



EXAMEN FINAL DE FÍSICA

1^{er} parcial

Lic. En Química

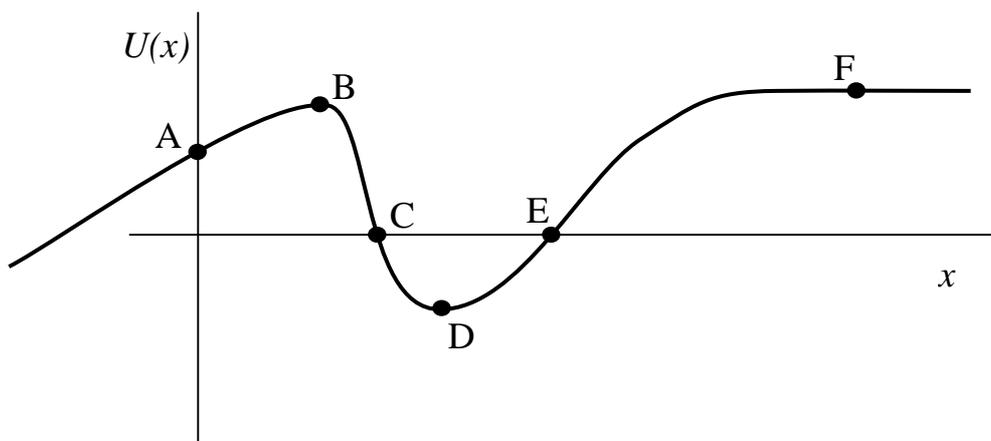
5 - febrero – 2004

APELLIDOS.....NOMBRE.....GRUPO.....

Cuestiones

1. (1.5 puntos) La gráfica muestra la energía potencial $U(x)$ de una partícula en función de su posición x .

- Determinar el signo de la fuerza en cada uno de los puntos indicados en la figura.
- Determinar si tales puntos son de equilibrio y, en caso afirmativo, si el equilibrio es estable, inestable o neutro.
- ¿En cuál de los puntos indicados es mayor el módulo de la fuerza?



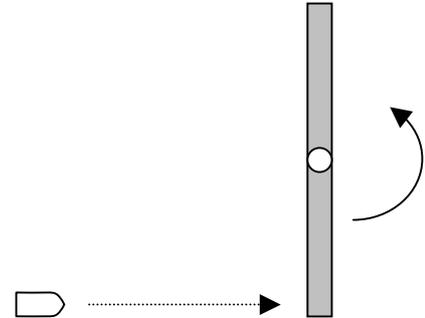
2. (1.5 puntos) Una partícula está unida a un muelle y realiza un movimiento armónico simple. Golpeamos la partícula de modo que su energía mecánica se duplica. Determinar el efecto de este aumento de energía sobre:

- La frecuencia de las oscilaciones.
- La amplitud de las oscilaciones.
- La velocidad máxima de la partícula.

3. (1.5 puntos) Una rueda en forma de anillo y masa $m=5$ kg, rueda sin deslizar sobre una superficie horizontal con una velocidad de 4 m/s. Calcular su energía cinética.

Problemas

1. (2.5 puntos) Una bala de 0.02 kg y velocidad horizontal 120 m/s, choca contra una varilla también horizontal y que puede rotar alrededor de un eje vertical que pasa por su centro (la figura es el sistema visto desde arriba). La masa de la varilla es 1.5 kg y su longitud 24 cm. Si la bala impacta en el extremo de la varilla y se queda empotrada en ella:



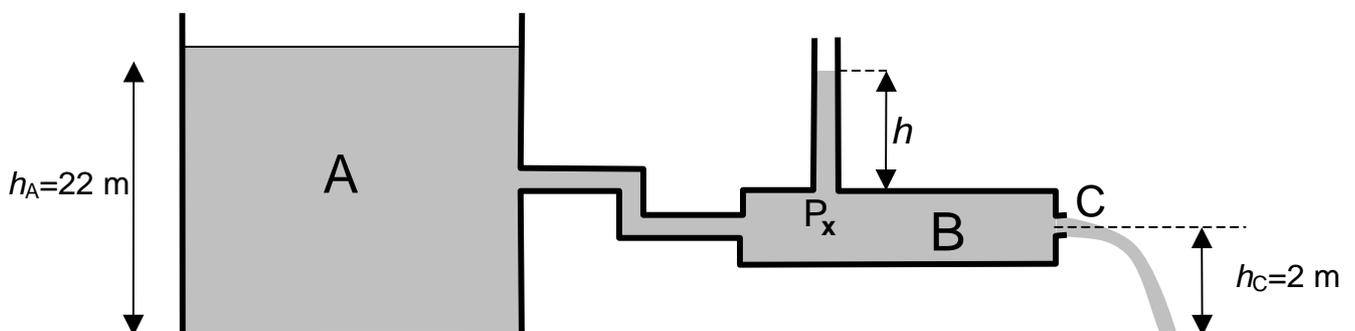
- Calcular la velocidad angular adquirida por el sistema varilla-bala después del choque.
- Calcular la pérdida de energía en el choque.
- ¿En qué se transforma esta energía perdida?

Nota: el momento de inercia de una varilla de longitud l y masa m con respecto a un eje perpendicular a la misma y que pasa por su centro es: $I = ml^2/12$.

2. (3 puntos) Del depósito A de la figura sale agua continuamente, pasa por el depósito cilíndrico B y finalmente sale al exterior a través del orificio C. El nivel de agua en A se supone prácticamente constante y a una altura $h_A=22$ m sobre el suelo. La altura del orificio C con respecto al suelo es $h_C=2$ m, el radio del depósito cilíndrico B es $R_B=10$ cm y el del orificio C, $R_C=5$ cm. Si la presión atmosférica es de 10^5 Pa, calcular:

- La velocidad del agua que sale por el orificio C.
- La presión del agua en el punto P situado en B y a la misma altura que C.
- La altura h de la columna de agua en el manómetro abierto vertical.

