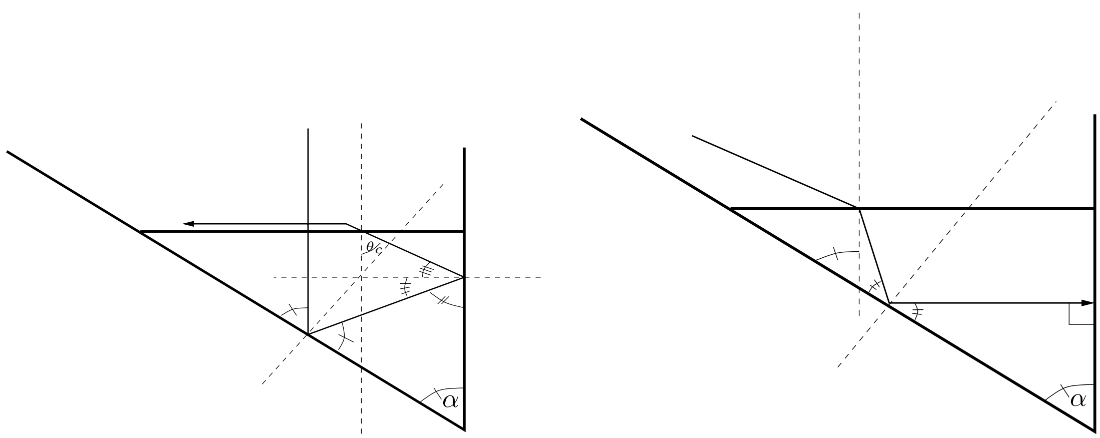
Problema 1: Resolución

Pregunta 1: Cuando el rayo incide perpendicular al agua, éste no cambia al pasar a través de la interfaz, de modo que el rayo incide verticalmente sobre el espejo oblicuo. Por otra parte, al pedir que, al salir, el rayo sea rasante a la interfaz, el ángulo con el que incide el rayo al volver debe ser el ángulo crítico sen$\theta_c = 1/1{,}33$, $\theta_c \approx 48{,}75°$. En la figura 1(a) se pueden observar las relaciones entre los ángulos requeridas. Al sumar los ángulos internos de cada triángulo correspondiente, se observa $\alpha = 90° - \theta_c/2$. De este modo, redondeando a enteros, la respuesta correcta es **b.** $\alpha = 66°$.

Pregunta 2: De la relación anterior se puede ver que, si $\alpha = 45°$, $\theta_c = 90°$. En este caso en particular, θ_c es el ángulo de incidencia con la interfaz. Como en este caso, el rayo sale horizontal después de reflejarse con el segundo espejo, recorre el mismo camino que el incidente y termina saliendo por el lugar por el que entró, con el mismo ángulo. Es por ello que la respuesta correcta es la **c.** $\alpha = 45°$.

Pregunta 3: Para resolver esta pregunta, primero tenemos que hacer algunas consideraciones previas. El hecho de que se refleje al menos 2 veces en el sistema de espejos quiere decir que, luego de reflejar la primera vez, el rayo debe seguir yendo hacia abajo. Caso contrario, podría salir del agua antes de chocar con el segundo espejo. Por otra parte, siempre que el rayo incida primero en el espejo vertical, seguirá camino hacia abajo. De este modo, lo que debemos pedir es que luego de la incidencia en el primer espejo, el rayo salga para abajo. En la figura 1(b) se ven los ángulos y la condición de $\gamma = 2\alpha - 90°$. Usando la ley de Snell para la refracción llegamos a la conclusión de que la respuesta correcta es la **c.** $\alpha = 42°$.



