

EXAMEN DE FÍSICA

OPCIÓN B

1. a) Sólo puede asociarse una energía potencial a las fuerzas conservativas que forman parte del sistema, que son interiores. La fuerza de rozamiento no es conservativa ya que el trabajo que realiza cuando un objeto se desplaza desde un punto hasta otro depende de la trayectoria seguida o, lo que es lo mismo, el trabajo que realiza en una trayectoria cerrada no es cero (es siempre negativo).

b) Sólo tiene sentido físico la variación de energía potencial entre dos puntos. La energía potencial en un punto nunca puede conocerse de forma absoluta, tan sólo en relación con otro punto que hemos tomado como origen de energía potencial: cuando decimos que un sistema tiene 8 J de energía potencial en una determinada posición en realidad queremos decir que tiene 8 J más de energía potencial que cuando se encuentra en otra posición que hemos tomado por convenio como cero de energía potencial.

2. a) La masa del núcleo es menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen: es el defecto de masa: Δm .

La ecuación de Einstein establece una equivalencia entre la masa y la energía de un sistema: $E=mc^2$. Esta relación a veces se interpreta como una transformación de masa en energía y viceversa, pero lo que en realidad nos dice es que existe una relación entre las variaciones de energía de un sistema y sus variaciones de masa.

Para separar las partículas que forman el núcleo es preciso darle energía, ya que entre los nucleones (neutrones o protones) existen intensas fuerzas atractivas de corto alcance. Por tanto sabemos que el núcleo tiene menos energía que el sistema formado por sus partículas constituyentes cuando están separadas. Este hecho, junto con la relación de equivalencia, nos permite justificar entonces lo que hemos llamado defecto de masa. Ese defecto de masa Δm tiene un defecto de energía equivalente: B (energía de enlace o energía de ligadura del núcleo) cuyo valor es: $B=\Delta m \cdot c^2$.

b) La estabilidad nuclear nos indica la tendencia del núcleo a mantener su configuración: un núcleo muy estable tiene una alta tendencia a mantener su configuración, mientras un núcleo poco estable tiene una baja tendencia a mantener su configuración y puede cambiarla mediante procesos radiactivos naturales o artificiales.

La estabilidad nuclear se mide mediante una magnitud llamada: energía de enlace por nucleón o energía de ligadura por nucleón (B/A). El valor de B es del orden de los MeV e indica la energía que hay que suministrar a ese núcleo, por término medio, para arrancar un nucleón. Para medir B , se calcula el defecto de masa del núcleo, se calcula el cambio equivalente en energía, y se divide por el número de nucleones de ese núcleo o número másico.

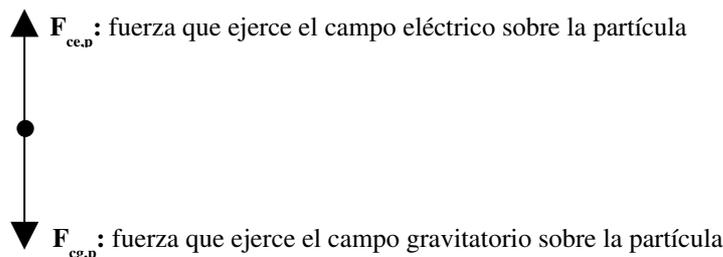
La curva experimental que relaciona la energía de ligadura por nucleón con el número másico tiene un máximo en valores intermedios de A , que será el correspondiente a los núcleos más estables. Para valores de A menores que ese valor intermedio la curva es creciente, además de forma muy brusca, lo que indica que se desprende “muchas” energías cuando se unen núcleos ligeros (fusión nuclear). Para valores de A mayores que el valor intermedio la curva es decreciente de forma suave, lo que indica que se desprende “pocas” energías cuando se dividen núcleos pesados (fisión nuclear).

Los términos “muchas” o “pocas” son relativos. Los valores son pequeños si nos referimos a lo que ocurre con dos núcleos, pero si lo traducimos a cuatrillones de núcleos que puede haber en unos pocos gramos de sustancia, alcanzan valores muy grandes, aunque siempre serán mucho mayores los valores de la energía desprendida en la fusión nuclear de 1 g de sustancia con núcleos ligeros que en la fisión nuclear de 1 g de sustancia con núcleos pesados.

3. a) Si la partícula se encuentra en reposo, como no cambia su velocidad, su aceleración es cero y la fuerza resultante sobre la partícula ha de ser cero. Como el campo gravitatorio terrestre es vertical y hacia abajo, la fuerza que ejerce sobre la partícula es también vertical y hacia abajo.