Nota: Tómese la densidad del agua como 10^3 kg/m³, la aceleración de la gravedad $g = 10$ m/s² y despréciense las diferencias de altura en el interior del cilindro B.



SOLUCIONES

Cuestiones

1. a) En A la fuerza es negativa, en B es nula, en C es positiva, en D es nula, en E es negativa y en F es nula.
- b) Son puntos de equilibrio B (inestable), D (estable) y F (neutro).
- c) El módulo de la fuerza es mayor en C (es el punto en el que la pendiente de $U(x)$ es mayor).

2. a) La frecuencia del oscilador no cambia cuando se aumenta la energía.

b) La energía mecánica del oscilador está relacionada con la amplitud A de las oscilaciones en la forma: $E_{mec} = \frac{1}{2}kA^2$. Luego, si la energía mecánica se duplica, la amplitud se habrá multiplicado por $\sqrt{2}$.

c) La energía mecánica y la velocidad máxima del oscilador verifican: $E_{mec} = \frac{1}{2}mv_{max}^2$. Luego, si la energía se duplica, la velocidad máxima se multiplica por $\sqrt{2}$.

3. El movimiento de la rueda está compuesto por la traslación del centro de masas, de velocidad $v = 4$ m/s, y la rotación en torno a un eje que pasa por su centro y de velocidad angular $\omega = v/R$, en donde R es el radio de la rueda. La energía cinética total es:

$$E_{cin} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mR^2\left(\frac{v}{R}\right)^2 = mv^2 = 80 \text{ J}$$

Problemas

1. a) El momento angular de la bala con respecto al eje de giro antes del choque es

$$L_{antes} = m_{bala} v_{bala} \frac{l}{2}$$

Después del choque el momento del sistema es:

$$L_{desp} = I\omega = \left[m_{bala} \left(\frac{l}{2} \right)^2 + \frac{1}{12} m_{varilla} l^2 \right] \omega = \frac{l^2}{4} \left[m_{bala} + \frac{m_{varilla}}{3} \right] \omega.$$

En el choque se conserva el momento angular. Por tanto:

$$\omega = \frac{m_{bala} v_{bala} l/2}{\left[m_{bala} + \frac{m_{varilla}}{3} \right] l^2/4} = \frac{0.02 \text{ kg} \times 120 \text{ m/s}}{[0.02 \text{ kg} + 0.5 \text{ kg}] \times 0.12 \text{ m}} = 38.46 \text{ rad/s}$$

b) La energía mecánica antes del choque es

$$E_{mec.antes} = \frac{1}{2} m_{bala} v_{bala}^2 = \frac{1}{2} \times 0.02 \text{ kg} \times (120 \text{ m/s})^2 = 144 \text{ J}.$$

Después del choque:

$$\begin{aligned} E_{mec.desp} &= \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{l^2}{8} \left[m_{bala} + \frac{m_{varilla}}{3} \right] \omega^2 = \\ &= \frac{(0.24 \text{ m})^2 \times (0.02 \text{ kg} + 0.5 \text{ kg})}{8} \times (38.46 \text{ rad/s})^2 = 5.54 \text{ J} \end{aligned}$$

La energía disipada en el choque es $144 \text{ J} - 5.54 \text{ J} = 138.46 \text{ J}$.

c) La energía se transfiere en forma de calor a la bala y la varilla, cuya temperatura aumenta en la zona del choque.

2. a) Aplicando la ecuación de Bernoulli a un punto de la superficie de A y al punto C, se tiene:

$$P_{atm} + \rho g h_A = P_{atm} + \frac{1}{2} \rho v_C^2 + \rho g h_C$$

ya que ambos puntos están en contacto con el exterior y, por tanto, a presión atmosférica, y la velocidad de la superficie del depósito A es despreciable. La velocidad en C es:

$$v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)} = \sqrt{2 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 20 \text{ m}} = 20 \text{ m/s}$$

- b) Aplicando la ecuación de continuidad al depósito B y al orificio C, se tiene:

$$v_C S_C = v_P S_B \Rightarrow v_P = \frac{S_C}{S_B} v_C = \left(\frac{R_C}{R_B} \right)^2 v_C = \left(\frac{5 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} \right)^2 20 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$$

La ecuación de Bernoulli para el punto P y un punto en la superficie de A es:

$$P_{atm} + \rho g h_A = P_P + \frac{1}{2} \rho v_P^2 + \rho g h_C$$

Por lo tanto, la presión en P es:

$$\begin{aligned} P_P &= P_{atm} + \rho g (h_A - h_C) - \frac{1}{2} \rho v_P^2 = \\ &= 10^5 \text{ Pa} + 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 20 \text{ m} - \frac{10^3 \text{ kg/m}^3}{2} \times (5 \text{ m/s})^2 = 2.875 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

c) Para hallar la altura h de la columna de agua en el manómetro aplicamos la ecuación fundamental de la hidrostática a un punto de la superficie del mismo y a un punto P' situado en la intersección entre el manómetro y el depósito B (ambos puntos están en reposo). La presión en P' es la misma que en P, porque despreciamos las diferencias de presión debidas a la altura dentro de B. Por tanto:

$$\rho g h = P_P - P_{atm} \Rightarrow h = \frac{P_P - P_{atm}}{\rho g} = \frac{1.875 \times 10^5 \text{ Pa}}{10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2} = 18.75 \text{ m}$$