(a) Incidencia normal (b) Incidencia a un ángulo θ

Figura 1: Resolución Problema 1

Problema 2: Resolución

Pregunta 4: En esta parte del problema debemos considerar la conservación de energía. En una primera aproximación, basta con considerar, en la superficie terrestre, sólo la interacción gravitatoria con la tierra; y en la superficie lunar, sólo la interacción con la luna. De este modo, la ecuación resulta

$$E_T = E_L \tag{1}$$

$$-G\frac{m_0\, M_T}{R_T} + E_{\text{cinét}} = -G\frac{m_0\, M_L}{R_L} + \frac{1}{2}m_0\, v_c^2 \tag{2}$$

$$E_{\text{cinét}} = \frac{1}{2}m_0 v_c^2 + Gm_0\left(\frac{M_T}{R_T} - \frac{M_L}{R_L}\right) \tag{3}$$

Reemplazando por los datos del problema, obtenemos la energía cinética y, al dividir por E, la energía por litro, obtenemos la respuesta correcta **d**.

Pregunta 5: Simplemente despejando la velocidad de la energía cinética $E_{\text{cinét}} = \frac{1}{2}m_0 v_0^2$, obtenemos la respuesta correcta **b**.

Problema 3: Resolución

Pregunta 6: En este punto, debemos considerar el peso igual al empuje. El peso del sistema es directamente $(7300\,\text{kg} + 500\,\text{kg})10\text{m/s}^2 = 78000\,\text{N}$ y el empuje es $\delta_{\text{agua}}\, 10\text{m/s}^2\, 8\text{m}^2\, h$. De esta forma, despejand h, obtenemos la respuesta **a** $h = 97{,}5\,\text{cm}$.

Pregunta 7: Para esta parte, sólo debemos sumar el empuje y el peso para obtener la fuerza total. De las expresiones anteriores, y considerando los signos correctos del enunciado, obtenemos que la respuesta correcta es la **b.**

Pregunta 8: Por analogía con el caso del resorte, la frecuencia angular es $\omega = \sqrt{k/m}$. Como en este caso b hace las veces de la constante del resorte y la masa oscilando es $m = M_1 + M_2$ y $f = \omega/2\pi$, obtenemos que la respuesta correcta es la **d.**

Pregunta 9: El efecto que hace que la esfera se mueva es el conocido como *Efecto Magnus*. Es, por ejemplo, el responsable de que la pelota doble cuando un jugador de fútbol le pega *con comba*. Sencillamente siguiendo este razonamiento, y con la experiencia previa, se puede deducir que la esfera se moverá hacia la izquierda por lo que la respuesta correcta es la **a**. La explicación conceptual es que la esfera arrastra una capa del fluido de modo que en la izquierda la velocidad es ligeramente mayor que en la derecha. Así, la presión en la derecha, de acuerdo al teorema de Bernoulli, es mayor, y esto ejerce una fuerza neta hacia la izquierda.

Problema 4: Resolución

Pregunta 10: Suponemos que la longitud inicial de ambos metales es l_0. Luego de calentarlos, la longitud final de cada uno es

$$l_{1,2} = l_0(1 + \alpha_{1,2}\Delta T) \tag{4}$$

Si el radio de curvatura es R y el ángulo subtendido por el bimetal es θ, entonces en la aproximación de ángulos pequeños

$$l_2 = \left(R + \frac{x}{4}\right)\theta \tag{5}$$

$$l_1 = \left(R - \frac{x}{4}\right)\theta \tag{6}$$

Resulta entonces un sistema de ecuaciones con dos incógnitas, R y θ. Despejando R de este sistema llegamos a la solución correcta que es la **a**.

Problema 5: Resolución

Pregunta 11: Elegimos como eje x el paralelo a la pendiente de la montaña (positivo para donde baja) y como eje y el perpendicular (positivo para donde sale de la montaña). Primero necesitamos encontrar el tiempo que tarda el esquiador en llegar hasta la base, para así saber cuánto tiempo debe tardar la avalancha. Con ese fin, utilizamos la ecuación de MRUV en el esquiador, que como su velocidad inicial es nula se resume a

$$\Delta x = \frac{1}{2}a_e \Delta t^2$$

donde $\Delta x = d = 50\text{m}$ y a_e su aceleración.