Para que la fuerza resultante sea cero, el campo eléctrico debe ejercer una fuerza vertical y hacia arriba. Para ello, la dirección de la intensidad del campo eléctrico debe ser también vertical como nos indica el enunciado, pero puede ser hacia arriba (y que la carga de la partícula sea positiva) o hacia abajo (y que la carga de la partícula sea negativa). Como en este caso la carga es negativa, la intensidad del campo eléctrico será vertical y hacia abajo.

El esquema de las dos fuerzas sería:



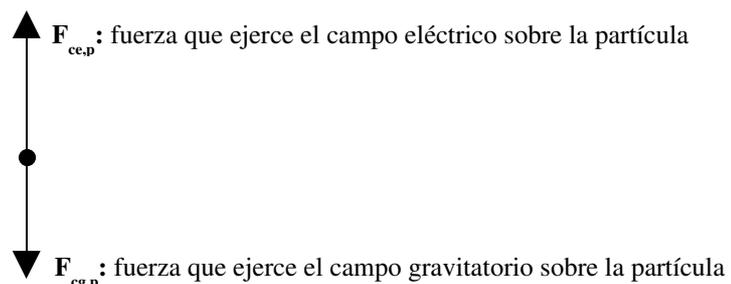
Para que la fuerza resultante sea cero, el módulo de ambas fuerzas debe ser igual. A partir de ahora escribimos el valor de las magnitudes en módulo o en valor absoluto:

$$F_{cg,p} = F_{ce,p} \Rightarrow m \cdot g = q \cdot E \Rightarrow m = \frac{q \cdot E}{g}$$

Sustituyendo, obtenemos: $m = 10^{-5} \text{ kg} = 0,01 \text{ g}$

b) Si el campo eléctrico fuese de 120 N/C, la fuerza que ejercería sobre la partícula sería mayor y entonces la fuerza resultante no sería cero sino vertical y hacia arriba. Por ello, la partícula tendría aceleración vertical y hacia arriba. Como parte del reposo, esa aceleración sería siempre tangencial: la partícula se movería en línea recta hacia arriba aumentando su rapidez: movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mientras ambos campos sean uniformes)

El esquema de fuerzas sería ahora:



A partir de ahora escribimos el valor de las magnitudes en módulo o en valor absoluto:

$$F_{res} = F_{ce,p} - F_{cg,p} \Rightarrow m \cdot a = q \cdot E - m \cdot g \Rightarrow a = \frac{q \cdot E - m \cdot g}{m}$$

Sustituyendo, obtenemos: $a = 2 \text{ m/s}^2$

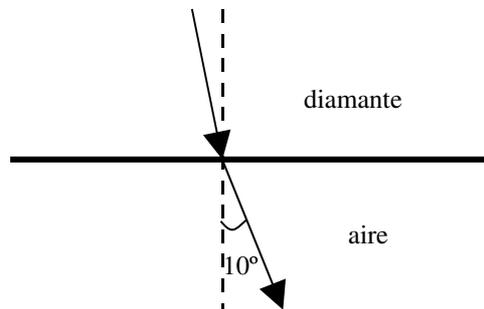
Si tomamos como sistema de referencia la posición inicial de la partícula y sentido positivo hacia arriba, y además consideramos que la partícula parte del reposo, entonces las ecuaciones del movimiento serían:

$$e_t = t^2 \quad v_t = 2t$$

4. a) Velocidad de propagación de la luz en el diamante: $v = \frac{c}{n}$, es decir: $1,24 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Longitud de onda: $\lambda = \frac{v}{f}$, es decir: $\lambda = 2,48 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

b) Vamos a representar la trayectoria del haz de luz mediante un rayo. El rayo de luz se aleja de la normal al pasar de un medio más lento (diamante) a otro más rápido.



Según la 3ª ley de Snell, teniendo en cuenta que la luz pasa del diamante al aire (el ángulo de incidencia será el que forma el rayo de luz en el diamante con la normal):

$$n_{diamante} \cdot \text{sen } \hat{i} = n_{aire} \cdot \text{sen } \hat{r}_f \Rightarrow \text{sen } \hat{i} = \frac{n_{aire} \cdot \text{sen } \hat{r}_f}{n_{diamante}}$$

Suponiendo que la velocidad de la luz en el aire es igual que en el vacío, es decir, que el índice de refracción del aire es 1, sustituyendo, el ángulo de incidencia será de: $4,11^\circ$