

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico (Reedición ampliada PI)

André Michaud

Service de Recherche Pédagogique

→ [Click here for English version](#)

→ [Cliquer ici pour version française](#)

→ [Hier anklicken für die Deutsche Fassung](#)

Resumen: Análisis de los procesos adiabáticos en los que intervienen las partículas electromagnéticas elementales a nivel subatómico y cómo estos procesos se correlacionan con el Principio de Conservación de la Energía, los Principios de Mínima Acción y de Acción Estacionaria y la Entropía. Análisis de la secuencia inicial de aceleración adiabática irreversible de las partículas electromagnéticas elementales recién creadas y su relación con estos principios. Exploración de las implicaciones si esta secuencia inicial de aceleración adiabática no está sujeta al Principio de Conservación.

Palabras claves: proceso adiabático, aceleración, energía cinética, conservación de la energía, mínima acción, entropía

Este artículo se publicó originalmente en el *Journal of Physical Mathematics*:

Michaud A (2016) *On Adiabatic Processes at the Elementary Particle Level*. J Phys Math 7: 177. doi:10.4172/2090-0902.1000177.

<https://projecteuclid.org/journals/journal-of-physical-mathematics/volume-7/issue-2/On-Adiabatic-Processes-at-the-Elementary-Particle-Level/10.4172/2090-0902.1000177.full>

Una versión ampliada de ese artículo fue republicada por invitación en 2021 como un capítulo de libro en una versión final bajo el título "[On adiabatic processes at the subatomic level](#)" en el libro titulado "[Newest Updates in Physical Science Research Vol. 4](#)" que forma parte de una serie que preselecciona artículos que se consideran dignos de atención en la oferta global, para ponerlos más inmediatamente a disposición de la comunidad.

Michaud, A. . (2021). *On Adiabatic Processes at the Subatomic Level*. In: Dr. Jelena Purenovic, Editor. *Newest Updates in Physical Science Research Vol. 4*, 30–62. <https://doi.org/10.9734/bpi/nupsr/v4/1978F>
<https://stm.bookpi.org/NUPSR-V4/article/view/1641>

Aquí está la traducción al español del artículo final:

1. Introducción

Los procesos adiabáticos, el Principio de Conservación de la Energía, los Principios de Acción Mínima y Estacionaria y la Entropía han sido ampliamente discutidos durante siglos y todos han sido establecidos a partir de experimentos realizados en nuestro nivel macroscópico. Sin embargo, el grado de relación y solapamiento entre estos principios nunca parece haberse establecido de forma satisfactoria.

También se ha comprobado que, por lo general, se aplican a nivel submicroscópico, es decir, al nivel de magnitud atómica. Por ejemplo, cuando se aplican a este nivel, los procesos adiabáticos se han definido principalmente como aquellos que implican cambios de estado de los átomos demasiado rápidos para que se libere energía. Así pues, dado que la mayor parte de nuestros conocimientos sobre el conjunto de partículas electromagnéticas elementales estables de las que se componen todos los átomos se han adquirido a lo largo del último siglo, parecía útil analizar en profundidad cómo se aplican estos principios a aquellas partículas elementales que viven, por así decirlo, en el nivel de magnitud subatómica en correlación con su aplicación tal y como la definieron Born y Fock en 1928 como aplicable al nivel atómico [1].

Es bien entendido que en la realidad física, todos los procesos naturales que implican energía electromagnética a nivel submicroscópico tienden naturalmente a aumentar el nivel de energía de las partículas implicadas hasta que alcanzan estados estables de equilibrio electromagnético de los que no pueden escapar o sobrepasar naturalmente, lo que se relaciona generalmente con el concepto de entropía. Estos estados de equilibrio pueden definirse como estados de equilibrio de acción estacionaria, porque la única manera de que estos estados se reviertan a estados iniciales inestables, o a estados metaestables menos energéticos, es suministrándoles energía desde fuera de estos sistemas.

Fundamentalmente, todos los procesos adiabáticos son también teóricamente reversibles. Pero en la práctica, algunos de ellos requieren la inyección de una cantidad tan grande de energía para ser revertidos que, desde nuestro punto de vista humano, se consideran irreversibles, lo que ha llevado a definir algunos procesos adiabáticos naturales reversibles como irreversibles.

También hay que tener en cuenta que todo átomo existente actualmente en el universo es un sistema de partículas subatómicas estabilizadas en dicho estado de equilibrio de acción estacionaria estable que es el resultado de dichos procesos adiabáticos reversibles, siendo todas las partículas implicadas partículas electromagnéticas masivas de comportamiento puntual que tienen un signo eléctrico, que por tanto están todas sujetas a la fuerza/interacción de Coulomb ya que tienen signos eléctricos, como pronto veremos.

2. El principio de conservación de la energía

Por ejemplo, el famoso Principio de Conservación de la Energía establece, desde una perspectiva clásica, que la cantidad total de energía en un sistema aislado permanece constante, lo que significa que la energía no puede crearse ni destruirse, sino que sólo puede transformarse de una forma a otra, lo que excluye la posibilidad misma de añadir energía desde ese sistema aislado. De hecho, ningún experimento realizado a nuestro nivel macroscópico ha dado lugar a dudas sobre este principio.

Como muestra un ejemplo conocido y ampliamente confirmado a nuestro nivel macroscópico, antes de que una masa de 1 kg que descansa en el suelo pueda caer desde una

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

altura de 1 metro hasta el nivel medio del mar, no hay otra manera que gastar una cantidad de 9,78 julios de energía cinética para elevarla hasta esa altura de 1 metro sobre el suelo, una cantidad de energía procedente del exterior del sistema que implica esa masa y la masa de la Tierra. Desde el punto de vista de la mecánica clásica, cuando la masa de 1 kg se eleva, se considera que el Principio de Conservación se satisface por el hecho de que se supone que esta energía cinética *se convierte* gradualmente en *energía potencial*, hasta que toda la energía cinética ha *desaparecido supuestamente* para ser *sustituida conceptualmente* por 9,78 julios de *energía potencial* cuando el cuerpo alcanza finalmente la altura de 1 metro.

Cuando la masa de 1 kg se libera para acelerar hacia el suelo, se espera que esta *energía potencial se convierta* gradualmente en energía cinética a medida que la masa acelera en caída libre hacia el suelo, una cantidad de energía cinética que se liberará en el entorno cuando la masa se detenga repentinamente en el suelo. Todos los resultados experimentales confirman que una cantidad exactamente igual a 9,78 julios de energía será devuelta al medio ambiente, compensando exactamente la energía aportada inicialmente para elevar esta masa a una altura de 1 metro sobre el suelo.

Examinemos ahora un caso similar que ha sido igualmente confirmado de forma exhaustiva a nivel atómico, a saber, el caso de un electrón de $9,10938188 \times 10^{-31}$ kg estabilizado en su orbital medio de reposo alrededor de un protón en un átomo de hidrógeno. Se ha confirmado ampliamente que cuando a este electrón se le suministra una cantidad de energía de 13,6 eV, escapará completamente del protón, una cantidad de energía que acabará reaccumulándose acelerando de nuevo hacia éste u otro núcleo de hidrógeno ionizado (un protón). Esta cantidad re-accumulada de exactamente 13,6 eV será entonces liberada como un fotón electromagnético cuando el electrón sea súbitamente recapturado en equilibrio electromagnético en el orbital de reposo de mínima acción de ese átomo de hidrógeno, lo que se considera de acuerdo con el principio de conservación de la energía, al igual que en el caso anteriormente discutido de la masa de 1 kg.

Si un estado de equilibrio energético menos energético e inestable es alcanzado por este electrón, si se le da menos de 13,6 eV de energía, este electrón se metaestabilizará momentáneamente en un orbital autorizada más alejado del núcleo, pero pronto volverá a acumular exactamente esta menor cantidad de energía y la liberará a su entorno en forma de un fotón electromagnético menos energético cuando vuelva a su estado de equilibrio energético más elevado y estable, es decir, alcanzará su estado de máxima entropía de acción estacionaria en el orbital de reposo de ese átomo, lo que también se considera conforme al Principio de Conservación de la Energía.

Sin embargo, en el caso del electrón de un átomo de hidrógeno, además de esta conocida cantidad de 13,6 eV de energía cinética que puede ser suministrada y recuperada de forma reversible, también sabemos que mientras el electrón permanece estabilizado en el orbital de reposo del átomo de hidrógeno, también es inducido adiabáticamente y de forma permanente por la interacción de Coulomb con una cantidad no liberable de 27,2 eV de energía cinética, que también se reduce a cero sin ser liberada al medio ambiente cuando el electrón escapa del átomo de hidrógeno y que también se acumulará cuando el electrón es recapturado.

3. Los procesos adiabáticos

A continuación pondremos en perspectiva los diferentes tipos de procesos adiabáticos. Se dividen en tres categorías distintas. El más conocido se refiere al aumento de energía en sistemas cerrados mediante la compresión de ciertos materiales gaseosos por medios

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

mecánicos. El segundo tipo se refiere a los aumentos naturales de energía en los materiales sólidos por compresión, y el tercero se refiere a los niveles naturales de energía adiabática inducidos por la interacción coulombiana entre partículas electromagnéticas elementales con cargas eléctricas.

Primero vamos a hablar del tercer tipo, que es menos conocido.

Se puede argumentar fácilmente que la cantidad de energía cinética no liberable de 27,2 eV inducida por la interacción de Coulomb en la distancia orbital media de reposo del átomo de hidrógeno también se consumirá como trabajo y se convertirá en *energía potencial* cuando el electrón escape del protón, y por lo tanto permanecerá de acuerdo con el Principio de Conservación de la Energía. Pero observemos aquí que esta cantidad de energía no fue suministrada al electrón desde el exterior del sistema formado por este electrón y el protón, ni fue inducida por la compresión, sino sólo por la acción natural de la fuerza de Coulomb conocida por estar en acción entre todas las partículas cargadas existentes en el universo, estrictamente en función del cuadrado inverso de las distancias que las separan ; en el caso presente, el inverso del cuadrado de la distancia media entre el electrón en resonancia axial dentro del volumen orbital que visita en su estado fundamental y el protón, es decir, el estado en el que se estabiliza naturalmente en una especie de equilibrio electromagnético de resonancia axial, que analizaremos más adelante.

Tal y como se define actualmente, el Principio de Conservación cubre los casos de aumento de energía inducida por compresión generada por medios mecánicos, en los que se realiza un trabajo mecánico para comprimir materiales gaseosos utilizados en sistemas cerrados, cuya energía momentáneamente aumentada será liberada voluntariamente al medio ambiente cuando se encuentre en su máxima compresión, tal y como se aplica en varios tipos de sistemas de refrigeración o para encender el combustible en motores diesel, por ejemplo.

Aunque teóricamente posible, la compresión mecánica de materiales sólidos para aumentar adiabáticamente su nivel de energía requiere tales cantidades de trabajo mecánico que no parece que tales sistemas tengan objetivos económicamente útiles.

Sin embargo, es bien comprendido que el aumento de energía inducida por la compresión natural, que no puede ser liberada esta vez, también ocurre naturalmente en la naturaleza en materiales líquidos y/o sólidos, como lo ilustra el aumento del calor adiabático a medida que aumenta la profundidad en la masa de la Tierra, que se estima que alcanza una temperatura estable de unos 5100 grados Kelvin en el centro de la Tierra ([2], p. 223). En este caso, la relación con el Principio de Conservación se vuelve más tenue, ya que no parece que haya habido una cantidad de trabajo claramente identificable en este proceso. Nótese a este respecto que todos estos procesos adiabáticos naturales inducidos por la compresión se consideran irreversibles y relacionados con la entropía.

También hay que considerar el caso no resuelto de esta cantidad de 27,2 eV de energía no liberable que no es inducida por la compresión, sino por la aplicación natural de la interacción de Coulomb al electrón estabilizado en el estado básico del átomo de hidrógeno. Sorprendentemente, parece que a nivel subatómico, la energía cinética no liberable inducida por la fuerza de Coulomb en todas las partículas elementales electromagnéticas cargadas nunca se ha asociada claramente con los procesos adiabáticos, ni con el Principio de Conservación.

La cuestión que se plantea es: ¿cómo conciliar esta aparente desconexión?

En este punto surge otra pregunta: ¿está este proceso natural de inducción de energía adiabática ligado a la fuerza de Coulomb que caracteriza a los electrones en su camino a ser

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

capturados por los átomos también actuando en el caso de la masa de 1 kg considerada anteriormente como acelerando hacia la superficie de la Tierra desde una altura de 1 metro? Los cálculos que se realicen posteriormente confirmarán que la respuesta es afirmativa, y se identificará claramente el motivo.

También veremos que la cantidad de energía cinética aumentada y no liberable debida a este efecto adiabático natural es tan infinitesimal en el caso de una masa de 1 kg que acelera desde una altura de un metro a nuestro nivel macroscópico que es imposible detectarla con nuestros instrumentos de medida. Por ello, no es de extrañar que nunca se haya considerado su incorporación como complemento a la explicación de los experimentos macroscópicos tradicionales basados en el Principio de Conservación de la Energía.

Así, veremos que para una masa de 1 kg que acelera en caída libre desde una altura de 1 metro a nivel del mar, este aumento de la energía adiabática natural no inducida por la compresión es *de 13 órdenes de magnitud menos* que la energía contenida en 1 gramo de masa.

Parece, por tanto, que en lo que respecta a la correlación entre el Principio de Conservación, los Principios de Mínima Acción o de Acción Estacionaria y la entropía con los procesos adiabáticos, que se han establecido estrictamente sobre la base de los experimentos realizados en nuestro nivel macroscópico, nos encontramos actualmente en la misma situación que Newton con respecto a las velocidades relativistas. Al igual que no tenía forma de imaginar que la masa medible de los cuerpos pudiera aumentar a velocidades superiores a las observables en su época, era imposible que los experimentadores descubrieran, a partir de experimentos macroscópicos realizados aproximadamente a nivel del mar, que también se producían variaciones naturales irreversibles de energía adiabática durante sus experimentos a nivel macroscópico.

Al igual que Newton sólo tenía acceso a la gama de *velocidades aparentemente no relativistas* relacionadas con el extremo infinitesimal indetectable de la curva de velocidad que aumenta de forma no lineal según el factor γ de Lorentz hacia su límite asintótico de la velocidad de la luz, Todos los investigadores que han estudiado el comportamiento de las masas a nuestro nivel macroscópico sólo han tenido acceso a los *valores aparentemente invariables* de las masas macroscópicas relacionadas con el último extremo infinitesimal indetectable de la curva de aumento de la masa adiabática de las partículas electromagnéticas elementales que componen todas las masas macroscópicas, que también aumenta de forma no lineal por el mismo factor de Lorentz γ hacia su propio límite de aumento asintótico de la masa adiabática correspondiente a una distancia cero entre las partículas electromagnéticas elementales a nivel subatómico.

4. El principio de mínima acción y la entropía

El principio de mínima acción, por su parte, se relaciona tradicionalmente con el movimiento, mientras que el principio de acción estacionaria, relacionado con él, se refiere más específicamente a los estados de resonancia estables. En última instancia, el orbital estable del electrón en un átomo de hidrógeno, por ejemplo, podría calificarse como el orbital *estacionario de mínima acción* del electrón en el átomo de hidrógeno; el concepto de *mínima acción* se refiere al hecho de que el electrón no puede alcanzar ningún estado estable más cercano al protón, y el concepto de *acción estacionaria* se refiere al hecho de que este estado de mínima acción es en realidad un estado de resonancia estable, es decir, *un estado de resonancia electromagnética*, en el contexto [3].

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

El Principio de Mínima Acción se definió originalmente para calificar el camino o trayectoria más corto seguido naturalmente en el espacio por la luz o por un cuerpo o partícula masiva, es decir, el camino o trayectoria que requiere la más baja energía para ser recorrida por la luz, o por un cuerpo o partícula en el espacio. Sin embargo, también se aplica a los estados de equilibrio natural en los que los cuerpos o las partículas podrían quedar cautivos de forma natural, con movimiento o sin él, estados en los que los cuerpos o las partículas permanecerían estabilizados de forma permanente a menos que se les suministre energía desde alguna fuente externa para forzarlos a salir de estos estados de equilibrio natural de mínima o estacionaria acción. Es en este punto donde se puede asociar el Principio de Mínima Acción con la entropía, y el Principio de Conservación con los estados estables de equilibrio de acción electromagnética estacionaria de las partículas cargadas elementales a nivel de magnitud atómica.

Pero antes de proceder al análisis de estas aparentes incoherencias que se hacen evidentes a nivel atómico, resumamos lo que se sabe actualmente sobre el conjunto de las partículas electromagnéticas elementales estables en movimiento a nivel subatómico, cuyas interacciones establecen las estructuras atómicas de las que está hecha toda la materia del universo.

