



11^{ra} Olimpiada Metropolitana de Física
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UBA
5 de septiembre de 2017
Nivel inicial - Resolución



11^{ra} Olimpíadas Metropolitanas de Física

Nivel inicial - Resolución
Prueba de opciones múltiples

- Chequee que el nivel de su prueba sea adecuado.
- No se pueden usar libros ni apuntes.
- La prueba dura un total de 3 horas.
- Cada respuesta correcta suma 1 punto
- Los problemas de opción múltiple representan un 60 % del puntaje total.
- Complete y entregue la grilla de respuestas entregada





Problema 1. El “hyperloop” criollo

Pregunta 1

Respuesta correcta: a)

Al no haber rozamiento (ni propulsión, una vez que la cápsula está dentro del tubo), el trabajo de las fuerzas no conservativas es nulo en todo el movimiento. Entonces hay que plantear la conservación de la energía mecánica, teniendo en cuenta que la ciudad de Salta se encuentra a una altura $h = 1200$ m:

$$\frac{m}{2}v_A^2 = mgh + \frac{m}{2}v_C^2$$

Despejando $v_A = \sqrt{2gh + v_C^2}$ y reemplazando, obtenemos $v_0 = 270$ m/s ≈ 972 km/h.

Pregunta 2

Respuesta correcta: b)

En este ítem tenemos un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, del cual conocemos la aceleración ($a = 10$ m/s²) y la velocidad final que alcanza ($v = 1000$ km/h = 278 m/s). De la ecuación para la velocidad $v = at$ podemos sacar el tiempo que tarda en alcanzar la velocidad correspondiente, $t = 27,8$ s, para luego reemplazarlo en la ecuación horaria, $d = \frac{1}{2}at^2 = 3858$ m.

Pregunta 3

Respuesta correcta: d)

La fuerza es simplemente el producto de la masa de la cápsula y la aceleración deseada, 41 kN. Además, si bien es posible utilizar la función trigonométrica arcotangente para obtener el ángulo de la pendiente y luego calcular el seno de la misma para hacer la proyección de la fuerza gravitatoria en la dirección de movimiento, vale la aproximación del seno y la tangente para ángulos pequeños: $\sin \theta \approx \tan \theta = 1,2$ km/300 km $\approx ,004$.

Pregunta 4

Respuesta correcta: c)

El tiempo de movimiento acelerado es despreciable con respecto al tiempo total (recordar, de la segunda pregunta del problema, que la cápsula alcanza su velocidad crucero de 900 km/h en $t = 27,8$ s). Esencialmente hay que considerar un MRU con velocidad de 900 km/h y distancia de 1500 km. En consecuencia, la cápsula tarda 100 min en llegar a Salta, confirmando que el tiempo en el que la cápsula acelera es despreciable. **Nota:** Si se realiza la cuenta completa, se obtiene que el tiempo total de viaje es 100,2 min.

Pregunta 5

Respuesta correcta: d)



11^{ra} Olimpiada Metropolitana de Física
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UBA
5 de septiembre de 2017
Nivel inicial - Resolución



La energía mecánica inicial es nula, mientras que la energía mecánica final resulta de considerar la energía cinética y la energía potencial gravitatoria (está a 1200 m). Además, se debe tener en cuenta el trabajo no conservativo de la resistencia. Entonces,

$$E_{transmitida} = E_f - E_i - W_{nc} = \left(\frac{m}{2} v_f^2 + mgh \right) - 0 - (-50 \text{ MJ}) = 226 \text{ MJ}$$



Problema 2. El termómetro de Galileo

Pregunta 6

Respuesta correcta: c)

Del gráfico se puede observar la relación entre densidad y temperatura, que es una relación funcional lineal. De esta forma, hay que evaluar en la ecuación

$$\rho = 810 \text{ kg/cm}^3 - 1,06 \text{ kg}/(\text{cm}^3\text{°C}) \cdot T$$

en las temperaturas 18 °C y 26 °C para obtener la mayor densidad (a temperatura baja) y la menor densidad (a temperatura alta)

$$\rho_{max} = 0,81 \text{ g/cm}^3 - 0,00106 \text{ g}/(\text{cm}^3 \cdot \text{°C}) \cdot 18 \text{ °C} = 0,791 \text{ g/cm}^3 = 791 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{min} = 0,81 \text{ g/cm}^3 - 0,00106 \text{ g}/(\text{cm}^3 \cdot \text{°C}) \cdot 26 \text{ °C} = 0,782 \text{ g/cm}^3 = 782 \text{ kg/m}^3$$

Pregunta 7

Respuesta correcta: b)

