Olimpiadas Metropolitanas de Física

Nivel avanzado

Prueba de opciones múltiples

NOMBRE COMPLETO:..
ESCUELA A LA QUE PERTENECE:...
NÚMERO DE EXAMEN:.............

- Chequee que el nivel de su prueba sea adecuado.
- No se pueden usar libros ni apuntes.
- La prueba dura un total de 3 horas.
- Para la puntuación de los problemas de opción múltiple se tendrá en cuenta:
  1. 1 Punto por respuesta correcta
  2. -0.25 Puntos por respuesta incorrecta
  3. 0 Puntos por respuesta sin contestar o más de una respuesta.

NÚMERO DE EXAMEN:

HOJA DE RESPUESTAS

Marque con una cruz (X) la respuesta correcta. Solo se permite marcar una única cruz por pregunta

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

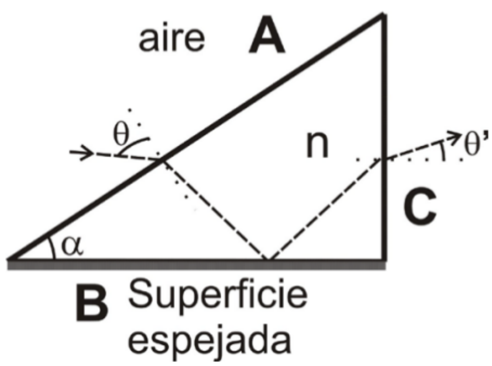
Problema 1

Los prismas son materiales muy útiles en el campo de la óptica. Sus usos van desde la fabricacion de prismáticos y monoculares hasta el armado de complejos espectroscopios, con los cuales se pueden medir con mucha precisión las líneas de emisión de diferentes fuentes de luz para poder inferir qué es lo que las genera. Newton ya hacía esto al descomponer haces de luz blanca en los diferentes colores con un prisma dispersivo.

Aquí estudiaremos un prisma reflectivo, como el de la figura , donde las caras **A** y **C** forman un ángulo α mientras que las caras **B** y **C** forman uno recto. La superficie **B** del prisma está espejada. Este prisma tiene un índice de refracción n y está rodeado de aire (cuyo índice de refracción es 1).

En las primeras tres preguntas se estudia un rayo que incide desde la izquierda refractándose en la superficie **A** e incidiendo luego sobre la superficie **B**. Seguidamente, el rayo se refleja en la superficie espejada **B** y se sabe que dicho rayo incide a su vez sobre la superficie **C**. El rayo incidente sobre la superficie **A** forma un ángulo θ respecto de la normal a dicha superficie.

(Tenga en cuenta que las respuestas posibles están redondeadas a un decimal a excepción la cuarta pregunta, cuya respuesta está redondeada a dos decimales).



Pregunta 1

Si se sabe que n=1,5 y el ángulo del prisma es $\alpha = 30°$ ¿Cuál es valor mínimo del ángulo de incidencia para que se cumpla la condición de reflexión total interna sobre la superficie **C**?

1. $13,7°$
2. $27,9°$
3. $36,1°$
4. $40,0°$
5. $42,1°$

Pregunta 2

Si el índice refracción del prisma es n=1,5 y ahora el ángulo del prisma es $\alpha = 60°$, ¿cuánto valdrá el ángulo θ' (del rayo trasmitido en la superficie **C**) si el rayo incidente es perpendicular a la superficie **A** (es decir $\theta = 0$)?

1. $48,6°$
2. $21,2°$
3. $52,4°$
4. La condición no se cumple para ningún ángulo θ'.
5. La condición se cumple para todo ángulo θ'.

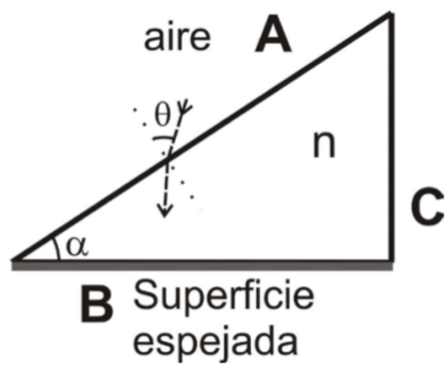
Pregunta 3

Suponiendo que el ángulo de incidencia es tal que $0 \leq \theta \leq 90° - \alpha$ y que el índice de refracción del prisma es n=1,5 ¿Cuánto debe valer el ángulo del prisma α para que exista algún ángulo de incidencia $\theta \leq 90° - \alpha$ para el cual el rayo trasmitido, al atravesar la superficie **C**, sea paralelo al incidente?

1. $30°$
2. $45°$
3. $58,6°$
4. No existe ningún valor de α que cumpla dicha condición.
5. La condición se cumple para todo α.

Pregunta 4

Supongamos ahora que el rayo incide como se indica en la figura , sabiendo que el ángulo del prima es $\alpha = 30°$ y que el ángulo de incidencia $\theta = 45°$. ¿Cuál es el máximo valor del índice de refracción n del prisma para el cual el rayo que emerge del mismo lo hace hacia la izquierda sin incidir en ningún momento sobre la superficie **C**?



1. 1,21
2. 1,36
3. 1,41
4. 1,53
5. Cualquier valor del n cumple con la condición pedida

Problema 2

Se utiliza un espectrómetro de masa para identificar un ion desconocido, que llamaremos X. Para lograrlo, se genera un haz que contenga iones de carbono (cuya masa es 12 uma) y de X. En primer lugar, se coloca a los iones en un campo eléctrico uniforme que los acelera. Para ionizar los átomos se les extrajo un electrón, de modo que la masa de cada ion es e (la carga del electrón, pero con signo positivo).

