

XIX OLIMPIADA IBEROAMERICANA DE FISICA
ASUNCION - PARAGUAY
1 - OCT - 2014
PRUEBA TEORICA

Problema 1. Dos péndulos simétricos y cargados

Un sistema de dos cuerpos consta de dos péndulos de longitud $L = 30$ cm con masas idénticas $m = 50$ g, esféricas, con igual carga positiva Q y de radios mucho menores que L . La repulsión electrostática hace que el sistema se equilibre formando un ángulo de 45° con la vertical, como se muestra en la Fig. 1.

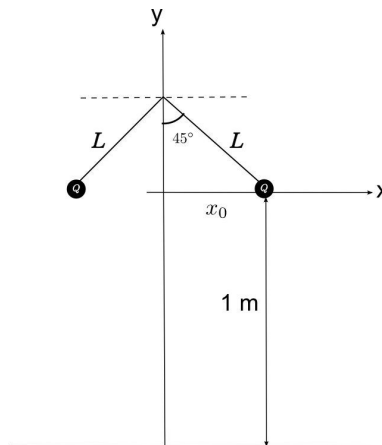


Figura 1: Configuración del sistema con las esferas cargadas.

Pregunta 1

2.0 puntos.

Calcule la carga Q que tiene cada esfera.

Se cortan simultáneamente los hilos. En la figura 2 se muestra la trayectoria seguida por la esfera de la derecha.

Pregunta 2

3.0 puntos.

Calcule el ángulo de impacto con el suelo que se encuentra 1 m debajo de la posición inicial y el módulo de la velocidad correspondiente.

Pregunta 3

2.0 puntos.

Indique en un esquema cómo se modificaría la trayectoria si, en el momento de cortar los hilos, la carga de la izquierda se reduce a la mitad y se duplica la de la derecha.

Pregunta 4

2.0 puntos.

Indique en un esquema cómo se modificaría la trayectoria si, en el momento de cortar los hilos, se establece un campo eléctrico uniforme, de magnitud $E = \frac{mg}{2Q}$ dirigido verticalmente hacia arriba.

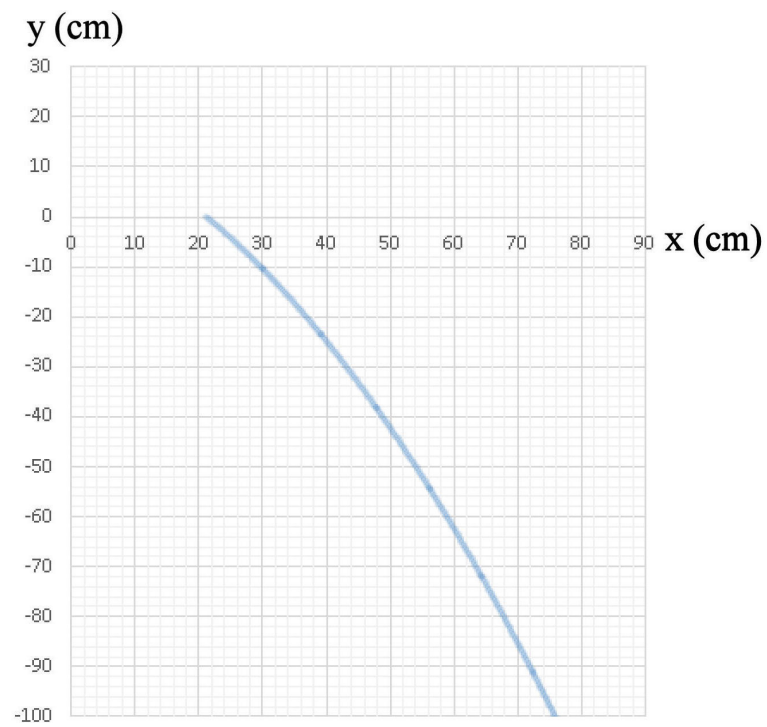
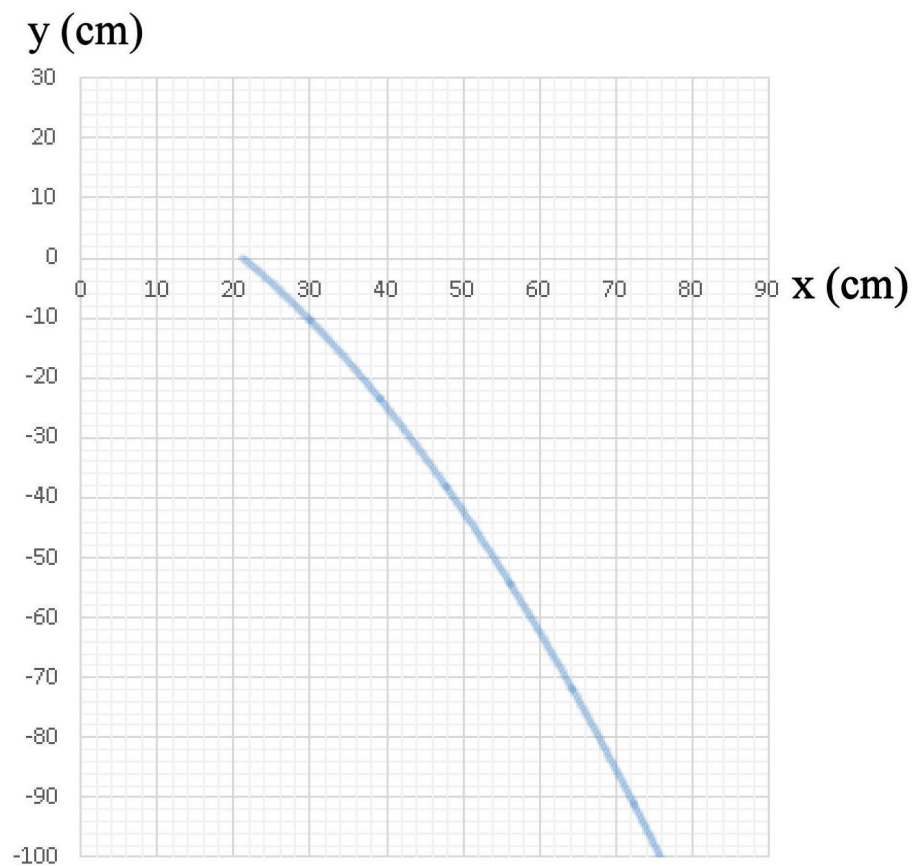