5. Continuidad o discontinuidad con respecto a las leyes fundamentales de interacción y de las dimensiones del tiempo y del espacio

Sabemos con certeza que dos leyes de interacción diferentes rigen las interacciones mutuas entre las partículas electromagnéticas elementales cargadas a nivel subatómico. Se trata de la conocida ley de Coulomb, que rige la interacción eléctrica mutua entre todas las partículas cargadas en función del cuadrado inverso de la distancia entre cualquier par de estas partículas [4], y de la menos conocida ley de interacción magnética, que rige la interacción magnética mutua entre las mismas partículas en función del cubo inverso de la distancia entre ellas [5] [6].

También sabemos que la *dimensión temporal* está implicada, para explicar sus movimientos en nuestro familiar entorno espacial tridimensional normal, porque el movimiento de un cuerpo o partícula implica al menos un cambio en la ubicación espacial de ese cuerpo o partícula, lo que a su vez implica que su llegada a un determinado lugar no puede preceder al inicio de su movimiento desde su anterior ubicación, lo que implica *de facto* una duración del proceso de desplazamiento desde ese lugar inicial hasta ese lugar final, lo que hace imposible que no haya transcurrido un periodo de tiempo determinado entre ambos acontecimientos.

Se han establecido dos hipótesis fundamentales sobre cómo deben definirse estas dos leyes de interacción, el flujo temporal y las dimensiones espaciales.

La primera hipótesis fue considerar estas interacciones, el flujo temporal y las dimensiones espaciales como continuamente progresivas a nivel infinitesimal, metafóricamente hablando, al igual que el microsurco continuo de un disco de vinilo reproduce analógicamente y fielmente todas las frecuencias audibles de una pieza musical, mientras que la segunda hipótesis consistía en considerarlas como discontinuas, metafóricamente hablando, como el conjunto completo de frecuencias audibles de una pieza musical única que se reproduce digitalmente mediante una sucesión de *puntos*, por así decirlo, lo

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

suficientemente pequeños como para que la secuencia completa parezca continua tal y como se percibe a nuestro nivel macroscópico cuando se escanea a una velocidad suficiente.

La hipótesis de una interacción continuamente progresiva entre las partículas elementales es inmediatamente intuitiva y se consideraba la única posibilidad hasta que Richard Feynman introdujo la noción de cuantificación por medio de *fotones virtuales* en 1949 para representar la interacción fuerza/energía de Coulomb entre las partículas elementales electromagnéticas físicamente existentes [7], como cadenas de estados momentáneos de intensidades variables, lo que permitió utilizar el método de cálculo estático lagrangiano, más sencillo, en lugar del método hamiltoniano, más elaborado, para dar cuenta de la presencia de la energía cinética tradicionalmente asociada al movimiento de las partículas elementales. Estos *fotones virtuales*, que combinan la fuerza de Coulomb y la correspondiente cantidad de energía cinética inducida a la intensidad particular de la fuerza aplicable a cada distancia considerada en cuantos virtuales individuales de intercambio, se suponía que representaban la interacción eléctrica entre las partículas elementales como un *intercambio de cadenas de fotones virtuales* matemáticamente distintas.

Este método permitió tratar la interacción eléctrica entre partículas cargadas como si la interacción estuviera cuantificada, siendo representada por series de estados momentáneos instantáneos, como si estuvieran congelados en el tiempo, tan pequeños como sea necesario, lo que equivaldría al límite en una interacción continua.

La idea de discontinuidad se extendió rápidamente a todas las leyes de interacción e incluso al tiempo y al espacio en algunos círculos de la física, llevando finalmente a la hipótesis de que las fuerzas eléctricas y magnéticas e incluso el tiempo y el espacio podrían ser discontinuos, es decir, cuantificados, a nivel infinitesimal, para ser adoptada por muchos como un reemplazo completo de la hipótesis continuamente progresiva.

De hecho, elegir la discontinuidad matemática o la continuidad matemática para caracterizar las interacciones en el nivel infinitesimal y excluir la otra posibilidad es una elección filosófica que determina por completo la forma en que cada persona analizará la naturaleza del nivel fundamental de la realidad física, hasta el punto de que la idea de una aplicación continuamente progresiva de la fuerza en el nivel infinitesimal parece antinatural para quienes eligen la discontinuidad, y lo contrario para quienes eligen la continuidad.

Pero no parece haber ninguna razón para rechazar ninguno de los dos métodos, ya que ambas hipótesis tienen cualidades y permiten posibilidades que el otro método no ofrece: facilidad de cálculo de los estados estables en el caso de la discontinuidad y facilidad de representación del movimiento en el caso de la progresión continua. Por sorprendente que pueda parecer a algunos, estos dos puntos de vista son métodos matemáticos que hemos inventado al intentar comprender la naturaleza del conjunto de partículas que se sabe que existen a nivel subatómico y calcular sus interacciones conocidas [8]. Lo que realmente importa en la realidad es adquirir la mejor comprensión posible de lo que ocurre a nivel subatómico sin contradecir ningún hecho confirmado experimentalmente.

Sin embargo, hay que tener cuidado de no confundir los *fotones virtuales de intercambio* de Feynman con los fotones electromagnéticos reales, porque a diferencia de los *fotones virtuales*, los fotones electromagnéticos reales no combinan la fuerza de Coulomb y la energía cinética inducida por esta fuerza, sino que sólo consisten en energía cinética que se mueve a la velocidad de la luz [4]. Señalemos aquí que el propio Feynman advirtió a los lectores de su artículo fundacional de 1949 [7] sobre la necesidad de no confundir lo que él llamaba *cuantos reales* y *cuantos virtuales*.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Así, sin rechazar las ventajas de considerar las leyes fundamentales de la interacción y del espacio y el tiempo como posiblemente cuantificadas, procederemos en este análisis desde el enfoque más simple y continuamente progresivo. La conversión de los procesos descritos puede realizarse fácilmente al método de la electrodinámica cuántica discontinua (QED) por aquellos que prefieran esta opción.

6. Definición del nivel fundamental de la realidad física

Pongamos ahora en perspectiva lo que se sabe actualmente sobre el nivel subatómico con respecto a la energía y la materia.

Sabemos con certeza que las partículas cargadas verdaderamente elementales, como el electrón, son infinitesimales, tal como se perciben desde nuestra perspectiva macroscópica. Tan pequeños que muchos los consideran puntos sin dimensión en el sentido matemático de la palabra. Pero también sabemos que no son realmente adimensionales de esta manera, porque una sección transversal siempre mayor que cero debe estar matemáticamente involucrada para dar cuenta correctamente de sus encuentros de colisión confirmados físicamente, lo que hace que los términos *partículas con comportamiento cuasi-puntual* o *partículas cuasi-puntuales* sean más apropiados para describirlas que simplemente partículas puntuales, lo que hace que las conceptualicen como verdaderamente adimensionales, mientras que los dos primeros términos no implican que sean adimensionales aunque no se pueda medir ningún volumen específico para los electrones, por ejemplo.

La razón por la que nunca se ha podido determinar con claridad el tamaño o el volumen de las partículas cargadas que se comportan de forma casi puntual como los electrones, y que por tanto se consideran elementales, es que cuanto más energéticas son las colisiones mutuas no destructivas entre 2 electrones, por ejemplo, más se acercan al centro puntual del otro antes de rebotar, incluso en colisiones frontales, sin haber alcanzado ningún límite infranqueable a cierta distancia de su centro.

Una posible causa podría ser que el material del que están hechos los electrones, que se sabe que son cantidades cuantificadas de energía electromagnética, debe resultar finalmente *algún tipo de sustancia físicamente existente que se comporte de forma elástica*, como se pone en perspectiva en la Referencia [4], si queremos explicar lógicamente sus características físicamente observables durante sus colisiones.

Pero aún no sabemos lo suficiente sobre esta *sustancia energía cinética* que presumiblemente existe físicamente y de la que se componen los electrones y fotones electromagnéticos como para asignarle un conjunto completo de características, pero su comportamiento observado ya nos permite asignarle otras tres características además de la *elasticidad ilimitada*. Estas son la *incompresibilidad*, la *fluidez* y, por último, una propiedad de *siempre-tender-a-permanecer-en-movimiento*, como se analiza en la referencia [4].

En cuanto a la identificación de un volumen, la situación es diferente para los protones y los neutrones, que también pertenecen al mismo nivel subatómico de la realidad física, y para los que se han medido volúmenes definidos de forma concluyente, lo que dio los primeros indicios de que pueden tener una estructura interna. En otras palabras, había razones para concluir que no eran partículas elementales como el electrón, sino estructuras formadas por partículas cuasipuntuales más pequeñas que se comportan realmente como partículas elementales de la misma naturaleza que el electrón, al igual que el sistema solar no es un cuerpo celeste, sino un sistema de cuerpos celestes más pequeños.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

En el caso de los protones y de los neutrones, los ángulos de desviación de los haces de electrones contra ellos revelaron que las partículas puntuales como los electrones no pueden acercarse a sus centros más que a una distancia claramente medible del orden de $10E-15$ m, un límite que sigue siendo infranqueable por debajo de un nivel de energía muy preciso de las partículas entrantes que no podía alcanzarse técnicamente antes de la puesta en marcha del *Acelerador Lineal de Stanford* (SLAC) [9].

Después de que el SLAC entrara en funcionamiento en 1966 como el primer acelerador de alta energía capaz de acelerar electrones con la energía suficiente para cruzar esta frontera y penetrar en el volumen de protones y neutrones, antes infranqueable, se descubrió, a partir de los patrones de dispersión resultantes de las trayectorias de los haces de electrones entrantes, que había dos tipos diferentes de partículas cargadas con un comportamiento de colisión casi puntual dentro de los protones y los neutrones.

Un estudio cuidadoso de los rangos de dispersión de las trayectorias individuales de los electrones desviados o rebotados, algunos de los cuales mostraron un rebote directo hacia atrás altamente inelástico [10], reveló que los dos tipos estaban cargados de forma opuesta y eran sólo ligeramente más masivos que los electrones. El componente positivo se denominó quark arriba, que posee $2/3$ de la carga del positrón, y el componente negativo se denominó quark abajo, que posee $1/3$ de la carga del electrón. Nunca se ha descubierto ningún otro componente interno colisionable dentro de los nucleones [9] mediante colisiones no destructivas [11].

Así, se descubrió que la estructura interna colisionable del protón está formada por dos quarks arriba y un quark abajo (uud), cuya suma de las cargas fraccionarias se resuelve a la carga positiva unitaria conocida del protón, mientras que la suma de las cargas fraccionarias de la estructura interna colisionable del neutrón, formada por un quark arriba y dos quarks abajo (udd) se resuelve a su carga nula conocida (**Cuadro 1**). En las instalaciones del SLAC se publicaron una serie de artículos para explicar este descubrimiento, siendo la Referencia [10] uno de ellos.

Dado que todos los átomos existentes están formados exclusivamente por electrones, protones y neutrones, conteniendo estos últimos únicamente quarks arriba y abajo, masivos y cargados, que se comportan en todas las circunstancias de forma cuasi puntual como los electrones, sabemos por tanto que todos los elementos de los que se compone la materia y que se comportan de forma cuasi puntual están sometidos a la fuerza de Coulomb, ya que todos tienen cargas eléctricas. Los quarks arriba y abajo son los elementos constitutivos últimos de los protones y neutrones, que son los elementos constitutivos de todos los núcleos atómicos, en torno a los cuales, cuando están en estado de equilibrio de acción estacionaria, se estabiliza un número de electrones igual al número de protones de cada núcleo en una serie de capas de equilibrio de acción estacionaria que determinan el volumen físico de los átomos.

Cuadro 1: Masas y cargas de los componentes internos de los átomos.

Partícula	Masa estimada	Masa en kg	Carga	Ref.
Electrón	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$9.10938188E-31$	-1	[12]
Quark arriba	$1.5 \text{ à } 5 \text{ MeV}/c^2$ (Estimación experimental)	$2.04961092E-30$ (aproximado)	+2/3	[13]
Quark abajo	$3 \text{ à } 9 \text{ MeV}/c^2$ (Estimación experimental)	$8.19844378E-30$ (aproximado)	-1/3	[13]

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Protón	938.272013 MeV/c ²	1.67262158E-27	+1	[12]
Neutrón	939.5653346 MeV/c ²	1.67492716E-27	0	[12]

Además del electrón, el quark arriba y el quark abajo, otras dos partículas estables con comportamiento cuasi-puntual pertenecen al mismo conjunto estable. Son el positrón y el fotón electromagnético. El fotón electromagnético de doble partícula, propuesto por Louis de Broglie, se describe en la referencia [4]. El positrón se describirá más adelante.

7. Los estados de equilibrio electromagnético de mínima acción de todas las partículas que ya existen

Por lo general, no se llama la atención sobre el hecho de que, antes de realizar un experimento a nuestro nivel macroscópico para confirmar el Principio de Conservación de la Energía, el sistema considerado siempre está estabilizado en el estado de equilibrio de mínima acción de un proceso reversible. De hecho, esta situación se aplica a cualquier transformación que implique materia y energía en todos los sistemas naturalmente estabilizados que están a nuestra disposición para la experimentación en nuestro nivel macroscópico. Por lo tanto, el hecho de que estos sistemas siempre vuelvan sistemáticamente a su estado inicial de equilibrio de mínima acción después de haber sido desestabilizados por la energía suministrada desde el exterior de estos sistemas no da ninguna indicación de que en estos procesos puedan intervenir también procesos adiabáticos.

Observamos que todos los cuerpos en la superficie de la Tierra se encuentran generalmente en varios estados de equilibrio de mínima acción de varios procesos reversibles en relación con el centro de la Tierra. Todos los componentes de nuestra atmósfera también se encuentran globalmente en varios estados de equilibrio de mínima acción de varios procesos reversibles en relación con el centro de la Tierra. También observamos que nuestro planeta y todos los demás planetas del sistema solar se encuentran en estados de equilibrio de mínima acción de procesos reversibles con respecto al Sol, teóricos en este último caso por las cantidades increíblemente enormes de energía que se necesitarían para invertir estos procesos orbitales, y así sucesivamente ..., lo que significa que se debe suministrar energía desde fuera de todos estos sistemas estabilizados para que los cuerpos implicados se alejen de estos estados de equilibrio de mínima acción de movimiento o resonancia. De lo contrario, es de esperar que permanezcan permanentemente en estos estados estacionarios de acción en relación con la intensidad local del gradiente gravitatorio.

En cuanto a los estados estacionarios de equilibrio de los átomos, nunca se ha identificado claramente la razón por la que los electrones cargados negativamente se estabilizan en una serie de capas de equilibrio de mínima acción a distancias específicas de los núcleos en lugar de chocar con ellos, en contra de lo que cabría esperar a primera vista, ya que son atraídos según el cuadrado inverso de las distancias que los separan de los núcleos cargados positivamente por la fuerza de Coulomb.

¿Cómo es que un electrón negativo y un positrón positivo, que se capturan fácilmente en una configuración de positronio metaestable, se las arreglan siempre para acercarse el uno al otro girando en espiral hacia dentro hasta que se encuentran realmente? provocando así la conversión de la energía de sus masas en varios estados fotónicos [14], mientras que un electrón negativo y un protón positivo siempre se estabilizan en una configuración estable a una distancia media muy precisa para formar un átomo de hidrógeno estable, una distancia media que se sabe que es exactamente igual a 5,291772083E-11 m [3] ?