Para resolver esta pregunta tenemos dos caminos posibles. Podemos utilizar la expresión para la expansión volumétrica $V(T) = V(T_0) \cdot [1 + \beta(T - T_0)]$, dado que conocemos $\beta = 0,00131 \frac{1}{\text{°C}}$ y el $V(T_0) = 1000 \text{ cm}^3$. Otra forma consiste en utilizar directamente lo que sabemos de la densidad ($\rho_{18\text{°C}} = 0,7909 \text{ g/cm}^3$ y $\rho_{26\text{°C}} = 0,7824 \text{ g/cm}^3$) y que la masa se debe conservar. De ambas formas, se obtiene que volumen del etanol a 26 °C es $V(T = 26 \text{ °C}) = 1010,8 \text{ cm}^3$ (estrictamente hablando, da un poco distinto por las aproximaciones que se hacen para encontrar la fórmula de la expansión volumétrica).

Para definir la altura usamos que la geometría del termómetro es cilíndrica, por lo que el volumen $V = \pi r^2 h$, por lo que las alturas a 18 °C y a 26 °C son $h_{18\text{°C}} = 19,9 \text{ cm}$ y $h_{26\text{°C}} = 20,1 \text{ cm}$, respectivamente. Entonces, $\Delta h = 0,2 \text{ cm}$.

Pregunta 8

Respuesta correcta: a)

Usando el termómetro ya armado, queda claro que para que haya flotando 3 ampollas la temperatura debe ser menor a 22 °C y mayor a 20 °C. Con eso, se calcula la masa de hielo m_{barras} que es necesario introducir para obtener ambas temperaturas límites.

Para llegar a 20 °C, el hielo debe pasar a 0 °C, una transición de fase de sólido a líquido y finalmente llegar a la temperatura final como agua. Como el sistema está aislado la suma de los calores debe ser nula, es decir que tenemos que

$$m_{barras} C_{hielo} [0 \text{ °C} - (-10 \text{ °C})] + m_{barras} L_{h-a} + m_{barras} C_{agua} (20 \text{ °C} - 0 \text{ °C}) + m_{termo} C_{agua} (20 \text{ °C} - 34 \text{ °C}) = 0$$



Resolvemos la misma ecuación para $T_f = 22^\circ\text{C}$. De esta manera, usando que $m_{\text{termo}} = \rho_{\text{agua}}V = 100\text{ kg}$, encontramos

$$m_{\text{barra},20^\circ\text{C}} = \frac{14^\circ\text{C } m_t C_a}{L_{h-a} + 10^\circ\text{C} \cdot C_h + 20^\circ\text{C} \cdot C_a} = 13,3\text{ kg}$$
$$m_{\text{barra},22^\circ\text{C}} = \frac{12^\circ\text{C } m_t C_a}{L_{h-a} + 10^\circ\text{C} \cdot C_h + 22^\circ\text{C} \cdot C_a} = 11,2\text{ kg}$$

Si dividimos estas masas por la masa de una barra (3 kg) obtenemos las cantidades de barras: 4,4 para 20°C y 3,7 para 22°C . Luego, hay que poner 4 barras de hielo.

Pregunta 9

Respuesta correcta: e)

Usando 5 ampollas con temperaturas equiespaciadas entre 18°C y 26°C se pueden representar las temperaturas de 18°C , 20°C , 22°C , 24°C y 26°C . Usando el mismo argumento, si se tiene 9 ampollas, agregando 4 ampollas, se tiene un salto de 1°C , lo que permitiría resolver las temperaturas de 19°C , 21°C , 23°C y 25°C .

Pregunta 10

Respuesta correcta: b)

Como el sistema está aislado, el calor que recibe el termómetro entregado por la pesa debe sumar cero, es decir

$$m_e C_e (T_f - T_{e,\text{inicial}}) + m_p C_p (T_f - T_{p,\text{inicial}}) = 0$$

donde todos los subíndices p refieren a la pesa y los subíndices e , al etanol. Despejando se obtiene:

$$T_{p,\text{inicial}} = T_f + \frac{m_e C_e (T_{e,\text{inicial}} - T_f)}{m_p C_p}$$

La masa del termómetro de 1 litro la podemos conseguir a partir de la densidad a la temperatura inicial de 22°C , que en este caso es $0,78728\text{g/cm}^3$

$$m_e = \rho_e(22^\circ\text{C})V_{\text{termo}} = 0,78728\text{g/cm}^3 \cdot 1000\text{ cm}^3 = 787,28\text{ g}$$

De esta forma la temperatura inicial de la pesa queda $T_{p,\text{inicial}} = 179^\circ\text{C}$.



11^{ra} OMF - Nivel inicial

Grilla de respuestas correctas

Problema	Pregunta	a	b	c	d	e
1	1	X				
	2		X			
	3				X	
	4			X		
	5				X	
2	6			X		
	7		X			
	8	X				
	9					X
	10		X			

