

Examen de Física-1, 1º del Grado en Ingeniería Química
Examen final. Septiembre de 2016
Cuestiones (Un punto por cuestión).

Cuestión 1: En un sistema dado, un punto móvil tiene una velocidad que viene dada por el vector $\vec{v} = 2\vec{k}$, y una aceleración cuyo vector es $\vec{a} = 4\vec{i} - 3\vec{j} + 4\vec{k}$. Obtener el vector normal a la trayectoria, \vec{n}
(Cuestión propuesta en el examen de Junio de 2016 en el Grado de Ingeniería de Organización de la Universidad Politécnica de Madrid).

Solución:

A partir del vector velocidad podemos calcular un vector unitario tangente a la trayectoria (recordad que la velocidad es siempre tangente a la misma),

$$\vec{t} = \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|} = \frac{2\vec{k}}{2} = \vec{k}.$$

Por otra parte, podemos descomponer el vector aceleración en sus componentes intrínsecas, es decir, en una componente tangencial y en otra normal a la trayectoria en cada punto,

$$\vec{a} = a_t \vec{t} + a_n \vec{n},$$

La componente tangencial puede calcularse a partir del producto escalar de la aceleración por el vector unitario en la dirección tangencial

$$a_t = \vec{a} \cdot \vec{t} = (4\vec{i} - 3\vec{j} + 4\vec{k}) \cdot \vec{k} = 4.$$

Por lo tanto,

$$a_n \vec{n} = \vec{a} - a_t \vec{t} = (4\vec{i} - 3\vec{j} + 4\vec{k}) - 4\vec{k} = (4\vec{i} - 3\vec{j}).$$

Para encontrar el vector unitario en la dirección normal, simplemente dividimos el vector hallado en la expresión anterior por su módulo

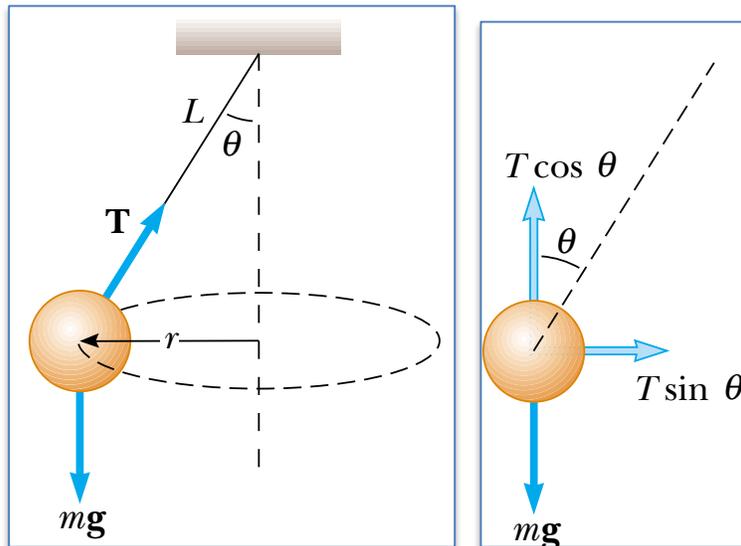
$$\vec{n} = \frac{(4\vec{i} - 3\vec{j})}{\sqrt{16 + 9}} = \frac{4}{5}\vec{i} - \frac{3}{5}\vec{j}.$$

Cuestión 2: Una partícula de masa m , suspendida de una cuerda de longitud L , gira describiendo una circunferencia de radio $r = L \sin \theta$, donde θ es el ángulo que forma la cuerda con la vertical (péndulo-cónico). Calcular la velocidad de la partícula en función de L , θ y g (gravedad).
(Cuestión propuesta en el examen de Julio de 2016 en el Grado de Ingeniería de Organización de la Universidad Politécnica de Madrid).

Solución:

La partícula está en equilibrio en la dirección vertical, mientras que sigue un movimiento circular en la dirección horizontal.

Dibujamos el diagrama de fuerzas de cuerpo aislado



Como el objeto no se acelera en la dirección vertical, tomando esta como eje y , con sentido positivo hacia arriba

$$\sum F_y = T \cos \theta - mg = 0 \quad \Rightarrow \quad T \cos \theta = mg .$$

La componente horizontal de la tensión es la responsable de la aceleración centrípeta

$$\sum F_x = T \sin \theta = ma_c = m \frac{v^2}{r} .$$

Dividiendo la segunda ecuación entre la primera

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow v = \sqrt{rg \tan \theta} .$$

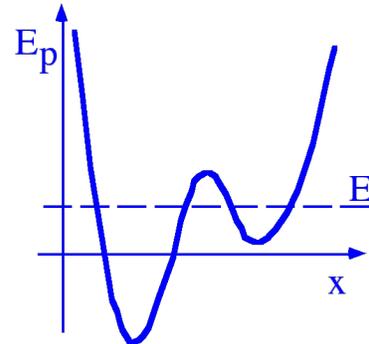
Como $r = L \sin \theta$, entonces

$$v = \sqrt{Lg \sin \theta \tan \theta}$$

siendo la velocidad del objeto independiente de la masa del mismo.

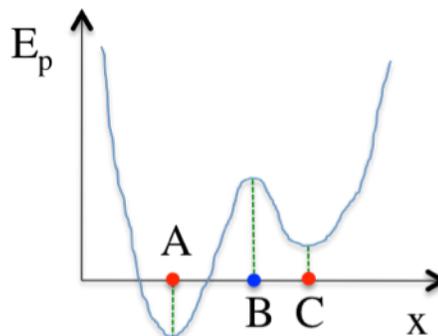
Cuestión 3: Tenemos una partícula realizando un movimiento unidimensional a lo largo del eje x y sometida a fuerzas conservativas cuya energía potencial viene representada en la gráfica.