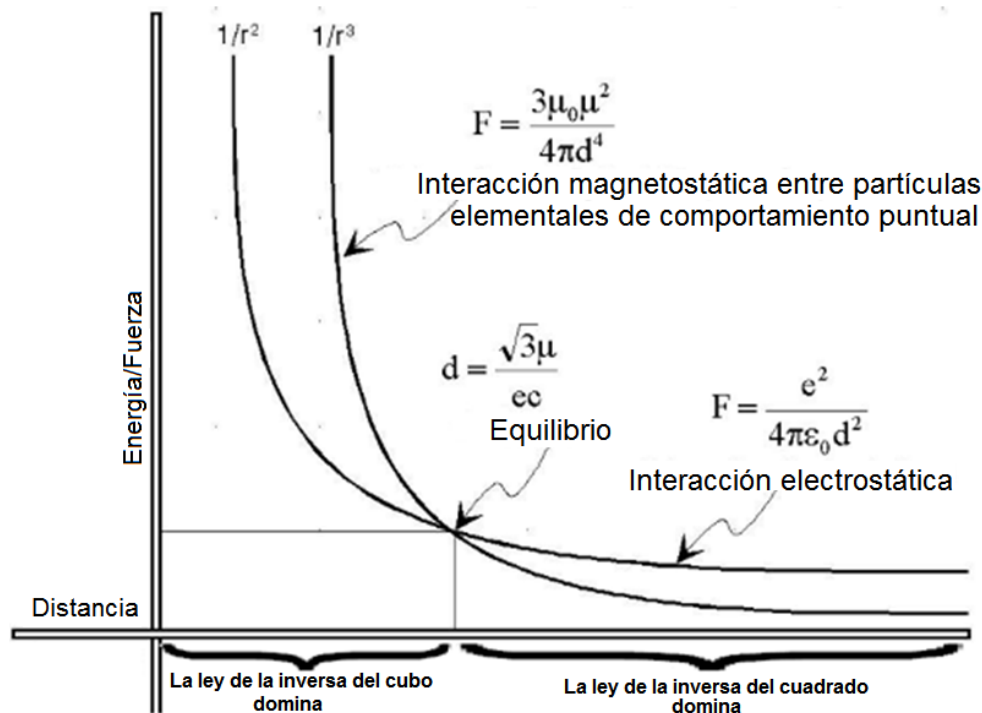
Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Veremos que en el proceso deben intervenir las leyes de interacción eléctrica y magnética mencionadas anteriormente, como se discute con más detalle en la Referencia [3]. La ley del cuadrado inverso que se aplica al aspecto eléctrico de las partículas elementales cargadas, es decir, la ley de Coulomb, es muy conocida, como ya se ha mencionado. Pero la ley de la inversa del cubo que se aplica al aspecto magnético de las mismas partículas elementales con comportamiento cuasi-puntual es mucho menos conocida.

Un indicio importante de que estos dos órdenes de aplicación de fuerzas están simultánea y permanentemente en juego entre los electrones con un comportamiento casi puntual es el enlace electrónico covalente que une a los átomos en moléculas, que implica la captura mutua de 2 electrones, es decir, un electrón de la capa de electrones externa de cada átomo implicado en este enlace covalente, y el hecho de que las capas de electrones sólo pueden ser llenadas por pares de electrones que interactúan en una orientación relativa antiparalela de su espín magnético.

En efecto, la única manera posible de que dos electrones se atraigan tan paradójicamente cuando están muy cerca el uno del otro a pesar de su mutua repulsión electrostática (que obedece a la ley del cuadrado inverso), sólo puede deberse a otra fuerza, que actúa en atracción, y que estaría simultáneamente en juego localmente entre ellas, lo que obedecería a una ley exponencial de orden superior a la ley del cuadrado inverso, y que por tanto podría superar la repulsión eléctrica del cuadrado inverso cuando las partículas del mismo signo eléctrico están lo suficientemente cerca unas de otras. La **Figura 1** ilustra la relación entre estas dos fuerzas que actúan simultáneamente.

Una confirmación directa de esta ley de interacción cúbica inversa entre los aspectos magnéticos de los electrones ha sido obtenida muy recientemente de forma experimental por Shlomi Kotler y su equipo entre los aspectos magnéticos de dos electrones, como se recoge en un artículo publicado en Nature en abril de 2014, titulado *Measurement of the magnetic interaction between two bound electrons of two separate ions* [6]. Esta ley de interacción cúbica inversa confirmada es precisamente una ley exponencial de orden superior.



Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Figura 1: Intersección de las fuerzas de interacción según las leyes de la inversa del cuadrado y del cubo.

Los electrones y los quarks arriba y abajo con un comportamiento cuasi-puntual constituyen la estructura interna de los protones, teniendo tanto un aspecto *eléctrico* que obedece a la ley de interacción del cuadrado inverso ya que están cargados, como un aspecto *magnético* que obedece a la ley de interacción del cubo inverso ya que también tienen un campo magnético, estableciendo así que son de naturaleza *electromagnética*, se puede afirmar con fuerza que los estados de equilibrio de acción estacionaria en los que los electrones son cautivos de los núcleos atómicos de los átomos deben implicar necesariamente ambos tipos de interacción, como se analiza en la Referencia [3].

También se puede afirmar con fuerza que los dos polos del campo magnético de cada partícula electromagnética con comportamiento cuasi-puntual coinciden geoméricamente entre sí en el espacio por estructura, ya que se comportan de forma puntual en todas las circunstancias. Un experimento de confirmación fácilmente reproducible, que puede llevarse a cabo en nuestro nivel macroscópico con imanes magnetizados de forma similar, también nos permite confirmar que los dos polos magnéticos de los imanes configurados de esta forma no pueden estar presentes simultáneamente, sino sólo de forma alternativa en una frecuencia que aún está por establecer [5]. Además, la estructura dinámica interna LC de la energía que constituye la masa en reposo de los electrones y de su energía portadora, establecida en la geometría del espacio tresespacial, revela que esta alternancia debe estar relacionada con las frecuencias de oscilación de esta energía [4], [14].

Esta oscilación electromagnética LC transversal establece claramente que el aspecto magnético de cada partícula electromagnética elemental localizada implica dos fases temporales distintas en la geometría tresespacial, la primera de las cuales consiste en una expansión esférica cíclica de la energía magnética de la partícula desde una presencia nula hasta una presencia máxima, seguida de una segunda fase durante la cual retrocede esféricamente hasta una presencia nula.

Dado su comportamiento cuasi-puntual en todas las circunstancias durante sus interacciones, la interacción magnética entre dos electrones, o entre un electrón y un positrón, por ejemplo, está por lo tanto estructuralmente obligada a obedecer la ley de interacción de los campos lejanos, ya que involucra a dos esferas de energía que interactúan, lo que significa que su relación magnética obedecerá la siguiente ecuación de los campos lejanos, que fue establecida a partir de los datos recogidos durante el experimento fácilmente reproducible mencionado anteriormente [5] :

$$F = \frac{3\mu_0\mu^2}{4\pi d^4} \quad (1)$$

Por lo tanto, en la geometría tresespacial, la alineación paralela relativa del espín magnético entre dos electrones se producirá cuando la presencia magnética de la energía de las dos partículas aumente y disminuya sincrónicamente, lo que equivale a la *repulsión magnética* en función de la inversa del cubo de la distancia entre los centros de las dos esferas magnéticas.

A la inversa, se producirá una alineación relativa antiparalela del espín magnético cuando la presencia de la energía magnética de un electrón esté en su fase de expansión mientras que la del otro electrón esté en su fase de regresión sincrónica, lo que equivale a una *atracción magnética* que es función del inverso del cubo de la distancia entre las dos partículas.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Teniendo en cuenta que los cuantos de energía de las masas en reposo del electrón y del Positrón oscilan exactamente a la misma frecuencia, es por lo tanto bastante comprensible que cuando en la configuración de espín magnético antiparalelo del positronio, las dos partículas se sincronicen fácilmente y sean finalmente dominadas por la atracción magnética inversa del cubo, que se suma a la atracción eléctrica inversa al cuadrado entre las dos partículas cuando se alcanza el punto de equilibrio eléctrico frente al magnético (**Cuadro 1**), y luego se dirigen en espiral la una hacia la otra y finalmente se encuentran para convertirse en varios estados fotónicos.

Incluso en una configuración de positronio con espín magnético paralelo, cuando se alcanza el punto de equilibrio eléctrico/magnético, también es bastante comprensible que a esta distancia de equilibrio tiendan a cambiar fácilmente a una alineación de espín magnético antiparalelo, como siempre hacen dos imanes incluso a nuestro nivel macroscópico en circunstancias similares, ya que la alineación magnética antiparalela es un estado de mínima acción en comparación con la alineación magnética paralela, y luego se acercan la una a la otra en una espiral hasta que colisionan, siendo el factor clave que permite que las dos partículas se atraigan hasta colisionar que las energías de las dos partículas oscilen exactamente a la misma frecuencia, lo que mantendrá una estricta sincronización antiparalela durante la última etapa del proceso.

Sin embargo, cuando se trata de un átomo de hidrógeno aislado, la situación es muy diferente debido a las enormes diferencias en las frecuencias de oscilación entre el ciclo magnético del electrón cautivo y el de los subcomponentes del protón central, que son mucho más energéticos [15].

Ha llegado el momento de introducir la descripción de la energía portadora de todas las partículas elementales electromagnéticas masivas y cargadas con comportamiento cuasi-puntual. Se sabe que todas las partículas elementales que colisionan con un comportamiento cuasi-puntual, como el electrón, el positrón, el quark arriba y el quark abajo, tienen una masa de reposo fija, cuyas representaciones LC en el modelo tresespacial se detallan en la Referencia [14] para el electrón y el positrón, y en la Referencia [15] para los quarks arriba y abajo.

La velocidad en el espacio de estas partículas depende de la cantidad de energía del momento cinético que poseen en exceso de la energía de la que está hecha su masa momentánea, una masa momentánea a su vez formada por la masa en reposo invariante de la partícula más una contribución complementaria de su energía portadora. En la geometría del espacio tresespacial, se puede demostrar que esta energía portadora permanece separada de la energía que define la masa en reposo invariante de estas partículas, una energía portadora que también tiene la misma estructura LC que la de los fotones electromagnéticos en movimiento libre cuando se combina con la energía que define el incremento de masa relacionado con la velocidad, y que es medible transversalmente y se añade a la masa invariante en reposo de la partícula [4], de ahí el nombre de *fotón portador* que se le puede dar a esta energía portadora, ya que se puede demostrar matemáticamente que si no llevara la masa invariante en reposo inerte de una partícula electromagnética elemental, se movería a la velocidad de la luz, igual que un fotón electromagnético en movimiento libre [16].

El mismo análisis condujo al establecimiento de las ecuaciones LC para los fotones portadores [16], [4], que correlacionan la conclusión de Louis de Broglie sobre la posible estructura electromagnética interna del fotón con la conclusión de Paul Marmet de que el campo magnético de los electrones en movimiento aumenta con el cuadrado de su velocidad [17], y la conclusión de Walter Kaufmann sobre la diferencia entre la inercia transversal y

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

longitudinal de los electrones acelerados a velocidades relativistas [18], Estas tres conclusiones convergen para revelar que la mitad de la energía portadora del electrón se convierte sistemáticamente en masa electromagnética, es decir, en un incremento de masa con la misma característica de inercia omnidireccional que la de la masa en reposo invariante de la partícula transportada, mientras que la otra mitad de esta energía portadora es simplemente la energía de momento tradicional conocida para propulsar la partícula.

A bajas velocidades no relativistas, las inercias transversales y longitudinales de los electrones no revelan ninguna diferencia medible debido a la contribución infinitesimal de estas pequeñas cantidades de energía cinética transversal de *incremento-de-campo-magnético/masa-añadida*, pero esta diferencia se hace claramente medible cuando se alcanzan velocidades relativistas.

En 2003, Paul Marmet consiguió relacionar el aumento de la masa relativista de los electrones en función de la velocidad con el aumento simultáneo de su campo magnético transversal, tal y como puede calcularse a través de la ley de Biot-Savart cuando se cuantifica su parámetro de corriente para dar cuenta de la realidad de la invariancia del elemento de corriente más pequeño conocido para las partículas cargadas elementales en movimiento libre, que es la carga unitaria invariante del electrón [17]. Cálculos específicos demostraron entonces que la energía que representa la diferencia entre la masa en reposo invariante del electrón y su masa incrementada medible transversalmente a cualquier velocidad es siempre igual a la mitad de la cantidad total de energía cinética necesaria para que se mueva a una velocidad determinada, dividido por el cuadrado de la velocidad de la luz, que es exactamente igual a la energía del *incremento del campo magnético* relacionado con la velocidad que se puede calcular a partir de la derivación de Marmet, como se analiza en las Referencias [4] [16] [3] [9].

Dado que esta masa magnética añadida tiene una *inercia omnidireccional* al igual que la masa en reposo invariante del electrón a la que debe añadirse en todos los cálculos destinados a establecer con precisión cualquier trayectoria no rectilínea de los electrones, también puede medirse *de facto* por interacción transversal. Esto deja como único candidato posible para explicar la diferencia entre la inercia longitudinal y la transversal, la mitad de la energía cinética del momento suministrada al electrón, cuya inercia longitudinal puede medirse, pero para la cual no puede medirse ninguna inercia transversal, como lo demuestran los experimentos de Kaufmann, analizados en la Referencia [4].

Esto lleva a la inevitable conclusión de que la mitad unidireccional de *momento* de la energía de un fotón-portador, que impulsa la masa total instantánea del electrón a cualquier velocidad dada, sólo puede ser insensible a cualquier interacción transversal.

Dado que en el modelo tresespacial de la geometría espacial, la inercia omnidireccional es una propiedad exclusiva de la mitad transversal de la energía del fotón portador que oscila en modo LC [4], esto significa que los fotones portadores también tienen un aspecto magnético que oscila entre una presencia magnética nula y una presencia magnética máxima en la frecuencia relacionada con la cantidad total de energía del fotón portador.

Por lo tanto, se puede hipotetizar en esta etapa que la estabilidad observada de la distancia media más probable del protón a la que se estabiliza un electrón cuando se encuentra en el estado básico del átomo de hidrógeno, correspondiente a su distancia media de resonancia axial del protón, podría establecerse mediante una interacción que implique la diferencia de frecuencias de oscilación entre las respectivas energías magnéticas del electrón y del protón.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Según esta perspectiva, cuando el electrón se acerca al protón más que esta distancia media durante su secuencia de resonancia axial, la interacción magnética entre las energías magnéticas de los subcomponentes del protón y del electrón se produciría, por razones que identificaremos más adelante, siempre es *predominantemente repulsivo* hasta el punto de superar siempre la *presión* ejercida hacia el protón por la energía de momento unidireccional del electrón, debido a su propiedad de *siempre-tender-a-permanecer-en-movimiento*, haciendo que el electrón se repela a pesar de esta presión, mientras que si el electrón se desplaza más allá de la distancia orbital media de reposo durante su secuencia de resonancia axial, su componente de energía de momento unidireccional se libera de nuevo para mover el electrón hacia el protón sin que lo impida ninguna *contrapresión* repulsiva, como se muestra en la **Figura 1**, llevándolo así de nuevo hacia el protón, de modo que el movimiento del electrón se estabilizaría generalmente en los alrededores de la distancia media de equilibrio en la que la dispersión estadística de la mecánica cuántica lo sitúa en promedio.

Por supuesto, tal distancia de equilibrio electromagnético sólo podría existir si la interacción magnética media entre el núcleo del átomo y el electrón se volviera siempre predominantemente repulsiva (nunca predominantemente atractiva) cuando el electrón se acerca al núcleo más que su distancia de reposo orbital media conocida.

En este sentido, la estructura dinámica de expansión-regresión esférica del comportamiento magnético de las partículas elementales, que se hace tan evidente en el modelo tresespacial, ¡ofrece una maravillosa sorpresa! A continuación, analizaremos y explicaremos por qué el proceso mecánico por el que las distancias medias de interacción magnética entre nucleones y escoltas de electrones sólo puede llegar a ser predominantemente repulsivo cuando un electrón se acerca a un núcleo más cerca de su distancia media de reposo de mínima acción, lo que sólo puede obligar a los electrones a estabilizarse a determinadas distancias medias de equilibrio de los núcleos atómicos.

Empecemos por hacer un inventario de los diferentes subcomponentes electromagnéticos del átomo de hidrógeno aislado. Para el electrón, estamos tratando con dos cantidades electromagnéticas distintas, la energía de la masa en reposo invariante del propio electrón con su energía de 0,5109989 MeV (**Cuadro 1**) y la cantidad no liberable de energía media de su fotón-portador de 27,2 eV (**Cuadro 2**), cuyo valor varía localmente de forma adiabática con la variación de la distancia entre el electrón y el protón y que se induce permanentemente a exactamente este valor cuando el electrón se encuentra precisamente a la distancia orbital media de reposo del protón durante su secuencia de resonancia axial. Como una primera aproximación será suficiente para explicar la mecánica de equilibrio, procederemos teniendo en cuenta sólo el campo magnético del electrón, ya que el campo magnético de su fotón-portador es relativamente despreciable.

Cuadro 2: Energía de los fotones portadores de los componentes con comportamiento casi puntual masivos del átomo de hidrógeno.

Partícula	Energía	Referencia
Fotón-portador a la distancia orbital media en reposo	27.2 eV (Exacto)	Équation (10)
Fotones-portadores de los quarks arriba y abajo en el protón	310.457837 MeV (Aproximado)	[15]

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

En cuanto al protón, la situación es mucho más compleja y algo inesperada. Dado que el ángulo relativo de paralaje del diámetro del protón puede hacer que parezca cuasi-puntual percibido desde la ubicación del electrón, dada la distancia media entre su orbital de reposo y el protón, se puede considerar que se aplica la Ecuación (1) para la interacción magnética de los campos lejanos, pero cada ciclo de las frecuencias de los 6 componentes individuales del protón seguirá, no obstante, interactuando individualmente con las del electrón y su fotón-portador.

