

PROBLEMAS DE

LAS OLIMPIADAS

INTERNACIONALES

DE FÍSICA

José Luis Hernández Pérez

Agustín Lozano Pradillo

Madrid 2008

XXVIII OLIMPIADA INTERNACIONAL DE FÍSICA. CANADA.1997

1.- a) *Una masa pequeña cuelga del extremo de un muelle ideal de masa despreciable y oscila arriba y abajo con una frecuencia f . Si el muelle se corta por la mitad y se cuelga la misma masa de su extremo ¿cuál será la nueva frecuencia de oscilación?*

b) *El radio del átomo de hidrógeno en su estado fundamental es $a_0 = 0,0529$ nm (llamado radio de Bohr) ¿Cuál sería el radio a' de un "hidrógeno muónico" esto es, un átomo de hidrógeno en el que se reemplaza el electrón por un muón de la misma carga que el electrón y cuya masa es 207 veces la del electrón?*

c) *La temperatura media de la Tierra es $T = 287$ K ¿Cuál sería la nueva temperatura media si la distancia media entre el Sol y la Tierra se redujese en 1%?*

d) *En un día determinado el aire está seco y su densidad es $d = 1,2500$ kg/m³. Si otro día la humedad del aire es tal que contiene en masa un 2% de vapor de agua, siendo la presión y la temperatura iguales a las del día seco, ¿calcular la densidad de este aire húmedo?*

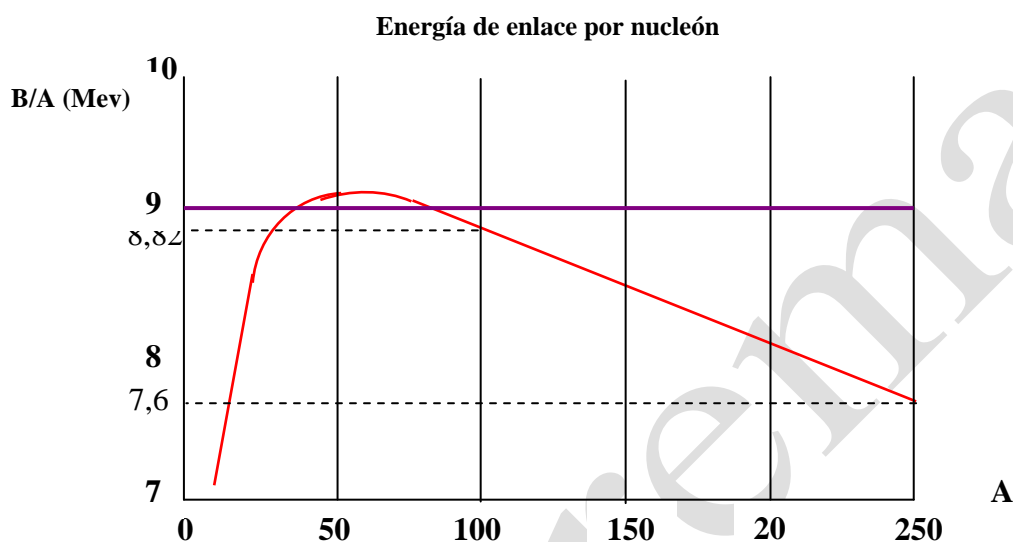
Masa molar del agua 18 g/mol ; masa molar promedio del aire seco 28,8g/mol

e) *Un helicóptero se mantiene flotando en el aire cuando la potencia de su motor es P . Si se construye otro helicóptero a escala $\frac{1}{2}$ del anterior para todas las dimensiones lineales, ¿Cuál será la potencia de su motor para que se mantenga flotando en el aire?*

2) La masa M de un núcleo atómico con Z protones y N neutrones (número másico $A = N+Z$) es la suma de las masas de los constituyentes, protones y neutrones, menos la energía de enlace B/c^2

$$Mc^2 = Zm_p c^2 + Nm_n c^2 - B$$

La gráfica inferior indica los valores de B/A frente a A . En general un valor alto de B/A indica un núcleo estable.



a) Por encima de un cierto valor de A , los núcleos pueden emitir partículas α ($A = 4$). Utilice una aproximación lineal en la curva de la gráfica para $A > 100$ para estimar el valor de A

Suponga:

1) Que los núcleos inicial y final están en esa curva

2) La energía de enlace de la partícula α es $B_{He} = 25$ MeV

b) La energía de enlace de un núcleo atómico con Z protones y N neutrones ($A = Z+N$) puede expresarse mediante la siguiente fórmula empírica

$$B = a_1 A - a_2 A^{\frac{2}{3}} - a_3 Z^2 A^{-\frac{1}{3}} - a_4 \frac{(N-Z)^2}{A} - \delta$$

Los valores de δ están dados por:

$+ a_5 A^{-\frac{3}{4}}$ para un núcleo con N impar y Z impar ó para un núcleo con N par y Z impar ó N impar y Z par

$-a_5 A^{-\frac{3}{4}}$ para un núcleo con N par y Z par

Los valores de los coeficientes son:

$a_1 = 15,8 \text{ MeV}$; $a_2 = 16,8 \text{ MeV}$; $a_3 = 0,72 \text{ MeV}$; $a_4 = 23,5 \text{ MeV}$; $a_5 = 33,5 \text{ MeV}$

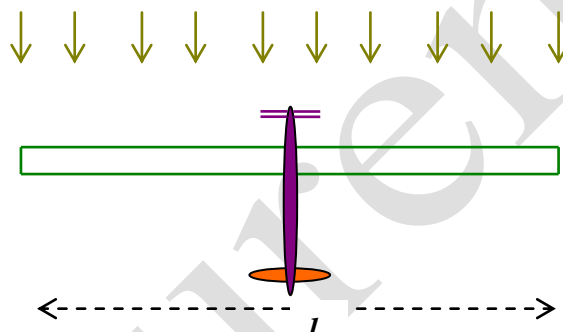
c) Obtenga una expresión para Z que corresponda al núcleo de mayor energía de enlace en función de A . Suponga de δ en este cálculo es cero.

d) Para qué valor de Z con $A = 200$ se obtiene el máximo valor de B/A . Haga el cálculo incluyendo el término δ .

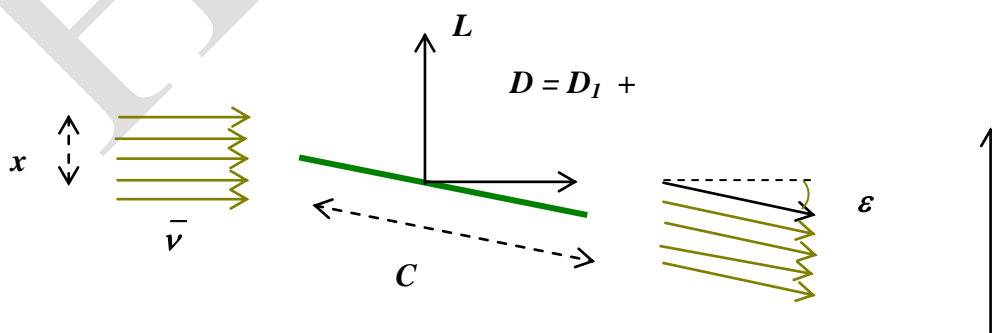
e) Considere los siguientes tres núcleos ${}_{53}^{128}\text{I}$ ${}_{54}^{128}\text{Xe}$ ${}_{54}^{128}\text{Cs}$, todos ellos con el mismo número másico. Determine cuáles pueden verificar los siguientes procesos: 1) emisión β 2) emisión β^+ (positrón) 3) emisión $\beta\beta$ (dos electrones simultáneamente) 4) captura electrónica (captura de un electrón de la corteza)

3) Se desea diseñar un avión que pueda permanecer en lo alto usando energía solar. El tipo de diseño más eficiente supone que las alas del avión están recubiertas completamente por células solares. Las células suministran energía eléctrica con la cual el motor acciona la hélice.

Considerar un ala de forma plana rectangular cuya envergadura es l y de ancho c , siendo su área $S = lc$ y su aspecto viene dado por la relación $A = l/c$. Una idea aproximada acerca del funcionamiento del ala consiste en que una capa de aire de espesor x y longitud l sea desviada hacia abajo un pequeño ángulo ε , acompañado por un pequeño cambio en la velocidad del aire. Un modelo simple y que se aproxima a la realidad ocurre cuando $x = \pi l/4$ y supondremos que es nuestro caso. La masa total del avión es M y vuela horizontalmente con una velocidad v respecto del aire circundante



a) Considerar el cambio en el momento del aire que está detrás del ala admitiendo que no hay variación de velocidad. Obtenga las expresiones para la fuerza vertical L y la de arrastre d en términos de las dimensiones del ala, velocidad V , y densidad del aire ρ .



b) Existe una fuerza de arrastre adicional D_2 motivada por la fricción del aire cuando fluye sobre el ala. El aire se frena ligeramente

provocando una disminución de velocidad (Δv menos del 1% de v) dada por la expresión

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{f}{A}$$

El valor de f es independiente de ε .

Encontrar una expresión en términos de M , f , A , S , y g (aceleración de la gravedad), para una velocidad de vuelo v_0 , la cual corresponde a una potencia mínima para mantener al avión en vuelo a una altitud constante

Se puede utilizar la expresión aproximada $1 - \cos \varepsilon = \frac{\sin^2 \varepsilon}{2}$

c) Haga un dibujo de la forma que tiene la curva $P-v$, indicando las dos contribuciones del arrastre $D1$ y $D2$. Expresé en términos de M , f , A , S , g la potencia mínima

d) Si las células solares suministran una potencia $I = 10$ vatios por metro cuadrado de ala, calcular la relación $\frac{Mg}{S} \left(\frac{N}{m^2} \right)$ y la velocidad de vuelo v_0 .

Datos. $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$; $f = 0,004$, $A = 10$