Figura 2: Caída de una de las esferas del péndulo simple.

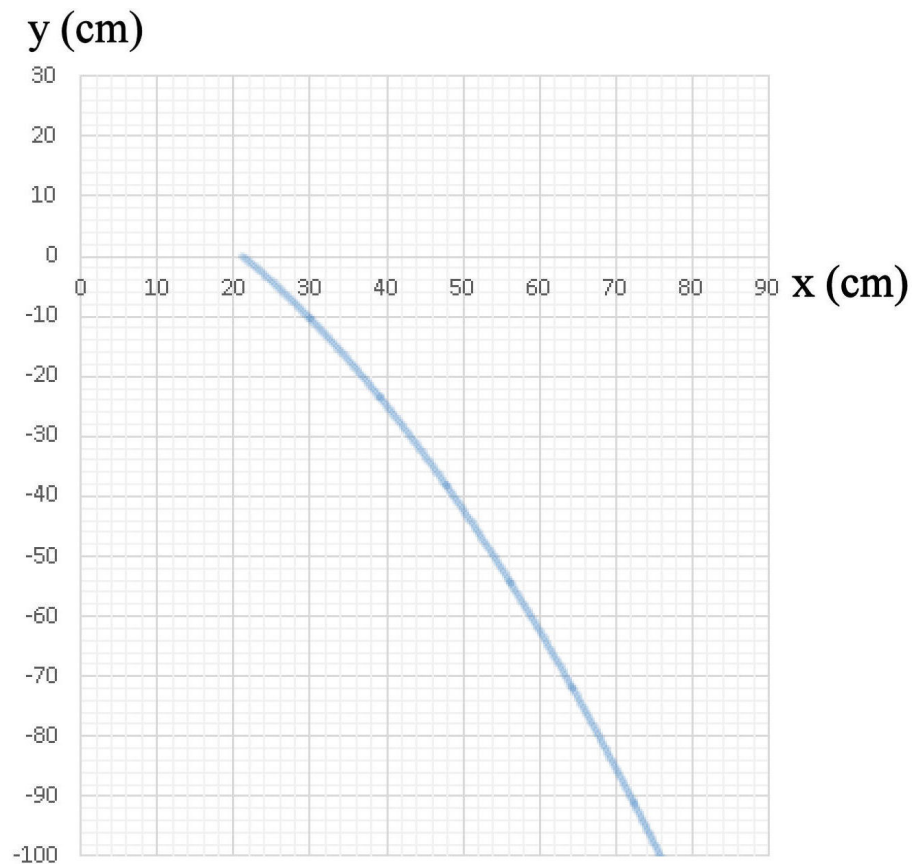
Datos útiles

- $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$
- $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9,00 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

Dibuje aquí la trayectoria de la pregunta 3.