Aunque las energías contenidas en las masas en reposo de los quarks arriba y abajo son, respectivamente, 1,1497475 MeV para cada uno de los quarks arriba y 4,5989902 MeV para el quark abajo solo (**Cuadro 1**), según se determina en la Referencia [15], la energía no liberable de cada uno de sus tres fotones portadores es igual a 310,457837 MeV según se determina en la misma referencia (**Cuadro 2**), lo que representa unas 300 veces más energía que la de las masas en reposo de las partículas que portan. Esto significa que son los campos magnéticos de los tres fotones portadores de los quarks los que interactúan más fuertemente con el electrón, ¡mientras que la energía de las masas en reposo de los propios quarks es despreciable respecto a la interacción con el electrón en su órbita!

La contribución menor de los quarks de valencia arriba y abajo al espín magnético del protón se demostró efectivamente en 1995 en la instalación SLAC, lo que es coherente con esta conclusión del modelo tresespacial.

8. Dependencia del "crecimiento relativista de masa" a la velocidad, versus dependencia del "crecimiento adiabático de masa" a la energía portadora

Antes de seguir adelante, hay que aclarar un punto en particular, relativo a la supuesta dependencia de cualquier aumento relativista de la masa de un electrón con respecto a la velocidad. Cuando un electrón se mueve libremente, su aumento momentáneo de masa relativista puede considerarse realmente como dependiente de la velocidad, pero hay que subrayar que este análisis del estado de resonancia axial estable del electrón en el átomo de hidrógeno, revela que esta velocidad depende ella misma de la existencia física previa de la cantidad de energía portadora de momento que el electrón posee en exceso de la energía que compone su masa invariante en reposo, y que la cantidad de energía transversalmente oscilante que explica físicamente el aumento relativista de la masa implicada también se induce simultáneamente con esta cantidad de energía cinética del momento por la interacción de Coulomb, de modo que *sólo puede seguir induciéndose en función del recíproco de la distancia que separa al electrón del protón, aunque la velocidad del electrón hacia el protón se vea obstaculizada*, debido a la naturaleza permanente de la interacción de Coulomb entre las partículas elementales cargadas [4].

Así, este análisis revela que en estos casos, al igual que en el caso de los electrones en movimiento libre, este aumento de la masa *depende directamente del nivel de energía portadora*, y no de la velocidad en realidad, aunque esta última expresión no es realmente engañosa cuando se refiere a un electrón en movimiento libre, ya que la velocidad en sí misma depende de que el equilibrio electromagnético local permita expresar la velocidad o no. Por lo tanto, siempre que se mencione la dependencia de la velocidad en referencia a la masa relativista o al incremento de la masa relativista de las partículas elementales cargadas, debe tenerse en cuenta el aspecto más fundamental de su *dependencia en la energía portadora* de la relación.

9. Correlación de las frecuencias de los componentes del átomo de hidrógeno

Para simplificar la demostración, supongamos que el electrón está cautivo en el orbital en reposo *de un átomo de hidrógeno aislado* y es libre de moverse a la velocidad relativista permitida por el componente de momento de la energía cinética de su fotón-portador cuando su movimiento hacia delante no tiene impedimentos, en cuyo último caso esta energía de momento cinética aplicaría una presión equivalente en su dirección vectorial de aplicación.

Determinemos ahora el número de veces que la componente de energía magnética invariante de la masa en reposo del electrón oscila de presencia cero a su presencia máxima y de vuelta a presencia cero durante una órbita teórica completa alrededor del protón en ese átomo de hidrógeno aislado a su distancia orbital media del protón. La distancia precisa entre el núcleo y esta órbita media teórica es muy conocida porque es el radio de Bohr $a_0 = 5,291772083E-11$ m, lo que da una longitud de órbita completa de $2\pi a_0 = 3,32491846E-10$ m.

Dado que la velocidad relativista que tendría el electrón en dicha órbita es de 2187647,56821 m/s, el tiempo necesario para completar una órbita será de 1,51986E-16 s. Como la frecuencia de la energía que constituye la masa en reposo del electrón es de 1,235589976E20 Hz, esta energía realizaría 18 779,23781 ciclos mientras se completa una órbita.

Por otro lado, en el modelo tresespacial, la energía no liberable de cada fotón-portador de los quarks arriba y abajo del protón es de 310,457837 MeV, como se calcula en la Referencia [15], lo que da un valor en julios de 4,974082389E-11 j correspondiente a una frecuencia de 7,506837869E22 Hz. Así, por cada órbita del electrón, la energía de cada fotón-portador de uno de los quarks tendrá su ciclo 11 409 342,2 veces. Esto significa que durante cada ciclo magnético completo de la energía de la masa en reposo del electrón, la energía de cada fotón-portador de cada quark tendrá su ciclo 607,5508878 veces.

Veamos ahora la **Figura 2** que muestra un segmento arbitrario de la órbita, correspondiente a 6 de los 18 779,23781 ciclos que la energía magnética del electrón realizará durante una órbita, con un segmento más aislado que representa una ocurrencia de la presencia magnética del electrón.

La secuencia superior de la **Figura 2** representa el desplazamiento axial del electrón alrededor de su distancia media al núcleo, correspondiente al rango de volumen corregido y limitado que la ecuación de onda de Schrödinger original debía representar teóricamente (véase la Referencia [3]) para representar correctamente la realidad física (**Figura 3**). La secuencia central representa la variación de la intensidad de la *presencia magnética* de la energía de la masa en reposo del electrón durante cada uno de sus ciclos. La secuencia inferior representa las 607.5508878 variaciones de intensidad de la *presencia magnética* de la energía de los fotones portadores del núcleo que se producen durante cada ciclo magnético del electrón.

Por supuesto, las intensidades (y el número de ciclos por segundo para el protón) no se representan a escala, ya que la energía de cada fotón-portador de un quark es unas 600 veces la del electrón, y que 2 de los 3 fotones-portadores del protón sólo pueden estar siempre en alineación paralela de espín magnético por estructura con respecto al tercero.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

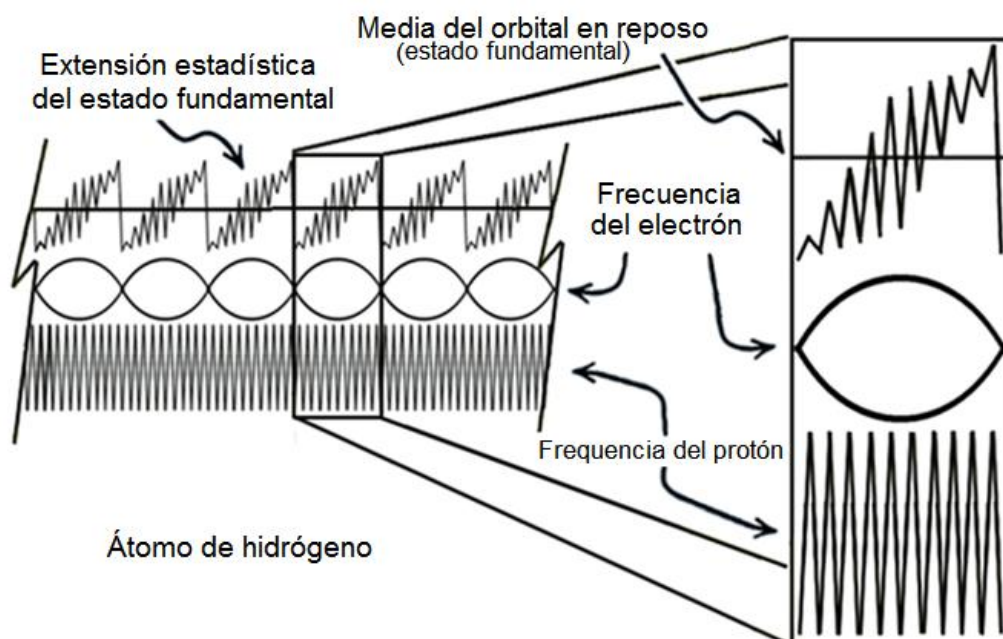


Figura 2: Representación de las frecuencias conflictivas de los campos magnéticos del átomo de hidrógeno.

Por razones de simplicidad, ignoraremos aquí la obligada deriva magnética de la energía no liberable de los fotones-portadores de los quarks, inherente al hecho de que estén situados tan cerca unos de otros, una deriva que sólo puede aumentar la *presencia magnética* de las partículas implicadas en cada ciclo, como se analiza en la Referencia [19] en relación con el momento magnético *supuestamente anormal* del electrón.

Mirando el segmento aislado en la **Figura 2**, se puede visualizar fácilmente que al principio de la fase de expansión de la presencia magnética de la energía oscilante del electrón, que tiene muy poca inercia con respecto al núcleo, el electrón será repelido según la ley de interacción magnética inversa del cubo a una cierta distancia debido a la intensidad de la presencia de la energía magnética del núcleo que aumenta hacia su máximo durante la primera parte del primero de los 607 ciclos de este último, que se opone (es decir, está en alineación de espín paralelo) a la presencia de la energía magnética del electrón que también está en su fase de aumento mucho más lenta.

También es fácil entender que cuando la presencia magnética de este primer ciclo de la energía del núcleo comienza a disminuir hacia cero después de haber alcanzado su máximo, entonces se convertirá en atractiva, es decir en alineación de espín antiparalela con respecto a la presencia magnética aún creciente del electrón, que habrá una *atracción magnética* entre el campo magnético del electrón y el campo magnético del núcleo durante esta fase de disminución de la energía de espín magnético antiparalelo del núcleo según la ley de interacción magnética del cubo inverso, liberando la *contrapresión* que se aplicó contra la energía de momento unidireccional del electrón, que prevaleció durante la alineación magnética paralela anterior de las esferas magnéticas presentes.

Es en aquel momento cuando se resolverá el enigma, ya que la fuerza magnética obedece a la misma ley de interacción inversa del cubo con la distancia tanto en la atracción como en la repulsión y el electrón se encuentra ahora más alejado del protón que al principio de la fase anterior de aumento magnético de la esfera magnética del protón, entonces esta fuerza actuará más débilmente sobre el electrón al comienzo de la fase de atracción que al

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

comienzo de la fase de repulsión anterior, es decir, en el preciso momento en que la alineación relativa de los espines pasa al modo de atracción antiparalela.

Por lo tanto, habrá *una imposibilidad física por estructura* para que el electrón sea devuelto a la distancia que estaba al principio de la fase anterior de aumento de la presencia magnética de la energía magnética del núcleo, porque la duración de las fases de atracción y repulsión es la misma. Y la misma situación se reproducirá para cada uno de los 606 ciclos restantes de presencia magnética de los fotones-portadores del núcleo.

Esto sólo puede dar lugar a un movimiento progresivo de alejamiento del electrón del núcleo, consistente en movimientos axiales de ida y vuelta muy precisos hasta que la intensidad de la presencia magnética del electrón sea demasiado baja y acabe cayendo momentáneamente en cero, momento en el que habrá desaparecido toda interacción magnética entre el electrón y el protón, el electrón se moverá libremente hacia el protón, obedeciendo en adelante sólo a la componente unidireccional de la energía cinética del momento presente en el sistema, es decir, la energía del momento del fotón portador de electrones, cuya propiedad de *siempre-tender-a-permanecer-en-movimiento* está libre para hacer que se mueva de nuevo hacia el protón, hasta que la intensidad de la presencia magnética de la energía del electrón vuelva a ser suficiente al comienzo de la siguiente fase creciente de su ciclo magnético, de forma que la interacción magnética repulsiva empiece a dominar de nuevo de forma preponderante cada vez que el electrón se acerque al núcleo más cerca que la distancia media de la órbita de reposo.

Así, este proceso de variación cíclica de la distancia de equilibrio electromagnético entre el núcleo y el electrón no puede sino obligar al electrón a desplazarse axialmente de forma continua para ocupar progresivamente todas las localizaciones físicamente posibles de la distribución estadística que debía cartografiar el volumen de espacio que Schrödinger quería representar con su ecuación de onda inicial, pero con la restricción de que esta propagación está obligatoriamente limitada al único conjunto de lugares permitidos por la inercia del electrón en relación con las secuencias de aceleraciones y deceleraciones axiales que sufre, mientras se mantiene de forma estable a una distancia media del núcleo correspondiente a la distancia orbital media del estado básico del átomo de hidrógeno por la presión opuesta que opone permanentemente la energía del momento cinético del fotón-portador del electrón y la interacción magnética predominantemente repulsiva que se acaba de analizar.

En resumen, el rango probabilístico de posibles ubicaciones del electrón en movimiento en un átomo de hidrógeno aislado se representa tradicionalmente mediante esta forma de la función de onda :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi|^2 dx dy dz = 1 \quad (2)$$

que representa la diferencia estadística como teóricamente hasta el infinito. Pero para tener realmente en cuenta los límites impuestos por la inercia del electrón durante las secuencias cíclicas de aceleración y desaceleración axial, la Ecuación (2) debería entonces modificarse a la siguiente forma para reflejar mejor la realidad física:

$$\int_{-d}^{+d} |\psi|^2 dx dy dz = 1 \quad (3)$$

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

con referencia a la **Figura 3**, donde B representa la distancia orbital media. En la Ecuación (3), d representa la mayor distancia con respecto a la distancia media de equilibrio que este factor limitante impone al electrón localizado en movimiento; $-d$ se refiere al radio r y $+d$ al radio R .

En el límite, cuando no se aplica ninguna fuerza externa, este rango estadístico debería tender a limitarse a una banda axial bidimensional que rodea el núcleo, con el conjunto más probable de posiciones concentradas radialmente alrededor del radio orbital medio.

Pero, por supuesto, dadas las interacciones con la materia circundante, en la realidad física, esta banda se extenderá probablemente en el límite a un volumen tridimensional limitado por las superficies de dos esferas concéntricas cuyos radios interno y externo son respectivamente r y R . Es, por tanto, dentro de este volumen exclusivamente donde debe aplicarse la condición de normalización, resultando físicamente imposibles todas las demás posiciones en el espacio, a menos que se suministre más energía al electrón.

Obsérvese también que incluso si los electrones pueden ser inmovilizados traslacionalmente en sus orbitales por estados de equilibrio electromagnético que implican interacciones con otros electrones o átomos, la misma oscilación axial debida a la interacción repulsiva eléctrica vs. magnética seguirá ocurriendo estructuralmente.

La estructura de anillos orbitales predicha por este análisis (**Figura 3**) es fácilmente reconocible en las proyecciones grabadas durante un experimento realizado por Stodolna et al. en 2013, que muestra anillos claramente separados correspondientes al orbital de mínima acción del electrón y los orbitales metaestables más distantes sobre los que se cree que el electrón ha saltado repetidamente durante este experimento con un átomo de hidrógeno aislado. Este artículo, titulado "*Hydrogen Atoms under Magnification: Direct Observation of the Nodal Structure of Stark States*" (*Átomos de hidrógeno bajo ampliación: observación directa de la estructura nodal de los estados de Stark*) se señala como referencia [20].

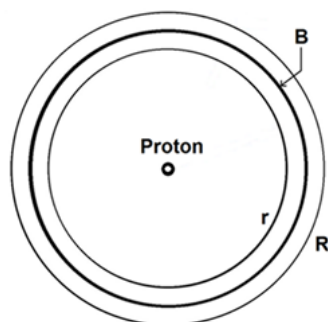


Figura 3: Extensión estadística máxima de las posiciones posibles del electrón en el orbital de mínima acción de un átomo de hidrógeno aislado.

Ahora que se ha puesto en perspectiva brevemente la mecánica de equilibrio electromagnético del átomo de hidrógeno, cuya mecánica completa se desarrolla en la Referencia [3], ha llegado el momento de analizar el caso de la primera vez que un electrón recién creado se acelera para alcanzar dicho estado de equilibrio estacionario estable de máxima entropía alrededor de un protón para formar un átomo de hidrógeno.

10. La creación de partículas elementales con comportamiento cuasi-puntual

Ahora que se ha correlacionado el Principio de Conservación con los procesos adiabáticos naturales, que se ha relacionado el Principio de Mínima Acción y la entropía con los estados de equilibrio electromagnético de acción estacionaria natural a nivel atómico, y finalmente que se ha analizado sumariamente la estabilidad de los estados de equilibrio electrónico en los átomos, la siguiente cuestión a considerar es el origen de esas partículas elementales con comportamiento cuasi-puntual que se sabe que son estables, masivas y con carga eléctrica, a saber, el positrón, el electrón, el quark arriba y el quark abajo, siendo estos tres últimos los únicos elementos estables y colisionables con comportamiento cuasi-puntual de todos los átomos que existen.

