak, "The Effect of a Non-Linear Medium on Electromagnetic Waves", *Fortsch. Phys.* 37, 125-159 (1989).
- [101] H.A. Papazian, "On the Mass of the Photon", *Galilean Electrodynamics* 4, 75-77 (1993).
- [102] B.I. Peshchevitskiy, *Relativity Theory: Alternative or Fiasco*, *Galilean Electrodynamics* 3, 103-105 (1992).
- [103] V.V. Petrov, "The Michelson-Morley Experiment and Fresnel's Hypothesis", *Galilean Electrodynamics* 13, Spec. Iss., 11-14 (2002).
- [104] R. Prasad, "A Non-Riemannian Universe", *Apeiron* 3, 113-116 (1996).
- [105] C.E. Renshaw, "The Radiation Continuum Model of Light and the Galilean Invariance of Maxwell's Equations", *Galilean Electrodynamics* 7, 13-20 (1996).
- [106] W. Rindler, *American Journal of Physics* 29, 365 (1961).
- [107] H. Robertson, "Postulate Versus Observation in the Special Theory of Relativity", *Rev.Mod.Phys.* 21, 378-382 (1949).

- [108] W.A. Rodrigues, Jr. and J. Tiomno, "On Experiments to Detect Possible Failures of Relativity Theory", *Found. Phys.* 15, 945-961 (1985).
- [109] S.A. Sannikov-Proskuryakov, M.J.T.F. Cabbolet, "Towards the Ether Theory (Apology of the Ether)", *Spacetime and Substance* 2, N 4/9, 171-174 (2001).
- [110] S.A. Sannikov-Proskuryakov, M.J.T.F. Cabbolet, "Non-Einsteinian Theory of Gravity", *Spacetime and Substance* 4, N 1/16, - (2003).
- [111] Xu Shaozhi, Xu Xiangqun, "A Reexamination of the Lorentz Transformation", *Galilean Electrodynamics* 3, N 1 (1992).
- [112] Xu Shaozhi and Xu Xiangqun, "On the Relativity of Simultaneity", *Apeiron* 1, N 16, 8-11 (1993).
- [113] Ch.W. Sherwin, "Measurement of the One-Way Speed of Light", *Galilean Electrodynamics* 13, 9-13 (2002).
- [114] E.I. Shtyrkov, "Time Evolution of Vacuum Parameters as the Bases for a Cosmological Model", *Galilean Electrodynamics* 8, 57-60 (1997).
- [115] E.W. Silvertooth, *Specul.Sc. and Technol.* 10, 3 (1986).
- [116] D. Sutliff, "Why Physics Cannot Assume the Relativity of Motion or an Infinite Universe: Problems with Special and General Relativity", *Physics Essays* 4, 217-222 (1991).
- [117] T. Theodorsen, "Relativity and Classical Physics", *Galilean Electrodynamics* 6, 63-72 (1995).



- [118] S.A. Tolchelnikova-Murri, "The Doppler Observations of Venus Contradict the SRT", *Galilean Electrodynamics* 4, 3-6 (1993).
- [119] D.G. Torr and P. Kolen, "Misconceptions in Recent Papers on Special Relativity and Absolute Space Theories", *Found. Phys.* 12, 265-284 (1982).
- [120] K.C. Turner, H.A. Hill, *Bull.Amer.Phys.Soc.* 8, 28 (1963).
- [121] A.P. Volchenko, "About the new Approach to Construction of the Special Relativity", *Spasetime and Substance* 1, N 3/3, 130-134 (2000).
- [122] Zh.Y. Wang, "Failure of the Relativistic Energy-Momentum Relation for Photons in Media", *Galilean Electrodynamics* 14, 56 (2003).
- [123] C.K. Whitney, "Finding Absolution for Special Relativity Theory", *Galilean Electrodynamics* 7, 23-29 (1996).
- [124] C.K. Whitney, "The Twins, the Mesons, and the Paradox", *Apeiron* 4, 104-109 (1997).
- [125] E.T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether & Electricity* (Longman, Green and Co., London, 1910).
- [126] H.E. Wilhelm, "Galilei Covariant Electrodynamics of Moving Media with Applications to the Experiments of Fizeau and Hoek", *Apeiron* 1, N 15, 1-5 (1993).
- [127] W.F. Wolff, "A Modified Newtonian Treatment of Gravity", *Galilean Electrodynamics* 13, 55-58 (2002).
- [128] Y.-G. Yi, "On the Nature of Relativistic Phenomena", *Apeiron* 6, 205-216 (1999).

- [129] N.A. Zhuck, "The Cosmic Microwave Background as Aggregate Radiation of all Stars", *Spacetime and Substance* 1, N 1/1, 29-34 (2000).
- [130] N.A. Zhuck, "New Concepts about the Universe and its Laws", *Spacetime and Substance* 1, N 3/3, 98-104 (2000).
- [131] N.A. Zhuck, "Modern Concepts of Space, Time and Boundedness of Lorentz Transformation Laws", *Spacetime and Substance* 4, N 1/16, 1-6 (2003).

#### Adicional

- [132] L. Brillouin, *Relativity Re-Examined*, (Academic Press, 1970).
- [133] N.A. Zhuck, *Cosmology*, ("Model Vselenny" Ltd, Kharkov, 2000). [In russian]
- [134] E.B. Klyushin, *The Lectures on Physics Delivered to Myself*, (Publishing House "Bumazhnaya Galereya", Moscow, 2005). [In russian]
- [135] I.I. Smulsky, *The Theory of the Interaction*, (Publishing House of the Novosibirsk University, NIC OIGGM SD RAS, Novosibirsk, 1999). [In russian]
- [136] S.N. Arteha, "Critical Remarks to the Relativity Theory", *Spacetime and Substance* 6, N 1/26, 14-20 (2005).