Dibuje aquí la trayectoria de la pregunta 4.



XIX OLIMPIADA IBEROAMERICANA DE FISICA
ASUNCION - PARAGUAY
1 - OCT - 2014
PRUEBA TEORICA

Problema 2. Radiación Solar

El clima de una región depende, entre otros factores, de la radiación solar que recibe, que a su vez depende de su latitud; las regiones del ecuador reciben mayor cantidad de radiación solar por unidad de superficie que los polos. La intensidad de radiación solar que llega a la Tierra (*constante solar*) es $1,36 \text{ kW/m}^2$.

Pregunta 1

1.0 punto.

Calcule la potencia total que emite el Sol al espacio en forma de radiación electromagnética.

Pregunta 2

2.0 puntos.

Estime la temperatura de la superficie del Sol

Pregunta 3

2.0 puntos.

¿Qué porcentaje de la potencia solar recibe la Tierra?

Pregunta 4

2.0 puntos.

El Paraguay se encuentra en una latitud media de 23° y su superficie es aproximadamente 407.000 km^2 . Por otro lado, la central hidroeléctrica de Itaipú produce 14000 MW . Despreciando los efectos de absorción y reflexión, ¿a cuántas centrales de Itaipú equivale la potencia solar máxima que recibe el Paraguay?

Datos útiles

- Constante de Stefan Boltzmann, $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$;
- Radio del Sol, $R_S = 6,9 \times 10^8 \text{ m}$;
- Radio medio de la órbita terrestre, $R_{OT} = 1,49 \times 10^{11} \text{ m}$;
- Radio de la Tierra, $R_T = 6370 \text{ km}$.

XIX OLIMPIADA IBEROAMERICANA DE FISICA
ASUNCION - PARAGUAY
1 - OCT - 2014
PRUEBA TEORICA

Problema 3. Mejora de la eficiencia de un ciclotrón.

El ciclotrón fue inventado por Ernest O. Lawrence y M. S. Livingston en Berkeley (California, EE. UU.), en el año 1932. Consiste en un acelerador de partículas cargadas, las cuales debido a la fuerza de Lorentz y a un potencial acelerador pueden adquirir energía suficiente como para impactar sobre un blanco y producir una reacción nuclear. Un esquema simplificado, se muestra en la figura 1.

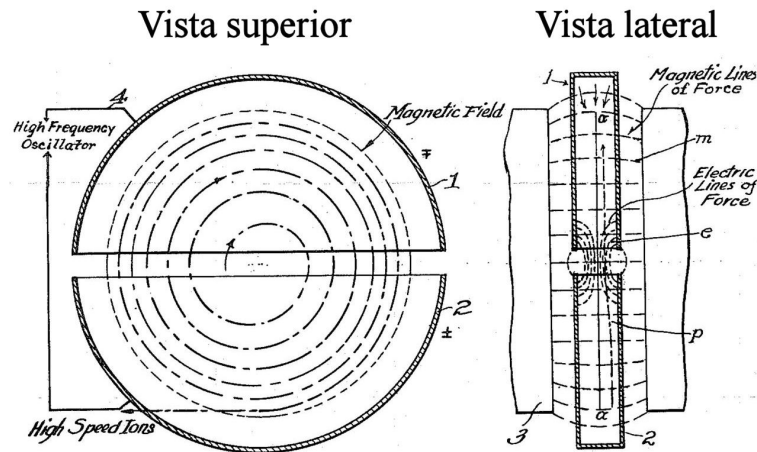


Figura 1: Detalle de las placas del Ciclotrón. Los electroimanes con forma de letras “D” están indicados con 1 y 2. (Dibujo original de la patente)

Básicamente el ciclotrón consiste en dos regiones de campo magnético uniforme en forma de letra “D” entre las cuales se establece una diferencia de potencial, cuya polaridad se invierte periódicamente cuando la partícula pasa de una “D” a otra. Para este problema considere que no se alcanzan velocidades relativistas.