Primero abordaremos el caso de los electrones y de los positrones.

En un artículo anterior, se analizó brevemente la forma en que se pueden crear fotones electromagnéticos en la Referencia [4] y se explicó la mecánica de su emisión y absorción desde la perspectiva tresespacial en la Referencia [9]. También está bien establecido que los electrones y positrones pueden crearse a partir de la desestabilización de fotones electromagnéticos con un nivel de energía mínimo de 1,022 MeV [14].

En 1933, Blackett y Occhialini demostraron experimentalmente que los fotones electromagnéticos sin masa con una energía de 1,022 MeV o más, subproductos de la radiación cósmica, se convierten espontáneamente en pares masivos de electrones/positrones cuando rozan los núcleos atómicos [21], un proceso que se denominó materialización.

Además, un equipo dirigido por Kirk McDonald confirmó con el experimento #e144, realizado en 1997 en el Acelerador Lineal de Stanford, que al converger dos haces de fotones suficientemente concentrados en un único punto del espacio, uno de los cuales que contiene fotones electromagnéticos sin masa superior al umbral de 1,022 MeV, se crearon pares masivos de electrones/positrones sin ningún núcleo atómico en las proximidades [22].

También se demostró exhaustivamente que los positrones y los electrones son completamente idénticos, excepto por el signo de sus cargas, teniendo ambas partículas exactamente la misma masa invariante en reposo de $9,10938188E-31$ kg, o $0,511$ MeV/c², que es exactamente la mitad de la energía del fotón de mínima energía que puede convertirse en un par de estas partículas. Cuando un fotón que se convierte tiene más de este umbral de energía de 1,022 MeV, el exceso de energía determina directamente las velocidades relativas en direcciones opuestas de las dos partículas en el espacio después de la materialización ([23], p. 174).

Por supuesto, no hace falta decir que la mayoría, si no todos, de estos eventos de formación de parejas no ocurren en la distancia orbital de reposo de mínima acción desde un núcleo convenientemente disponible de hidrógeno ionizado (un protón), especialmente en casos similares al proceso confirmado por el estudio de Kirk McDonald et al. aunque se registró un caso en la cámara de burbujas del laboratorio FERMILAB durante el experimento E632 de un positrón que colisionó directamente con un electrón (punto A en la **Figura 4**), cuya doble conversión a un solo fotón de 1,022+ MeV se comprobó por su casi inmediata reconversión a un par electrón-positrón (punto B en la **Figura 4**).

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

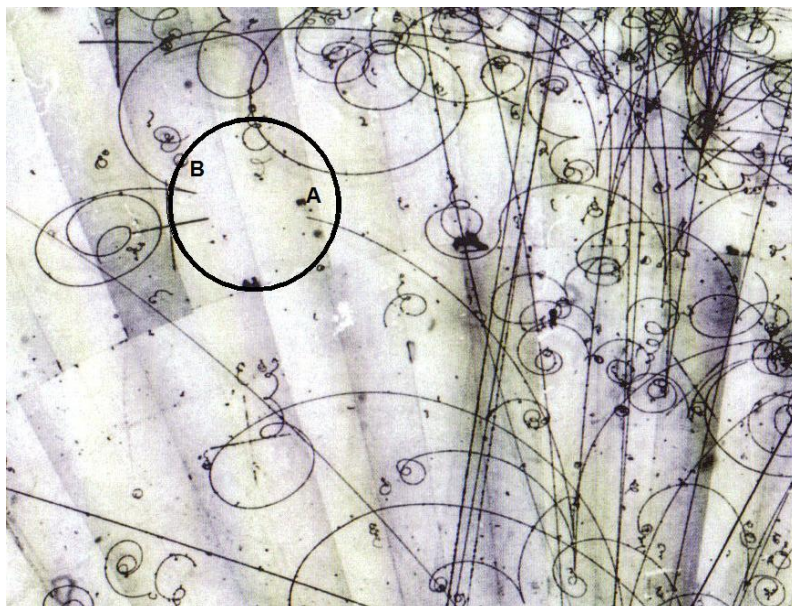


Figura 4: Foto de la cámara de burbujas del experimento FERMILAB E632.

En el universo en general, la principal fuente de fotones con una energía de 1,022 MeV o más que podemos detectar proviene del llamado *rayo cósmico*, que en realidad está formado principalmente por protones extremadamente energéticos que se mueven a velocidades cercanas a la de la luz. Cuando estos protones de alta energía colisionan con núcleos atómicos en la atmósfera o en la superficie de nuestro planeta, como observaron Blackett y Occhialini, parte de su energía cinética se libera en forma de fotones libres de alta energía debido a la repentina ralentización de estos encuentros, lo que se conoce como *radiación de Bremsstrahlung*. Otras fuentes conocidas son los rayos gamma procedentes de la desintegración radiactiva y de la actividad en la corona solar [24] [25].

Esto significa que los electrones creados en estos sucesos de creación de pares, si sobreviven a la prueba de su creación sin recombinarse con sus positrones compañeros para reconvertirse en fotones electromagnéticos sin masa y de movimiento libre, serán finalmente atraídos por protones por primera vez en su existencia individual para formar átomos de hidrógeno, mientras que sus positrones compañeros se reconvertirán en energía recombinándose con otros electrones cercanos, se fijarán en su orbital de equilibrio de acción estacionario mínima con sus 27,2 eV de energía adiabática no liberable inducida por la fuerza de Coulomb, y liberarán cada uno un primer fotón electromagnético de 13,6 eV según la mecánica descrita en la Referencia [9], que libera la energía de momento que han acumulado durante su aceleración hacia el protón, sin que esta energía les haya sido proporcionada por el entorno.

Se podría argumentar aquí que para alejarse de la posición del par creado, el electrón debe poseer ya cierta energía de momento, consistente en la mitad de la energía que poseía el fotón madre, además de la cantidad mínima de 1,022 MeV que se convirtió en las masas de las dos partículas recién creadas.

El hecho es que nada de esta energía de traslación residual del fotón madre se ha gastado para arrancar este nuevo electrón de ningún protón. También sabemos que no se realiza ningún trabajo durante estos procesos de producción de pares, ya que se ha comprobado experimentalmente que la suma de las energías que componen el electrón y el positrón recién creados más la energía del momento traslacional residual que hace que se

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

alejen el uno del otro es exactamente igual a la energía contenida en el fotón madre antes de la conversión [14].

Esto significa que un electrón recién creado acabará acelerando por sí mismo por primera vez en su propia existencia, se estabilizará con una nueva cantidad de energía inducida adiabáticamente y no liberable de 27,2 eV cuando alcance el orbital de mínima acción de un átomo de hidrógeno, y finalmente liberará una cantidad de 13,6 eV de nueva energía, para un gran total de 40,8 eV que nunca ha sido compensado por una cantidad equivalente de trabajo previamente gastado.

Este caso es un ejemplo de *una secuencia inicial de aceleración adiabática irreversible* de un electrón recién creado, porque para siempre después habrá que suministrar reversiblemente 13,6 eV de energía a este electrón para que escape del protón antes de que vuelva a reaccelerar de forma natural y vuelva a reacumular esta cantidad de energía, que se liberará de nuevo cuando sea recapturado en el orbital de reposo de un protón, mientras se restaura con el cuanto de energía adiabático no liberable inducido por la fuerza de Coulomb de 27,2 eV.

Con toda probabilidad, entonces, la secuencia de aceleración adiabática inicial e irreversible de dicho electrón recién creado hacia su primer estado fundamental de mínima acción no estaría, por definición, sujeta al Principio de Conservación de la Energía, que por tanto no podría violar, ya que cumple todos los criterios de un proceso adiabático irreversible, considerando que todos los procesos que se ha demostrado que obedecen al Principio de Conservación son reversibles.

Un punto de interés particular en relación con este primer fotón electromagnético de 13,6 eV emitido por un electrón recién creado que se estabiliza por primera vez en el estado básico de un átomo de hidrógeno, es que incluso si este electrón se reconvirtiera al estado de fotón electromagnético al interactuar demasiado estrechamente con un positrón en movimiento libre, La energía de este primer fotón Bremsstrahlung de 13,6 eV emitido inicialmente seguiría existiendo en el universo, lo que parece confirmar una antigua hipótesis según la cual la cantidad total de energía en el universo sólo puede aumentar con el tiempo.

Además, si más tarde, durante los procesos posteriores habituales de liberaciones y recapturas repetidas, ocurriera que este electrón se estabilizara en una capa electrónica que requiriera más energía de la que había alcanzado incluso una vez antes, entonces, por definición, la cantidad de energía adicional en cuestión, necesaria para alcanzar por primera vez este estado de equilibrio electromagnético de acción estacionaria más energética, que sería inducida por esta nueva secuencia de aceleración adiabática adicional inicial irreversible, tampoco estaría sujeta al Principio de Conservación sin violarlo.

Evidentemente, esto será así hasta el orbital interno más energético que puede alcanzar naturalmente un electrón hacia los núcleos atómicos más densos que existen en la tabla periódica de los elementos.

¿Qué es la aceleración, en realidad?

Antes de analizar más a fondo este caso y abordar el caso de los quarks arriba y abajo, aclaremos ahora la mecánica real de la aceleración natural en caída libre de las partículas elementales cargadas, durante la cual la energía cinética de una partícula cargada aumenta, un proceso que, por supuesto, sería el mismo para *la secuencia inicial de aceleración adiabática irreversible* de un electrón recién creado y para la aceleración natural de un electrón que ha sido previamente expulsado de un protón, cumpliendo este último caso todos los criterios de

un proceso adiabático reversible con respecto a la energía no liberable del 27,2 eV, y todos los criterios del Principio de Conservación, con respecto a sus 13,6 eV de energía liberable.

11. Definición de la aceleración

Qué mejor manera de aclarar tal cuestión que dar un ejemplo práctico, que también se aplica a todos los casos posibles de aceleración en caída libre, entendiéndose aquí por caída libre *el estar sometido a una fuerza que actúa en función del cuadrado inverso de la distancia decreciente que separa las partículas elementales cargadas masivas en oposición, que induce energía cinética en estas partículas cargadas en función del inverso de la distancia decreciente que las separa*, como la fuerza de Coulomb o la fuerza gravitatoria [9].

Reflexionemos por un momento sobre el concepto de fuerza, que a menudo se considera axiomáticamente *que no puede moverse más rápido que c o que sólo puede moverse a c* .

Debemos considerar que la fuerza de Coulomb, cuya acción entre cualquier par de partículas cargadas puede ser verificada, y cuya naturaleza y origen son todavía un enigma que ha sido analizado en profundidad en la Referencia [26], se sabe que está en acción continua, infinitesimalmente progresiva, decreciente o creciente entre todas las partículas cargadas del universo, según se considere que las cargas se repelen o se atraen, según el cuadrado inverso de las distancias que separan a todas las partículas cargadas, independientemente de la amplitud de estas distancias, lo que significa que la fuerza como tal *no se mueve* entre ellas, sino que *está permanentemente presente* por estructura entre todas las partículas cargadas.

Sin embargo, sabemos que la fuerza de Coulomb es la causa de la aceleración de las partículas cargadas que se acercan o alejan unas de otras; o más precisamente, *es la causa de la inducción de energía cinética en las partículas cargadas*, al menos una parte de la cual se dirigirá unidireccionalmente como energía cinética de momento hacia otra partícula cargada de signo eléctrico opuesto (*atracción aparente*), y en sentido contrario para una partícula cargada del mismo signo eléctrico (*repulsión aparente*), que es la energía cinética de momento que se manifiesta naturalmente impulsando las partículas a velocidades mensurables cuando las tensiones electromagnéticas externas no impiden parcial o incluso totalmente la expresión de estas velocidades.

Esto significa que no es la fuerza en sí la que se mueve, estando en acción permanente por la estructura, sino que es la energía cinética inducida por la fuerza la que tiene una velocidad limitada, menor que c para la energía cinética inducida en las partículas cargadas masivas, y c para las cantidades de energía cinética de momento traslacional liberada en forma de fotones electromagnéticos en movimiento libre, cuando las partículas cargadas masivas bajo aceleración son detenidas repentinamente en su movimiento al ser forzadas a estabilizarse en un estado de equilibrio electromagnético reversible de mínima acción [9]. El papel que juega la componente de energía cinética del momento traslacional con respecto a la velocidad de las partículas elementales cargadas se analiza en las referencias [4] [16].

Consideremos un electrón en movimiento libre que acaba de aparecer por la producción de un par electrón-positrón a partir del desacoplamiento de un fotón electromagnético de 1,022 MeV [14], es decir, un electrón en movimiento libre que ahora será atraído por primera vez en su existencia por un protón para formar un átomo de hidrógeno.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

La ecuación de Coulomb revela que en el radio de Bohr ($r_0 = 5,291772083E-11$ m), que también corresponde a la distancia media de estabilización más probable del protón que puede calcularse a partir de la dispersión estadística de la función de onda en la Mecánica Cuántica, se induce permanentemente una cantidad de energía cinética no liberable exactamente igual a 27,2 eV a esta distancia específica del protón:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_0} = 4.359743805 \text{ E} - 18 \text{ J} \quad (\text{sea } 27.2 \text{ eV}) \quad (4)$$

La misma cantidad de energía también puede calcularse integrando toda la energía cinética que el electrón acumula durante su aceleración para alcanzar el orbital de reposo del protón (véase la Ecuación (10) a continuación), incluyendo la parte de esta energía cinética que se convierte en un incremento de masa relativista transversalmente medible que puede relacionarse con la velocidad relativista a la que un electrón se movería libremente al ser inducido con esta cantidad de energía [16].

En nuestro nivel macroscópico, la cantidad total de energía cinética que anima a un cuerpo puede confirmarse experimentalmente sólo de forma indirecta, calculando la energía cinética que el cuerpo libera longitudinalmente cuando se le obliga a entrar en reposo tras ser alimentado con esta energía, dejando sólo la energía que constituye la masa de reposo del cuerpo (su masa antes de que se le proporcione la energía para moverse a su velocidad en el punto de impacto), ya que comunica al blanco toda la energía cinética de momento que poseía en exceso de su masa de reposo.

Este proceso también es válido para el electrón que está en proceso de ser capturado en un estado de equilibrio electromagnético en el orbital medio de un átomo de hidrógeno, a excepción de que en dicho estado estable natural, el electrón es incapaz de comunicar de forma medible toda la energía cinética que posee en exceso de su masa en reposo.

La ecuación clásica utilizada para calcular la energía en exceso de la masa en reposo de un cuerpo o partícula para velocidades no relativistas es la conocida ecuación establecida por Newton $E_k = (m_0v^2)/2$, ecuación que omite la parte que se convierte en un incremento de masa relativista momentáneo, que es infinitesimal para velocidades tan bajas, y cuya identificación ha sido permitida por la derivación de Marmet, cuyo análisis completo se ha realizado en las Referencias [3] y [9], y más precisamente con $E_k = m_0c^2(\gamma - 1)$ cuando se alcanzan velocidades relativistas, ecuación que ha sido desarrollada a principios del siglo XX a partir de los trabajos de H. A. Lorentz [27], que tiene en cuenta la cantidad de energía cinética adicional necesaria para propulsar a esta velocidad la masa relativista total momentánea que posee en el momento en que se detiene, y que es suficiente para propulsar la suma de la masa en reposo invariante del electrón más el incremento de masa magnética transversal medible que aporta su fotón-portador, aunque la comunidad de físicos no pudo identificar esta última cantidad a principios del siglo XX, como se analiza en la referencia [26], ya que esta identificación sólo fue realizada por Paul Marmet en 2003, es decir, cien años después ([17], Ecuaciones 1 a 26). Pero ninguna de las dos ecuaciones incluye la energía cinética que se convierte en este incremento momentáneo de masa relativista:

$$\int F dt \quad (5)$$

En el primer caso, la ecuación proporciona valores utilizables para todas las velocidades no relativistas que pueden alcanzarse y observarse para cuerpos que se mueven a nuestro nivel macroscópico, alcanzando en el mejor de los casos, según el conocimiento de este autor, unos 60 km/s para los meteoritos más rápidos que se han registrado impactando contra la Tierra, pero da valores erróneos en cuanto el dominio relativista empieza a ser

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

detectable, es decir, unos 2000 km/s, que son velocidades fácilmente alcanzadas y superadas por partículas elementales como el electrón a nivel de magnitud subatómica.