- ¿En qué puntos del eje x la partícula se encontrará en equilibrio? Discutir de que tipo de equilibrio se trata (0,4 puntos).
- Indicar el sentido de la fuerza que actúa sobre la partícula en cualquier punto del eje x (0,2 puntos).
- Si la partícula tuviese una energía total E (ver gráfica) ¿qué tipo de movimiento realizaría la partícula? (indicar todo lo que se sepa sobre el movimiento) (0,4 puntos).

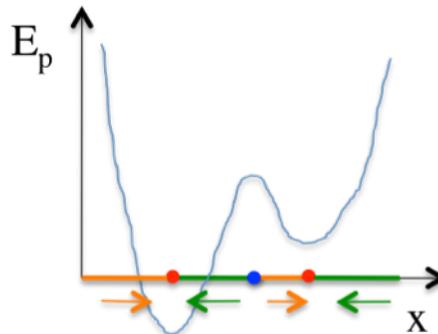


Solución:

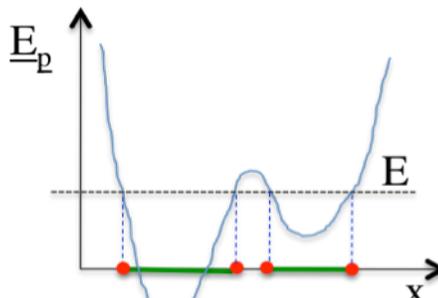
- La partícula se encuentra en equilibrio en los máximos y en los mínimos de la energía potencial. El equilibrio es estable en los mínimos (puntos A y C), ya que cuando la partícula se aleja de esos puntos, las fuerzas tratan de devolverla a esa posición. El equilibrio es inestable en el punto B, ya que las fuerzas tratan de alejar a la partícula de esa posición.



- Por definición la fuerza es menos el gradiente de la energía potencial. Como estamos en una dimensión, $F_x = -\frac{dE_p}{dx}$, por lo que la fuerza será positiva (hacia la derecha) cuando la energía potencial disminuye y negativa (hacia la izquierda) cuando la energía potencial aumenta, ver figura.



- La partícula estaría atrapada en uno de los



dos pozos de potencial que muestra la figura y no podría saltar de uno a otro. Por lo tanto solo se movería a lo largo de una de las dos líneas verdes mostradas en la figura. Si los pozos de potencial fuesen parabólicos, sería un movimiento armónico simple (MAS), pero como no lo son, el movimiento es periódico pero no armónico simple, aunque sería bastante parecido al MAS.

Cuestión 4: Suponga que 1,00 g de agua a presión atmosférica ($1,013 \times 10^5$ Pa) se evapora en un proceso isobárico. Su volumen en el estado líquido es $V_l = 1,00 \text{ cm}^3$ y su volumen en estado vapor es de $V_v = 1671 \text{ cm}^3$. Calcule el trabajo realizado sobre el vapor durante la expansión, así como la variación de energía interna del sistema. Ignore el hecho de que el vapor se mezcla con el aire que le rodea; utilizaremos un modelo simplificado en el que el vapor simplemente empuja el aire circundante.

Dato: el calor latente de vaporización del agua es de $2,26 \times 10^6$ J/kg a presión atmosférica.

Problema tomado del libro Física, Volumen 1, Serway and Jewett, Editorial Thomson, Tercera edición.

Solución:

Como el calor latente de vaporización del agua es de $2,26 \times 10^6$ J/kg a presión atmosférica, la energía necesaria para evaporar 1,00 g es

$$Q = mL_v = (1,00 \times 10^{-3} \text{ kg})(2,26 \times 10^6 \text{ J/kg}) = 2260 \text{ J}.$$

El trabajo realizado sobre el sistema es negativo e igual a

$$W = -P(V_v - V_l) = -\left(1,013 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right) [(1671 - 1,00) \times 10^{-6} \text{ m}^3] = -169 \text{ J}.$$

Por lo tanto, la variación de la energía interna es

$$\Delta E_{int} = Q + W = 2260 \text{ J} + (-169 \text{ J}) = 2,09 \text{ kJ}$$

El valor positivo indica que la energía interna del sistema aumenta. Vemos que la mayor parte (93 %) de la energía transferida al líquido permanece en el sistema como un aumento de la energía interna. Sólo el 7 % de la energía sale del sistema en forma de trabajo. En esta situación, puesto que la temperatura no varía, todo el incremento de la energía interna se debe a la ruptura de enlaces entre las moléculas de agua para transformarse en vapor.

Instrucciones para realizar el examen:

1. Según está regulado por el **Real Decreto 1125/2003, art 5.4:** Los resultados obtenidos por el alumno en cada una de las materias del plan de estudios se calificarán en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

0–4,9: Suspenso (SS). 5,0–6,9: Aprobado (AP). 7,0–8,9; Notable (NT). 9,0–10: Sobresaliente (SB)

2. El examen se realizará con bolígrafo azul o negro.

3. Se explicará cuál es el proceso y el razonamiento seguido en la resolución de todos los problemas y cuestiones. Qué leyes físicas se han aplicado y por qué, etc.

4. La mayoría de las magnitudes físicas tienen un valor numérico y una unidad. Se puntuará negativamente no poner las unidades correctas.

5. Las magnitudes vectoriales vendrán expresadas por el correspondiente símbolo con una flecha encima. Se puntuará negativamente no identificar oportunamente las magnitudes vectoriales.

6. Se evitarán tachones y borrones.

7. También se evitará cortar los problemas y su resolución parcial en páginas diferentes salteadas.

8. Quedamente absolutamente prohibido el acceso a cualquier tipo de dispositivo electrónico que no sea una calculadora de mano sin conexión a internet.