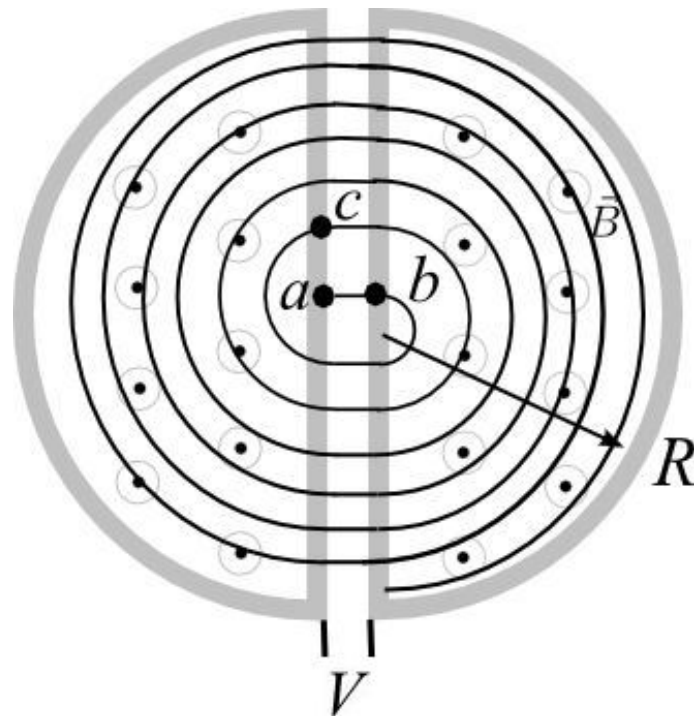


Figura 2: Trayectoria de una partícula en el ciclotrón.

Pregunta 1**2.0 puntos.**

Considere que una partícula de carga q y masa m parte del reposo en el punto a y es acelerada por la diferencia de potencial V . Determine la velocidad v_b con la que llega al punto b y el radio de la trayectoria que describe dentro de la “D”, en donde existe un campo magnético de intensidad uniforme \vec{B} .

Pregunta 2**1.0 puntos.**

Determine la frecuencia f con que debe oscilar la polaridad del potencial V para que la partícula referida en la pregunta 1, sea acelerada cada vez que pasa por la región entre las “D” (frecuencia de ciclotrón).

Pregunta 3**2.0 puntos.**

Determine la energía cinética de salida de la partícula referida en la pregunta 1, si el radio del ciclotrón es R .

Se ha investigado la opción de introducir en el punto a del ciclotrón una sustancia radiactiva como el Cm (curio), que emite partículas α (${}^4_2\text{He}$) con una velocidad inicial v_α , de forma que sea posible aumentar la energía cinética de salida de las partículas α , sin necesidad de aumentar el radio del ciclotrón.

Considerando la ecuación de desintegración radiactiva:

**Pregunta 4****3.0 puntos.**

Determine la energía cinética de la partícula α y del núcleo de plutonio en retroceso. Considere el núcleo de Cm en reposo.

Pregunta 5**1.0 puntos.**

Determine la velocidad v_α de la partícula α emitida.

Considere un ciclotrón de radio R de 0,5 m que opera con un campo magnético uniforme $B = 2$ T y un potencial acelerador $V = 500$ kV.

Pregunta 6**2.0 puntos.**

Teniendo en cuenta que ahora la partícula en el punto a tiene una velocidad inicial v_α , calcule la velocidad v_1 con que llega al punto c y el radio r_1 de la trayectoria dentro de la “D” izquierda (Fig. 2).

Pregunta 7**3.0 puntos.**

Obtenga la expresión para la velocidad v_n y el radio r_n de la trayectoria después de que la partícula haya realizado n vueltas en torno al centro del ciclotrón.

Datos útiles

- $M_{\text{Cm}} = 240,05552$ uma;
- $M_{\text{Pu}} = 236,046060$ uma;
- $M_\alpha = 4,002603$ uma;
- $c = 2,9979 \times 10^8$ m/s;
- $e = 1,6022 \times 10^{-19}$ C
- $1 \text{ uma} = 931,4 \text{ MeV}/c^2$