En el segundo caso, la ecuación proporciona valores que pueden utilizarse con precisión para impulsar la masa relativista momentánea (masa en reposo más el incremento de masa relativista relacionado con la velocidad momentánea), que también corresponde al efecto acumulativo de una fuerza medida por su efecto integrado con respecto al tiempo. Esto se comprueba fácilmente utilizando la velocidad no relativista 2187691,253 m/s con la ecuación $E_k = (m_0 v^2)/2$ para calcular la energía de momento traslacional del electrón en la órbita de Bohr :

$$E_k = \frac{m_0 v^2}{2} = 2.17987190 \text{ 4E} - 18 \text{ J (sea 13.60569173 eV)} \quad (6)$$

Y utilizando la velocidad relativista 2187647,561 m/s con la ecuación relativista $E_k = m_0 c^2 (\gamma - 1)$:

$$E_k = m_0 c^2 (\gamma - 1) = 2.179873 \text{E} - 18 \text{ J (sea 13.60569857 eV)} \quad (7)$$

que es la energía del momento traslacional del electrón en el orbital medio del electrón del estado básico en un átomo de hidrógeno aislado.

Se puede observar que los dos valores (no relativista y relativista) están infinitesimalmente cerca el uno del otro debido a que, aunque medible, la velocidad relativista del electrón en este nivel de energía está al principio de la región relativista, Esto explica por qué los valores no relativistas que se pueden calcular a partir del modelo no relativista de Bohr siguen siendo lo suficientemente precisos como para servir de base a todos los cálculos de los orbitales de los electrones, todos los cuales implican niveles de energía que harían que los electrones se movieran en el mismo rango de velocidad si se movieran libremente.

La cantidad doble de energía cinética mencionada en primer lugar, que comprende tanto la energía de momento unidireccional de traslación como la cantidad orientada transversalmente que se convierte momentáneamente en el correspondiente incremento de masa relativista, corresponde en realidad a la expresión $Fr = E = m_0 v^2$, que resulta ser la cantidad de energía que se puede calcular a partir de la ecuación fundamental de aceleración $F = ma$, que se presenta como equivalente a la ecuación de Coulomb (4) en los manuales de primer ciclo, como se describe en la Referencia [23]. Por otro lado, se puede demostrar que todas las ecuaciones de fuerza clásicas son sólo representaciones alternativas de la ecuación de aceleración de Newton $F = ma$ [28].

Esta cantidad es la energía cinética que acumula adiabáticamente una fuerza que actúa en función del cuadrado inverso, medida por el efecto integrado de la fuerza en función del espacio (es decir, de la distancia), ya que la energía cinética es inducida por la fuerza en función de la distancia que separa las partículas, y no en función del tiempo transcurrido:

$$\int F dx \quad (8)$$

Esta última cantidad, que Leibnitz consideraba la verdadera medida de *los efectos de la aplicación de una fuerza* ([23], p.222), que es la definición de la *aceleración*, es el doble de la cantidad de energía cinética de momento (E_k mencionada anteriormente). Por lo tanto, lo que vamos a medir aquí es la cantidad de energía cinética que se acumula por integración en función de la distancia según Leibnitz. La fórmula general de esta relación es, por tanto, la siguiente:

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

$$\int_{r)0}^{\infty} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}, \text{ para su aplicación a la ecuación de Coulomb } \mathbf{F} = k \frac{e^2}{r^2} \quad (9)$$

En intégrant l'équation de Coulomb pour la force électrostatique et en calculant la quantité totale d'énergie cinétique qui s'accumule pendant la séquence d'accélération, y compris l'énergie qui se convertit progressivement en incrément de masse relativiste, avant d'arriver finalement à la distance théorique de l'orbite de Bohr, on obtient:

$$E = \int_{a_0}^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} \cdot d\mathbf{r} = 0 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{a_0} = -4.3597438 \text{ 05 E} - 18 \text{ J} \quad (10)$$

Observamos aquí que la cantidad de 4,359743805E-18 julios (27,2 eV) obtenida corresponde al doble de la energía liberada en forma de un fotón de bremsstrahlung que escapa en la realidad física cuando el electrón se estabiliza en su orbital de mínima acción alrededor del protón. Ahora, ¿por qué la diferencia? ¿Y ¿por qué la cantidad total de 27,2 eV sigue presente en el orbital medio de reposo incluso después de que se haya liberado un fotón de 13,6 eV?

Cuando el electrón llega al orbital de reposo medio, está animado por una cantidad de energía cinética de momento traslacional igual a 13,6 eV orientada vectorialmente hacia el protón, más una cantidad igual de 13,6 eV/c² que se ha convertido gradualmente en el incremento de masa relativista correspondiente a la velocidad durante la fase de aceleración.

Pero como la cantidad de energía inducida por la fuerza de Coulomb a esta distancia del núcleo no puede ser de ninguna manera diferente de 27,2 eV, se puede concluir con fuerza que a medida que la energía cinética del momento entrante de 13,6 eV se descarga como un fotón saliente, una cantidad de reemplazo de 13,6 eV de energía cinética unidireccional de momento de reemplazo deben ser necesariamente inducida sincrónicamente por la fuerza de Coulomb que está en acción permanente, es decir, una energía cuya dirección vectorial se expresará ahora como una presión en función del equilibrio electromagnético local, un proceso cuya mecánica de emisión y reemplazo electromagnético se analiza y describe en la Referencia [9].

La masa total del electrón se estabilizará ahora en el siguiente valor, que consiste en la masa en reposo invariante del electrón más un incremento de masa relacionado con la energía del fotón-portador igual a 13,6 eV/c²:

$$m = m_0 + \frac{E_{(t_0)}}{2c^2} \quad (11)$$

más la cantidad de momento de sustitución recién inducido de energía cinética unidireccional de 13,6 eV.

Se puede comprobar fácilmente que la masa calculada con la Ecuación (11) es exactamente igual a la masa relativista de un electrón localizado que se supone que se mueve a la velocidad relativista de 2187647,561 m/s.

Así, observamos que la secuencia de aceleración generó una cantidad total de 40,8 eV de energía cinética, incluyendo 13,6 eV de momento unidireccional expulsado de manera forzada al llegar al orbital de reposo medio debido a su inercia longitudinal entrante, metafóricamente hablando, como un pasajero expulsado de un coche que choca contra una pared, en la estructura electromagnética interna del fotón-portador, tal y como se analiza en la Referencia [9], con el 27, 2 que permanece inducido estáticamente en el electrón mientras

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

permanezca en este estado estacionario, y que consiste en la mitad del incremento de masa transversal de $13,6 \text{ eV}/c^2$ inducido anteriormente y la mitad de su nuevo momento de sustitución de $13,6 \text{ eV}$ inducido, variando ambas cantidades sólo ligeramente a medida que el electrón se desplaza axialmente a cada lado de la distancia de reposo orbital media del protón dentro del volumen permitido por la desviación estadística, como se ha descrito anteriormente.

Cabe señalar que se sabe que todos los fotones electromagnéticos procedentes del espacio profundo o de procesos locales terrestres han sido emitidos por el mismo proceso de Bremsstrahlung [9], fotones de menor energía, emitidos por los electrones que se desplazan a lugares más cercanos a los núcleos atómicos cuando se desexcitan desde estados excitados metaestables anteriores, lo que incluye la gama de frecuencias visibles, hasta los fotones gamma más intensos emitidos durante la fisión o fusión de núcleos atómicos u otros reordenamientos nucleares. Obsérvese también que todos los fotones emitidos en eventos de colisión cuando las partículas elementales chocan entre sí también entran en la categoría de bremsstrahlung, como cuando los rayos cósmicos, formados principalmente por protones hiperenergéticos procedentes del espacio profundo, como se ha mencionado anteriormente, chocan con átomos o moléculas en la atmósfera terrestre o a nivel del suelo.

12. Relación entre el aumento adiabático de calor con la profundidad en la masa de la Tierra y la compresión de los orbitales atómicos

Ahora podemos poner en perspectiva el hecho de que la cantidad media no liberable de $27,2 \text{ eV}$ de energía que se induce permanentemente en el electrón mientras permanece estabilizado en el orbital natural de reposo de un átomo de hidrógeno se encuentra en una situación ligeramente diferente de la energía inducida por la compresión adiabática en la masa de la Tierra, que se sabe que mantiene permanentemente una temperatura estimada de unos 5100 grados Kelvin en el centro del planeta [2]. También hay que relativizar que el radio de Bohr ($r_0 = 5,291772083\text{E}-11 \text{ m}$) correspondiente al orbital medio de reposo del electrón en el átomo de hidrógeno, es el radio medio del átomo de hidrógeno no comprimido. Y lo mismo ocurre con todos los orbitales estándar calculados en todos los átomos de la tabla periódica [13].

Es en este estadio donde se puede relacionar el aumento adiabático del calor con el aumento de la profundidad dentro de la masa de la Tierra con la compresión de los orbitales atómicos. Está bien establecido que el calor en los líquidos y los sólidos está directamente relacionado con la cantidad de energía en exceso de la energía no liberable que la fuerza de Coulomb induce en los electrones a la discreta distancia a la que el equilibrio electromagnético local les obliga a residir en los átomos.

A presión normal en la superficie de la Tierra, esta excitación excesiva de los electrones en sus orbitales se debe a las transferencias de energía entre los átomos por convección, conducción o radiación. En el caso de una compresión creciente a medida que aumenta la profundidad de la Tierra, ni la convección, ni la conducción ni la radiación pueden ser directamente responsables del aumento de calor inducido por la compresión. Dado que los átomos están en contacto físico en los líquidos y los sólidos, la única causa posible del aumento del calor adiabático con el aumento de la presión en los líquidos y los sólidos en la masa terrestre sólo puede estar relacionada con el acortamiento de las distancias a las que

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

se estabilizan los electrones con respecto a sus respectivos núcleos atómicos a medida que los átomos se comprimen unos contra otros para ocupar volúmenes atómicos más pequeños.

Dado que la energía se induce en las partículas cargadas estrictamente en función de la inversa de las distancias entre ellas, distancias más cortas entre los electrones y los núcleos sólo pueden dar lugar a un aumento de la energía inducida en los electrones a estas distancias más cortas.

Por ejemplo, si un átomo de hidrógeno pudiera estar hipotéticamente en el centro mismo de la Tierra y ser inducido con la energía correspondiente a 5100 °K, se puede calcular fácilmente el radio en el que el electrón sería forzado en dicho átomo de hidrógeno.

Por supuesto, todos estos cálculos son aproximados hasta cierto punto, incluso para los mejores métodos de estimación descritos en la Referencia [2], pero utilizando la energía necesaria para elevar la temperatura de un mol de hidrógeno (H₂) en 1 grado Kelvin, se puede obtener fácilmente una cifra aproximada, aunque muy tosca, para estimar la energía correspondiente del único electrón de un átomo de hidrógeno hipotéticamente situado de tal modo.

Si consideramos que un mol de H₂ tiene una masa de 2,0158 gramos y que se necesitan 28,836 julios de energía para elevar su temperatura en 1 °K, vemos que hay que inducir un exceso de energía de 0,7621 eV en el orbital comprimido de un átomo de hidrógeno hipotéticamente situado en el centro de la Tierra, lo que llevará la energía de su fotón-portador a 27,2 + 0,7621 eV, es decir, 27,9621 eV, lo que, convertido en julios, da 4,480021845E-18 j, frente a 4,359743805E-18 j en el orbital de reposo del átomo de hidrógeno no comprimido en la superficie de la Tierra.

Aislando el radio en la ecuación de Coulomb (véase la Ecuación (4)), y utilizando esta mayor cantidad de energía inducida por la fuerza de Coulomb, obtenemos el siguiente radio acertado para el orbital medio en reposo comprimido del hipotético átomo de hidrógeno situado en el centro de la Tierra:

$$r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{E} = 5.1497E - 11m \quad (12)$$

A comparar con el radio de Bohr no comprimido de 5,291772E-11 m.

Por tanto, podemos imaginar fácilmente cuánto más comprimidos estarán los átomos en el centro de Júpiter, por ejemplo (317,8 veces la masa de la Tierra), o del Sol (333.000 veces la masa de la Tierra), y cuánto más caliente debe estar el centro de estos cuerpos celestes.

Aunque se podría esperar que este calor se propagara con el tiempo por conducción hacia la superficie, se ha demostrado ampliamente que ninguna energía inducida por compresión adiabática puede difundirse por conducción hacia zonas menos comprimidas de la masa terrestre. En efecto, dado que la presión disminuye al disminuir la distancia a la superficie, simplemente se inducirá menos energía en los electrones al aumentar los volúmenes atómicos, ya que las distancias entre los electrones y los núcleos también aumentan en cada átomo al disminuir sus distancias a la superficie.

En todos los experimentos de compresión adiabática realizados en nuestro nivel macroscópico con sistemas aislados, el calor generado en el nivel máximo de compresión disminuye a medida que la presión disminuye y vuelve a la temperatura inicial cuando se restablece la presión inicial, lo que demuestra que el proceso es completamente reversible.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Además, si la presión se reduce aún más, la temperatura en un sistema cerrado se reduce con respecto a la temperatura ambiente. Este descubrimiento ha llevado al desarrollo de varios tipos de sistemas de refrigeración, que permiten liberar el calor de compresión generado cíclicamente en el medio ambiente antes de reducir la presión en un sistema cerrado. Otras aplicaciones útiles son el uso del calor de compresión generado adiabáticamente para activar el encendido del combustible en los motores diesel.

De hecho, incluso la cantidad de energía de 13,6 eV que hay que suministrar para sacar un electrón del orbital de reposo de un átomo de hidrógeno también parece disminuir en cantidad de forma similar a medida que aumenta la distancia entre el electrón y el protón, para llegar teóricamente a cero en el infinito, una cantidad que volverá a acumularse de nuevo cuando ese electrón específico vuelva a acelerar para ser recapturado por un protón.

Si ahora volvemos a examinar el ejemplo de un cuerpo de 1 kg que descansa en la superficie de la Tierra, este cuerpo se encuentra en un estado de equilibrio energético de mínima acción, al igual que la materia en el centro de la Tierra.

Comprendamos ahora que, desde un punto de vista estrictamente electromagnético, este cuerpo de 1 kg, así como la materia de la que se compone el suelo en la superficie de la Tierra, están formados en última instancia sólo por átomos, cuyos elementos constitutivos últimos son los electrones, los quarks arriba y abajo, que son las únicas partículas masivas con un comportamiento colisionable cuasi puntual que se han detectado en las estructuras atómicas, todas ellas con cargas eléctricas. Al estar todas cargadas, resulta evidente en este punto que todas estas partículas con comportamiento cuasi-puntual están permanentemente sometidas a la fuerza de Coulomb, y que esta fuerza estará en acción entre todas estas partículas, que se encuentran entonces en la misma situación que un electrón atraído a un protón por la fuerza de Coulomb.

Si obligamos a este cuerpo de 1 kg a alejarse de la superficie hacia un estado de equilibrio de menor energía, es decir, a una altura de 1 metro como en nuestro ejemplo, proporcionándole los 9,78 julios de energía que las partículas que lo componen acumularon y liberaron inicialmente al llegar a la superficie por primera vez en el pasado desde esta altura de 1 metro, todas las consideraciones anteriormente analizadas llevan a la conclusión de que este 9,78 julios *disminuirán* progresivamente y adiabáticamente a medida que el cuerpo se eleva hacia esta altura de 1 metro, resolviendo que esta energía habrá desaparecido progresivamente *como si se gastara en forma de trabajo*, cuando alcance esta altura.

Cuando el cuerpo queda momentáneamente inmóvil a esta altura de 1 metro, parece difícil no concluir que esta energía se habrá *gastado* por completo. Más precisamente, que el cuerpo se encontrará exactamente con la energía cinética no liberable inducida por la fuerza de Coulomb en acción entre los componentes cargados últimos con comportamiento cuasi-puntual de la masa de 1 kg y los de la Tierra a esta mayor distancia de la Tierra y que se mantendría estable en este valor mientras que el cuerpo permanezca en reposo a esta altura.