Para obtener a_e utilizamos el diagrama de cuerpo libre en $\hat{x}$. Se obtiene

$$m_e a_e = m_e g \cdot \sin(\alpha) - m_e g \cos(\alpha) \cdot \mu$$
$$a_e = g \cdot [\sin(\alpha) - \cos(\alpha) \cdot \mu] \tag{7}$$

donde $m_e = 80$kg la masa del esquiador, $g = 10\text{m/s}^2$ la aceleración gravitatoria, α el ángulo de inclinación y $\mu = 0{,}5$ el coeficiente de rozamiento dinámico. Reemplazando, obtenemos $a_e \approx 2{,}60$ m/s^2. Entonces, usando la ecuación de movimiento se obtiene $\Delta t \approx 6{,}20$ seg.

Por su parte, la ecuación de movimiento de la avalancha es

$$D = v_{0,av}\Delta t + 1/2 a_a \Delta t^2$$

donde D es la distancia de la avalancha a la base de la montaña (o sea, lo que queremos averiguar), $v_{0,av} = 25$m/s es la velocidad inicial de la avalancha, a_a su aceleración y $\Delta t = 6{,}20$ seg, el tiempo que tardó el esquiador en llegar a la base. Para obtener a_a hacemos el diagrama de cuerpo libre de la avalancha y miramos lo que sucede en el eje x. Lo que se obtiene es

$$m_a a_a = m_a g \sin(\alpha)$$
$$a_a = g \sin(\alpha) \approx 6{,}43 m/s^2$$

Entonces, reemplazando en la ecuación de movimiento obtenemos $D \approx 279$m, por lo que la respuesta correcta es la **e**.

Pregunta 12: Usamos nuevamente la ecuación de movimiento del MRUV, con $D = 100\,\text{m}$, y la aceleración es la misma que antes. Entonces, $\Delta t \approx 5{,}58$ seg.

La misma ecuación debe usarse para el esquiador, de modo que la aceleración resulta $a_e = 2d/\Delta t^2 \approx 3{,}21\,\text{m/s}^2$. Además, considerando ahora $\mu = 0{,}8$, el diagrama de cuerpo libre resulta

$$m_e a_e = m_e g \cdot \sin(\alpha) - m_e g \cos(\alpha) \cdot \mu + F$$

Despejando F obtenemos

$$F = m_e a_e - m_e g \sin(\alpha) + m_e g \cos(\alpha)\mu \approx 233N$$

Entonces, la respuesta correcta es la **c**.

Problema 6: Resolución

Pregunta 13: Como el campo eléctrico es constante, el potencial eléctrico es directamente $V = E\,d$. Con $d = 0{,}75\,\text{m}$, obtenemos $V = 0{,}9$V, la respuesta **b**.

Pregunta 14: Para que la partícula tenga esperanzas de entrar, tenemos que pedir que a sea el radio de la trayectoria. La fuerza magnética va a hacer las veces de fuerza centrípeta, de modo que tenemos la igualdad

$$q\,v\,B = \frac{v^2}{R} m \tag{8}$$

Despejando, obtenemos $v = q\,B\,R/m$ y, reemplazando por los valores obtenidos, resulta la respuesta correecta la **b**.

Pregunta 15: Con la conservación de la energía, la energía eléctrica $E_{\text{eléc}} = q\,E\,d$ se transforma toda en energía cinética. Así podemos hallar la velocidad $v = \sqrt{2q\,E\,d/m}$, que resulta en una velocidad de $v = 39\text{m}s$. Igual que antes puede calcularse el radio de curvatura, que resulta ser, para esta velocidad, $R = 12\,\text{cm}$. A partir de esto, puede verse que la distancia cubierta verticalmente l debe ser tal que $l^2 + (R - a)^2 = R^2$. Despejando l obtenemos $l = 10\,textcm$. Como ya recorrió 30 cm acelerándose y debe recorrer 50 cm, quedan 10 cm que debe recorrer sin el campo eléctrico encendido. De este modo,la respuesta correcta es la **c**.

Respuestas

Pregunta	a	b	c	d	e
1		X			
2			X		
3			X		
4				X	
5		X			
6	X				
7		X			
8				X	
9	X				
10	X				
11					X
12			X		
13		X			
14		X			
15			X		