Como ya se ha puesto en perspectiva, con respecto al Principio de Conservación de la Energía, cuando el cuerpo de 1 kg vuelve a acelerar hacia la Tierra, todas las mediciones confirman que volverá a acumular exactamente 9,78 julios de energía de momento traslacional, que se liberará al entorno cuando el cuerpo llegue al suelo, ejerciendo ahora de nuevo una presión estática de 1 kg contra la superficie, en un proceso exactamente similar al del electrón que libera 13,6 eV de energía cuando se detiene en un estado de equilibrio electromagnético en el orbital de reposo del átomo de hidrógeno.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

Así, transponiendo el proceso adiabático que se acaba de analizar para el caso del electrón de $9,10938188E-31$ kg de masa, que acumula energía reaccelerándose al estado de equilibrio orbital de reposo en un átomo de hidrógeno, se puede afirmar que durante la fase de reacceleración de la masa de 1 kg, esta masa acumulará en realidad un total de 29,34 julios de energía, es decir, 9,78 julios que liberará, y los 19,56 restantes serán adiabáticamente no liberables, y compuesta por 9,78 julios de energía de momento unidireccional recién reinducida, orientada traslacionalmente hacia el centro de la Tierra y aplicando la *presión* que la masa de 1 kg ejerce ahora contra el suelo, que corresponde a su *peso gravitatorio* [9], y los 9,78 julios restantes convertidos en un aumento de masa de $9,78/c^2 = 1,088171755E-16$ kg, un aumento de masa de 13 órdenes de magnitud inferior a 1 gramo, como se ha mencionado al principio de este análisis.

La manera en la que una tal cantidad de energía adiabáticamente no liberable de 19,56 julios disminuiría al elevar el cuerpo de 1 kg a una altura de 1 metro y luego que se volvería a acumular cuando la masa vuelva a su estado inicial de mínima acción de reposo en el suelo, de una manera idéntica a la de la cantidad adiabáticamente no liberable de 27,2 eV que disminuye cuando el electrón escapa del protón y se reacumula de nuevo cuando se acelera para su recaptura, es lo que lleva a la conclusión de que estos sistemas están involucrados en procesos adiabáticos reversibles.

13. Posibles usos de la energía inducida inicialmente de forma irreversible

Todas estas consideraciones apoyan la idea de que una partícula recién creada, que nunca antes se ha visto obligada a salir de un estado de equilibrio energético más intenso, acumulará adiabáticamente y de forma irreversible, por primera vez en su existencia, la energía necesaria para alcanzar este estado de equilibrio axial más energético desde un estado de equilibrio axial menos energético, o desde el estado inicial en el que se encontraba cuando fue creada.

Ahora bien, ¿qué uso podría hacerse de esta energía recién creada, si se confirman estas conclusiones? De poco sirve, en efecto, en el caso de la energía de un electrón que se estabiliza en el estado fundamental de un átomo de hidrógeno que se acaba de examinar, ya que 13,6 eV de energía apenas equivalen a $2,1798719E-18$ julios, lo que significa que para alcanzar una cantidad de 1 julio, ¡habría que utilizar cien millones de millones de electrones recién creados! ¡El establecimiento de un procedimiento para controlar un número tan astronómico de ocurrencias para obtener un resultado tan pequeño parece totalmente imposible de considerar, dado que se necesitan 9,78 julios para levantar una masa de sólo 1 kg a una altura de sólo un metro sobre el suelo!

La pregunta que se plantea ahora es la siguiente: ¿Podría haber otro estado o estados de equilibrio axial electromagnético de acción estacionaria natural que los electrones pudieran alcanzar y que fueran más energéticos que el estado de equilibrio de acción estacionaria más energético que implica los orbitales de los electrones alrededor de los núcleos atómicos? O, de forma más general, formulada: ¿Cuál es el estado estacionario de equilibrio de acción estacionario axial más energético que puede alcanzar un electrón acelerando adiabáticamente y de forma irreversible en la naturaleza?

Cabe señalar que de todas las partículas que pueblan el Modelo Estándar, sólo se han probado exhaustivamente 4 partículas *masivas* y *estables* de toda la colección, a saber, el electrón, el positrón, el protón y el neutrón, todas las demás partículas masivas de la lista de

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

partículas del Modelo Estándar son estados metaestables fugitivos de energía y masa que liberan rápidamente este exceso de energía durante procesos de degradación bien documentados, y en última instancia siempre dejan atrás una u otra de estas cuatro partículas verdaderamente *estables* y *masivas*, además de fotones electromagnéticos no masivos y neutrinos [28].

Tenemos amplia evidencia experimental de que las únicas partículas elementales cargadas masivas con comportamiento cuasi-puntual que pueden ser creadas directamente a partir de la energía de los fotones son los electrones y positrones que surgen de la desestabilización de fotones con energías de 1,022 MeV o más, por un proceso que involucra una mecánica posible como la analizada en la Referencia [14]. Pero nunca se ha establecido ni probado experimentalmente ningún proceso mecánico preciso que pueda explicar lógicamente cómo se producen los protones y los neutrones.

La única pista experimental real sobre su posible origen proviene de la amplia producción de hadrones más masivos que los electrones y positrones (mesones y bariones, incluyendo protones y neutrones) en numerosos experimentos con haces de electrones y positrones en colisiones en el colisionador SPEAR del Acelerador Lineal de Stanford en la década de 1970 [29].

Esto sugiere la posibilidad de que los quarks arriba y abajo detectados por primera vez entre 1966 y 1968, que se ha determinado experimentalmente que son ligeramente más masivos que los electrones y los positrones [13], podrían ser electrones y positrones que se capturan mutuamente en estas dos posibles configuraciones de tríadas, y luego se aceleran hasta que finalmente se estabilizan axialmente como subcomponentes masivos y cargados con el comportamiento cuasi-puntual de los protones y neutrones, a pesar de que sus masas y cargas fraccionarias verificadas son ligeramente diferentes de la masa y carga del electrón en el caso del quark abajo, por un lado, y de las del positrón en el caso del quark arriba, por otro lado, lo que quedaba por explicar.

Por supuesto, la objeción inmediata a la posible existencia de tal proceso fue que, desde la perspectiva tradicional, el Principio de Conservación de la Energía excluye absolutamente la posibilidad de que tres partículas con una masa de $0,511 \text{ MeV}/c^2$ para una masa inicial total de $1.533 \text{ MeV}/c^2$ podría transformarse en una masa estable de unos $938 \text{ MeV}/c^2$ como las del protón o el neutrón, sin tomar prestada la energía del entorno, un préstamo que los datos experimentales muestran claramente que no se produjo durante los experimentos del SLAC mientras se creaban fugazmente partículas más grandes que los electrones y los positrones de los haces de partículas en colisión. Pero acabamos de ver que el Principio de Conservación nunca se definió para integrar plenamente los procesos adiabáticos que deben intervenir cuando las partículas cargadas pasan de un estado axialmente estable de acción estacionaria a otro, y deja de lado por definición la posibilidad de que los protones y neutrones se produzcan por la interacción de partículas previamente estabilizadas en un estado axialmente estable de acción estacionaria menos energético.

Sin embargo, todos los intentos de desarrollar una mecánica lógica de conversión que encaje dentro de los límites de la geometría espacio-temporal tradicional de cuatro dimensiones que subyace a todas las teorías actualmente aceptadas han sido infructuosos. Sólo cuando se concibió la geometría tresespacial más elaborada del espacio descrita en la referencia [4], tal mecánica de conversión empezó a tener sentido sin dejar de ser coherente con las ecuaciones de Maxwell [15].

Esta mecánica cubre consistentemente todos los procesos desde la generación de fotones electromagnéticos, como se describe en las Referencias [4] y [9], hasta la producción

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

de pares electrón-positrón a partir de fotones electromagnéticos con una energía de 1,022 MeV o más, como se describe en la Referencia [14], y la producción de protones y neutrones a partir de electrones y positrones como bloques de construcción con comportamiento cuasi-puntual, que se capturarían mutuamente en tríadas $e^+ e^+ e^-$ y $e^- e^- e^+$, con energía insuficiente para escapar de sus interacciones mutuas, como se describe en la Referencia [15].

La mecánica propuesta también permite conciliar las diferencias de intensidad de signo de las cargas y las diferencias de masa entre el electrón y el quark abajo, y entre el positrón y el quark arriba, en plena concordancia con procesos ya bien comprendidos [15].

La razón por la que los quarks arriba y abajo se estabilizarían a estas conocidas distancias axiales medias del orden de $1,2E-15$ m desde el centro de las tríadas sólo puede deberse, por supuesto, a la misma mecánica de equilibrio electromagnético previamente aclarada para la estabilidad del orbital del átomo de hidrógeno [3], que implica la interacción de la ley de interacción cuadrada inversa de Coulomb y la ley de interacción magnética cúbica inversa. Esta mecánica se analiza en la referencia [5].

La energía recién creada liberada por cada ocurrencia de dicha nucleogénesis asciende a tres fotones de Bremsstrahlung de 155 MeV cada uno, para un total de 465 MeV, más un aumento de masa estable relativista no liberable de $938 - 1,533 = 936,467 \text{ MeV}/c^2$, para una ganancia total de energía de 1401, 467 MeV, es decir, $1\ 401\ 467\ 000 \text{ eV}$ o $2,245E-10$ julios [15], que es 34,35 millones de veces más energía que los 40,8 eV obtenidos por la aceleración adiabática inicial irreversible de un electrón recién creado al orbital de mínima acción de un átomo de hidrógeno.

En el caso de la creación de nucleones, a diferencia de los 27,2 eV permanentes inducidos en el radio del estado fundamental del hidrógeno, pero que disminuirán si el electrón se aleja del orbital de reposo, la energía/masa no liberable creada durante el proceso de aceleración de $936,467 \text{ MeV}/c^2$ se estabiliza permanentemente en este nuevo estado de equilibrio electromagnético. Por lo tanto, esta energía/masa recién creada queda disponible como energía nueva y permanentemente utilizable en forma de masa. Esto reduce el número de ocurrencias de nucleogénesis necesarias para alcanzar 1 Joule a 4.454 millones.

Esto puede parecer enorme, pero cantidades de partículas del mismo orden de magnitud se aceleran regularmente en aceleradores de alta energía en tiempos bastante razonables. Por ejemplo, la tasa de colisiones en el acelerador LHC alcanza fácilmente los 2400 millones por minuto.

14. Producción de protones y neutrones en la naturaleza

Si los nucleones se han producido, y tal vez se siguen produciendo, en la naturaleza mediante procesos irreversibles de aceleración adiabática en los que intervienen electrones y positrones, ¿no deberíamos haberlo visto ya?

La respuesta es, por supuesto, que sí. Pero como esta posibilidad nunca ha sido considerada seriamente, puede haber sido observada sin haber sido reconocida como lo que realmente era. Por ejemplo, el aumento estable de energía de 200 veces en la corona del Sol en relación con la fotosfera, a pesar de las enormes y constantes pérdidas de energía debidas a las eyecciones de masas coronales (CME) hacia el exterior y los constantes intercambios hacia el interior con la fotosfera del Sol, ha intrigado a los investigadores desde el descubrimiento de la corona [30]. Resulta que el nivel de energía ambiental que se mantendría en dicho plasma, si el proceso aquí considerado se estableciera de alguna manera

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

continúa como una reacción en cadena no explosiva de bajo nivel, se estabilizaría precisamente en el mismo rango de temperatura, como se analiza en la Referencia [24].

Además, el proceso de fusión protón-protón que Gamow hipotetizó, y que se ha supuesto durante 70 años que alimentaba la fusión en las estrellas, nunca pudo reproducirse experimentalmente debido a la insuperable repulsión electrostática entre los protones, una repulsión que se supone superable sólo en el centro de las estrellas debido a la presión y la temperatura que hay allí. Este proceso de fusión nunca ha tenido éxito en ninguno de los intentos experimentales en los que se ha utilizado la presión para forzar la fusión de los protones. De hecho, todos los experimentos de fusión realizados con éxito demuestran que neutrones deben estar presentes para que el proceso funcione.

En realidad, los únicos casos exitosos de reacción en cadena sostenida de fusión de hidrógeno en la Tierra han implicado cantidades masivas de neutrones producidos momentáneamente por la fisión de detonadores (bombas atómicas), durante pruebas experimentales de explosiones de bombas de hidrógeno con motivaciones lamentablemente militares. Por su parte, la génesis de nucleones prevista aquí da lugar a la producción estocástica teórica de tantos neutrones como protones, lo que haría fácilmente reproducible la fusión de facto protón-neutrón-protón.

Entonces es muy posible considerar que la principal fuente de energía en la masa de las estrellas podría ser un proceso de nucleogénesis como el previsto aquí, desencadenando luego la fusión de nucleones que llevaría a la nucleosíntesis de los elementos más masivos, y que incluso podría ser el mecanismo que desencadenara la ignición inicial en las masas de hidrógeno primordial que alcanzaran una presión adiabática central suficiente [25].

Esto lleva a la conclusión de que sería la compresión adiabática que sufren los electrones acompañantes de los átomos a medida que aumenta la profundidad en los cuerpos celestes masivos como las estrellas, cuando llega a ser suficiente en su zona central para que la cantidad de energía inducida en los electrones de los átomos de hidrógeno alcance el umbral de desacoplamiento de 1,022 MeV, que se encuentra a una distancia de unos $0,2E-15$ m del protón.

Sin embargo, el exceso de energía en relación con la masa en reposo de una partícula elemental en movimiento, como un electrón, se ha establecido claramente en la geometría tridimensional como si tuviera las mismas características electromagnéticas que un fotón en movimiento libre, como se analiza en las Referencias [4] [16] [9], con la única diferencia de que en el caso de un electrón en movimiento, este exceso de energía debe *llevar*, por así decirlo, la masa en reposo *omnidireccionalmente inerte* del electrón con el que se asocia, de ahí su nombre de fotón-portador. Por lo tanto, cabe esperar que este portador-fotón, si alcanzara el umbral de 1,022 MeV, también sería susceptible de desacoplamiento [25].

Dado que se ha confirmado experimentalmente que el radio del protón está en el rango de $1,2E-15$ m, esto significa que los fotones portadores de 1,022 MeV de los electrones asociados, situados ahora a unos $0,2E-15$ m del protón en el centro de estas masas protoestelares, se encuentran en la misma circunstancia de rozando de partículas masivas con respecto a sus protones masivos acompañantes que los fotones electromagnéticos de 1,022 MeV que se mueven libremente y cuyo desacoplamiento se confirma en circunstancias similares.

La secuencia completa de ignición de las masas protoestelares a partir del desacoplamiento de los fotones-portadores de los electrones en su centro cuando se alcanza el

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

umbral de ignición de su masa crítica, como se revela en el modelo tresespacial, se analiza en la Referencia [25].

15. Control y uso de la energía adiabática producida por procesos irreversibles de aceleración inicial

No es difícil imaginar lo que sería posible si tuviéramos la capacidad de fabricar protones y neutrones a partir de pares de electrones y positrones generados por el desacoplamiento de fotones electromagnéticos sin masa de energía pura de 1,022 MeV, lo que equivale a fabricar materia a partir de energía utilizando un proceso que es varios órdenes de magnitud más eficiente que los procesos reversibles utilizados actualmente para aprovechar energía utilizable.

Estos procesos nos proporcionarían finalmente un medio sencillo de controlar el proceso de fusión de hidrógeno mediante la producción continua de neutrones térmicos a un ritmo compatible con dicho control, poniendo finalmente a nuestra disposición las enormes cantidades de energía prometidas por la fusión de hidrógeno. Sólo la experimentación revelará si tal proceso de nucleogénesis, si se confirma, puede liberar suficiente energía para convertirse en una fuente primaria de energía utilizable.

La posibilidad más extraordinaria, sin embargo, sería el desarrollo potencial de un motor de nave espacial que expulsara partículas masivas recién creadas a partir de energía electromagnética sin masa, lo que proporcionaría energía suficiente para mantener un empuje continuo, posiblemente hasta el nivel de 1 g, eliminando los problemas de salud asociados a los viajes espaciales inerciales en ingravidez, sin tener que llevar enormes cantidades de combustible; lo que pondría los cuerpos más lejanos del sistema solar a nuestro alcance inmediato, y haría posible el viaje a las estrellas cercanas en el transcurso de la vida humana [25], si se confirma que la masa en reposo de los nucleones varía con la intensidad local del gradiente gravitatorio, utilizando el sencillo experimento propuesto a continuación, lo que sería una revelación ineludible de que en el interior de los nucleones están implicadas velocidades relativistas o, alternativamente, niveles variables de equilibrio electromagnético, entonces la dilatación del espacio-tiempo teóricamente postulada por la Teoría de la Relatividad Especial ya no estaría en cuestión con respecto a la duración de los viajes interestelares [26].

Son posibles dos métodos diferentes de nucleogénesis en función de nuestras capacidades técnicas actuales. La primera consiste en bombardear con un haz altamente colimado de fotones electromagnéticos que tengan la mínima energía posible por encima del umbral de 1,022 MeV, un blanco de material que queda por identificar, eventualmente un segundo haz altamente colimado que intersecte la trayectoria del primer haz, hecho de fotones de 1,022 MeV, protones u otras partículas, lo que produciría cantidades de pares térmicos electrón-positrón que no poseen suficiente energía traslacional para escapar de sus interacciones mutuas, permitiendo la formación de tríadas e iniciando las secuencias iniciales irreversibles de aceleración de tríadas a estados nucleónicos estables.

El segundo método consiste en acelerar electrones (o positrones) a la velocidad mínima de 259.627.884 m/s, que es el 86,6% de la velocidad de la luz, una velocidad fácilmente alcanzable con los aceleradores de alta energía, y/o posiblemente con los nuevos wigglers FEL que están actualmente en servicio en muchos sitios de aceleradores de alta energía, y hacer que se encuentren con un material blanco aún no identificado, posiblemente un haz de electrones que obligaría a sus fotones portadores a 1,021998 MeV para

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

desestabilizarse y formar cada uno un par electrón-positrón dejándolos sin energía traslacional residual para escapar de la partícula que transportan, de modo que el par recién creado forma inmediatamente una tríada aceleradora con la partícula transportada ahora inmovilizada. Los haces de electrones producirían neutrones y los haces de positrones formarían protones.

16. Confirmación experimental

Por último, ¿hay alguna manera fácil de confirmar experimentalmente si los protones y los neutrones se pueden crear de esta manera?

La respuesta es que sí.

Si los protones y los neutrones son en realidad tríadas de electrones y positrones que se han acelerado hasta alcanzar un estado de equilibrio electromagnético estacionario estable en un volumen con un radio de aproximadamente $1,2E-15$ m, esto significaría que la mayor parte de las masas de los nucleones sólo pueden ser de naturaleza relativista, ya que se ha confirmado experimentalmente que la suma de las posibles masas verificadas de los quarks arriba y abajo que constituyen su estructura interna en colisión es de aproximadamente un 2% para el protón y un 2,4% para el neutrón. Véase el **Cuadro 1** y las Referencias [13] y [15].

Esta masa relativista debe entonces relacionarse con las velocidades altamente relativistas y/o los niveles de energía de momento que los quarks arriba (positrones presumiblemente acelerados) y los quarks abajo (electrones presumiblemente acelerados) deben mantener en los radios de giro medios de resonancia axial muy cortos en los que este estado de equilibrio electromagnético les obliga a estabilizarse. Estas *velocidades/niveles-de-energía-portadora* y todos los demás parámetros relacionados se analizan en la Referencia [15].

Dado que estarían implicadas velocidades relativistas o niveles de energía adiabática, esto significa que la masa medible de protones y neutrones dependería directamente de la intensidad local del gradiente del campo coulombiano. Esto significa que la distancia que separa a los 3 quarks cargados eléctricamente dentro de cada nucleón en el núcleo de los átomos situados en el centro de las grandes acumulaciones de materia aumentará dentro del volumen determinado por su escolta electrónica, debido a que los quarks cargados eléctricamente serán atraídos más fuertemente hacia el exterior por la atracción coulombiana en acción a menor distancias entre ellos y los quarks arriba y abajo pertenecientes a los nucleones de los núcleos de los otros átomos que pueblan su entorno inmediato.

Por lo tanto, si pequeñas cantidades de átomos se alejan de una gran masa, esta distancia entre los quarks cargados dentro de sus nucleones sólo puede disminuir en cierta medida debido a la disminución de la fuerza de Coulomb entre ellos y los quarks de los átomos de la gran masa que ahora se encuentran más lejos, según la ley del cuadrado inverso de esta distancia, lo que inevitablemente provocará un aumento de sus velocidades relativistas o nivel adiabático de energía portadora dentro de los nucleones, lo que a su vez provocará un aumento de sus masas medibles.

También significa que los núcleos menos densos, como los de litio o magnesio, por ejemplo, son propensos a que la tasa de contracción de sus nucleones hacia su densidad máxima disminuya más rápidamente que la de los elementos más densos, como el uranio o el osmio, a medida que la intensidad local del gradiente de la fuerza de Coulomb disminuye, ya que contienen menos nucleones en volúmenes del mismo orden de magnitud. En efecto, como se sabe que el diámetro de los átomos más densos, incluidos sus acompañantes

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

electrónicos, es sólo 3 veces el del hidrógeno, la relación entre los de los metales menos densos y los de los más densos será aún menor, lo que significa que los nucleones de los elementos menos densos deberían contraerse más rápidamente que los de los elementos más densos hacia su límite a medida que se alejan de la superficie de la Tierra.

Esto puede verificarse de una manera técnicamente muy sencilla, que ya fue presentada en una propuesta enviada al "*Bureau International des Poids et Mesures*" (BIPM) y al "*National Institute of Standards and Technology*" (NIST), a principios de marzo de 2011. Este experimento también se describe en un artículo publicado en julio de 2013 ([25], sección XIX).

Sólo se necesitaría una balanza a dos platos para llevar a cabo este experimento, en el que se ajustarían dos masas de elementos de densidades lo más alejadas posible en perfecto equilibrio a nivel del suelo, o mejor aún, en el fondo del pozo de la mina más profundo posible. Este conjunto se elevaría entonces en altitud.

¿Por qué no hasta 10 km de altitud, como se hizo para la famosa prueba de Hafele y Keating con relojes atómicos sincronizados en 1971 [31]? Si las tasas de contracción de los nucleones son realmente diferentes para los elementos de baja y alta densidad, como se hipotetiza aquí, el plato que soporta el elemento menos denso debería bajar a medida que aumenta la altitud, mostrando que el elemento menos denso se vuelve más masivo a medida que se aleja de la Tierra que el elemento más denso situado en el otro plato.

Esto probaría más allá de cualquier duda posible que velocidades relativistas variables, y/o niveles de energía portadora adiabática variable, están involucrados en los nucleones, lo que definitivamente daría sustancia a la posibilidad de que los nucleones puedan ser creados por un proceso irreversible de aceleración adiabática inicial como el descrito aquí.

Además de este experimento técnicamente fácil de realizar, también se puede llevar a cabo un experimento que requiere medios técnicos avanzados, que confirmaría directamente si los quarks arriba y abajo de los nucleones son en realidad electrones y positrones cuyas características de masa y carga eléctrica estarían constreñidas a estos estados alterados por las tensiones impuestas por aquellos estados de equilibrio electromagnético de acción estacionaria que son los más energéticos que potencialmente pueden alcanzar los electrones y positrones en la naturaleza.

Ya que la construcción de protones y neutrones a partir de tríadas de electrones y positrones sería por definición un proceso adiabático reversible, exactamente igual que la construcción de un átomo de hidrógeno mediante la captura de un electrón en el orbital de mínima acción alrededor de un protón, y que es posible liberar este electrón dándole la misma cantidad de 13,6 eV de energía de momento traslacional que había liberado cuando se estabilizó, también debería ser teóricamente posible liberar el electrón y los dos positrones cautivos en un protón inmovilizado, haciendo que absorba simultáneamente 3 fotones de energía ligeramente superior a 154,8696007 MeV [15], que es la energía de momento traslacional que cada quark tuvo que liberar cuando se creó el protón.

De forma similar para el neutrón, la absorción teórica simultánea de tres fotones de energía ligeramente superior a 155,2289185 MeV [15] debería liberar al positrón y a los dos electrones cautivos, provocando al mismo tiempo la desaparición, es decir, la reducción a cero, de la energía adiabática no liberable de sus fotones portadores, que habían acumulado al estabilizarse como componentes internos del neutrón, también en este caso.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

En la práctica, sin embargo, teniendo en cuenta la dificultad inherente de producir y guiar con precisión fotones de tal nivel de energía, es posible considerar el uso de un mayor número de fotones cuya suma de energías iguale o supere el umbral de liberación de 465 MeV, que serían absorbidos simultáneamente por un protón blanco inmovilizado, procedente de baterías de láser de alta energía.

El éxito de tal experimento en la liberación de los componentes internos colisionables de un protón en forma de electrones y positrones en movimiento libre, acompañado de la desaparición de la energía adiabática no liberable implicada, sería la prueba física más allá de toda duda de la realidad del proceso descrito en el presente análisis. Es decir, proporcionando una prueba experimental más allá de toda duda de que los quarks arriba y abajo sólo son electrones y positrones cuyas características de masa y carga eléctrica están constreñidas hacia estos estados alterados por las tensiones impuestas por aquellos estados de equilibrio electromagnético de acción estacionaria que son los más energéticos que los electrones y positrones pueden alcanzar potencialmente en la naturaleza.

Conclusión

Dada la relativa sencillez de realización de los experimentos, que podrían confirmar si la primera secuencia inicial de aceleración irreversible de las partículas elementales cargadas de nueva creación con comportamiento cuasi-puntual está sujeta o no al Principio de Conservación, y la fuente de energía potencialmente ilimitada de la que se podría disponer controlando el proceso, se espera que la comunidad física se interese cuanto antes por la realización de estos experimentos.

Bibliografía

- [1] Born, M. & Fock, V. (1928) *Beweis des Adiabatenatzes*. In: Zeitschrift für Physik. Band 51, Nr. 3-4, März 1928, S. 165–180, [doi:10.1007/BF01343193](https://doi.org/10.1007/BF01343193).
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01343193>
- [2] Lowrie, W. (2007). *Fundamentals of Geophysics*, Second Edition, Cambridge University Press.
- [3] Michaud, A. (2018) *The Hydrogen Atom Fundamental Resonance States*. Journal of Modern Physics, 9, 1052-1110. doi: 10.4236/jmp.2018.95067.
https://www.scirp.org/pdf/JMP_2018042716061246.pdf
- [4] Michaud, A. (2016) *On de Broglie's Double-Particle Photon Hypothesis*. J Phys Math 7: 153. doi:10.4172/2090-0902.1000153.
<https://www.hilarispublisher.com/open-access/on-de-broglies-doubleparticle-photon-hypothesis-2090-0902-1000153.pdf>
- [5] Michaud, A. (2013) *On the Magnetostatic Inverse Cube Law and Magnetic Monopoles*. International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 5 (June 2013), PP.50-66.
<http://www.gsjournal.net/Science-Journals/Essays/View/2264>
- [6] Kotler, S., Akerman, N., Navon, N., Glickman, Y., Ozeri, R. (2014) *Measurement of the magnetic interaction between two bound electrons of two separate ions*. Nature magazine. doi:10.1038/nature13403. Macmillan Publishers Ltd. Vol. 510, pp. 376-380.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

http://www.nature.com/articles/nature13403.epdf?referrer_access_token=yoC6RXrPyxwvQviChYrG0tRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0PdPJ4geER1fKVR1YXH8GThqECstdb6e48mZm0qQo2OMX_XYURkzBSUZCrXm8VipvnG8FofxB39P4lc-1UIKEO1

- [7] Feynman, R. (1949) *Space-Time Approach to Quantum Electrodynamics*, Phys. Rev. 76, 769.
<http://authors.library.caltech.edu/3523/1/FEYpr49c.pdf>
- [8] Michaud, A. (2019) *The Mechanics of Conceptual Thinking*. Creative Education, 10, 353-406. <https://doi.org/10.4236/ce.2019.102028>
https://www.scirp.org/pdf/CE_2019022016190620.pdf
- [9] Michaud, A. (2020) *Electromagnetism according to Maxwell's Initial Interpretation*. Journal of Modern Physics, 11, 16-80. <https://doi.org/10.4236/jmp.2020.111003>.
https://www.scirp.org/pdf/jmp_2020010915471797.pdf
- [10] Breidenbach, M. et al. (1969) *Observed Behavior of Highly Inelastic Electron-Proton Scattering*, Phys. Rev. Let., Vol. 23, No. 16, 935-939.
<http://www.slac.stanford.edu/pubs/slacpubs/0500/slac-pub-0650.pdf>
- [11] Michaud, A. (2017) *The Last Challenge of Modern Physics*. J Phys Math 8: 217. doi: 10.4172/2090-0902.1000217.
<https://www.hilarispublisher.com/open-access/the-last-challenge-of-modern-physics-2090-0902-1000217.pdf>
- [12] National institute of Standards and Technology, (NIST), (February 2011).
<http://www.physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>
- [13] Lide DR, Editor-in-chief (2003) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84th Edition 2003-2004, CRC Press, New York. 2003.
- [14] Michaud, A. (2013) *The Mechanics of Electron-Positron Pair Creation in the 3-Spaces Model*. International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 10. pp. 36-49.
<http://ijerd.com/paper/vol6-issue10/F06103649.pdf>
- [15] Michaud, A. (2013) *The Mechanics of Neutron and Proton Creation in the 3-Spaces Model*. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN : 2278-800X. Volume 7, Issue 9. pp.29-53.
<http://ijerd.com/paper/vol7-issue9/E0709029053.pdf>
- [16] Michaud, A. (2013) *From Classical to Relativistic Mechanics via Maxwell*. International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 6, Issue 4. pp. 01-10.
<http://ijerd.com/paper/vol6-issue4/A06040110.swf>
- [17] Marmet, P. (2003) *Fundamental Nature of Relativistic Mass and Magnetic Fields*. International IFNA-ANS Journal, No. 3 (19), Vol. 9. Kazan State University.
<http://www.newtonphysics.on.ca/magnetic/index.html>
- [18] Kaufmann, W. (1903) *Über die "Elektromagnetische Masse" der Elektronen*, Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Nachrichten, Mathem.-Phys. Klasse, pp. 91-103.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

http://gdz.sub.uni-goettingen.de/dms/load/img/?PPN=PPN252457811_1903&DMDID=DMDLOG_0025

- [19] Michaud, A. (2013) *On the Electron Magnetic Moment Anomaly*, International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 3, PP. 21-25.
<http://ijerd.com/paper/vol7-issue3/E0703021025.pdf>
- [20] Stodolna, A.S., Rouzée, A. et al. (2013) *Hydrogen Atoms under Magnification: Direct Observation of the Nodal Structure of Stark States*. Physical Review Letters. Volume 110, Issue 21, e213001, (2013).
<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v110/i21/e213001>
- [21] Blackett, P.M.S & Occhialini, G. (1933) *Some photographs of the tracks of penetrating radiation*, Proceedings of the Royal Society, 139, 699-724.
http://www.jstor.org/stable/96057?seq=1#page_scan_tab_contents
- [22] McDonald, K. et al. (1997) *Positron Production in Multiphoton Light-by-Light Scattering*, Phys. Rev. Lett. 79, 1626.
<http://www.slac.stanford.edu/exp/e144/>.
<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.79.1626>
- [23] Resnick, R., & Halliday, D. (1967) *Physics*. John Wiley & Sons, New York.
- [24] Michaud A (2013). *The Corona Effect*. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 7, Issue 11. PP. 01-09.
<http://www.ijerd.com/paper/vol7-issue11/A07110109.pdf>
- [25] Michaud, A. (2013) *Inside planets and stars masses*. International Journal of Engineering Research and Development. e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X. Volume 8, Issue 1. pp. 10-33.
<http://ijerd.com/paper/vol8-issue1/B08011033.pdf>
- [26] Michaud, A. (2020) *Gravitation, Quantum Mechanics and the Least Action Electromagnetic Equilibrium States*. In: Aménosis Lopez, editor. Prime Archives in Space Research. Hyderabad, India: Vide Leaf. 2020
<https://videleaf.com/gravitation-quantum-mechanics-and-the-least-action-electromagnetic-equilibrium-states/>
- [27] Lorentz, H.A. (1904) *Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light*, in: KNAW, Proceedings, 6, 1903-1904, Amsterdam, 1904, pp. 809-831.
https://en.wikisource.org/wiki/Electromagnetic_phenomena
- [28] Michaud, A. (2013) *Unifying All Classical Force Equations*, International Journal of Engineering Research and Development, e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN: 2278-800X, Volume 6, Issue 6 (March 2013), PP. 27-34.
<http://www.ijerd.com/paper/vol6-issue6/F06062734.pdf>.

Sobre los procesos adiabáticos al nivel subatómico

- [29] Hanson, G., Agrams, G.S. et al. (1975) *Evidence for Jet Structure in Hadron Production by $e^+ e^-$ Annihilation*. Phys. Rev. Lett., Vol. 35, No. 24, 1609-1612.
<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.35.1609>
- [30] Aschwanden, M. (2006) *Physics of the Solar Corona*, Springer.
- [31] Hafele, J.C., and Keating, R.E. (1972) *Around-the-World Atomic Clocks: Predicted Relativistic Time Gains*. Science, New Series, Vol. 177, No. 4044, pp. 166-168. DOI: 10.1126/science.177.4044.166.
http://www.personal.psu.edu/rq9/HOW/Atomic_Clocks_Experiment.pdf.

Otros artículos del mismo autor

INDEX - Mecánica electromagnética de las partículas elementales