Pregunta 5

Si la diferencia de potencial generada por el campo eléctrico es ΔV y llamamos m a la masa del ión en cuestión, la velocidad de los iones luego de someterse al campo eléctrico viene dada por:

1. $v = \frac{2e\Delta V}{m}$
2. $v = \sqrt{\frac{e\Delta V}{m}}$
3. $v = \sqrt{\frac{2e\Delta V}{m}}$
4. $v = \frac{e\Delta V}{m}$

5. $v = \frac{me\Delta V}{2}$

Una vez acelerados, los iones se hacen pasar por una zona en la que hay presente un campo magnético perpendicular a su velocidad. Este campo hace que los iones comiencen a describir una trayectoria circular. Se miden los radios de las circunferencias, y resultan de $9cm$ y $10,4cm$. En un experimento anterior se habían hecho pasar sólo iones de carbono, determinando que el radio que le corresponde al carbono es el de $9cm$.

Pregunta 6

¿Cuál es la masa del ion X? (Redondeando el resultado a la unidad)

1. $m_X = 16$ uma
2. $m_X = 9$ uma
3. $m_X = 14$ uma
4. $m_X = 6$ uma
5. Los datos son insuficientes para averiguar m_X

Problema 3

El señor del fuego Osai planea invadir a la Nación de la Tierra utilizando para ello dirigibles gigantes que flotan a una altura $h = 500m$ gracias a la diferencia de densidades que hay entre el aire caliente (en el interior del dirigible) y el aire frio del entorno. El arquitecto encargado del diseño y construcción utilizó un modelo simplificado para entender el funcionamiento del dirigible. Supuso que podía muy bien aproximarse por un cascaron esférico de radio $r = 10$m y de masa (sin aire adentro) $m_0 = 1000$kg. El arquitecto desea conocer la dependencia de la densidad del aire con la temperatura en el interior del dirigible. Para ello considera al aire como un gas ideal de masa molar $M = 28,85g/$mol. Además, sabe que a la altura de funcionamiento del dirigible la presión atmosférica es de $p = 0,9atm$ y que ésta es igual tanto afuera como adentro del dirigible.

Pregunta 7

Encontrá la relación entre la densidad del aire y la temperatura T del aire en el interior. $(R = 0,083atml/(molK))$.

1. $\rho(T) = \frac{149K\frac{g}{l}}{T}$
2. $\rho(T) = \frac{313K^2\frac{g}{l}}{T^2}$

3. $\rho(T) = \frac{313K\frac{g}{l}}{T}$

4. $\rho(T) = \frac{149\frac{g}{l}}{T}$

5. $\rho(T) = \frac{313\frac{g}{l}}{T}$

Pregunta 8

Para mantener el dirigible flotando es necesario calentar el aire interior de la esfera. Sabiendo que a esa altura la atmósfera tiene una temperatura promedio de $T = 20°\text{C}$, ¿cuál debe ser la temperatura interior para que el dirigible se encuentre en equilibrio dinámico a la altura $h = 500\text{m}$?

1. $T = 93°\text{C}$.

2. $T = 274°\text{C}$

3. $T = 500°\text{C}$

4. $T = 315K$

5. $T = 104°\text{C}$

Finalmente, el señor del fuego quiere saber cuántos maestros fuego será necesario subir a bordo para garantizar un vuelo sin interrupciones. Para ello considere en primer lugar que el dirigible no es perfectamente adiabático y tiene perdidas de calor. Se sabe que el ritmo de pérdida de energía interna es de $\Delta U = 200\text{kJ}$ cada hora. En segundo lugar se sabe que un maestro fuego sólo puede trabajar calentando el interior del dirigible por 4 horas al día. Por último, para sus cálculos, el arquitecto considera que un maestro fuego es equivalente a utilizar una máquina térmica que entrega un calor Q=50kJ cada hora.

Pregunta 9

Con esto en mente, utilizando la primera ley de la termodinámica y sabiendo que durante todo el proceso no hay variación de volumen en el dirigible y por lo tanto no se ejerce ningún trabajo sobre el mismo, calcular cuántos maestros fuego será necesario mantener a bordo como mínimo para sostener al dirigible flotando las 24 horas.

1. 24 maestros

2. 20 maestros

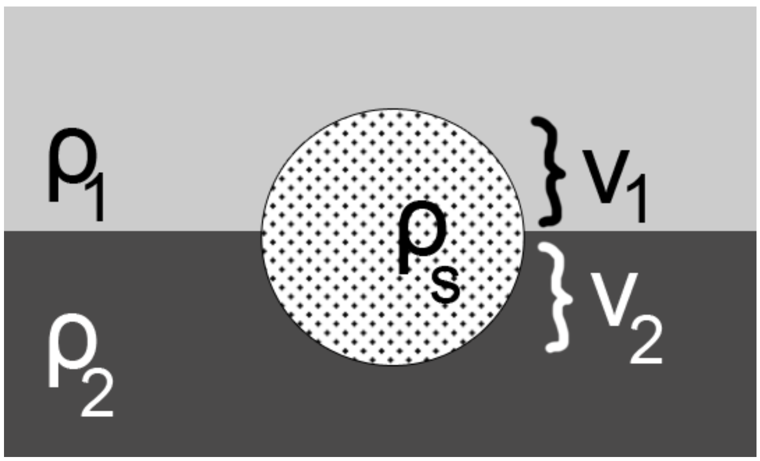
3. 10,3 maestros

4. 6 maestros

5. 96 maestros

Problema 4

Se tiene el sistema que se observa en la figura: una esfera de radio R, masa M y densidad uniforme ρ_S flotando en la interfaz de separación de dos fluidos no miscibles (por ejemplo, agua y aceite) de densidades ρ_1 y ρ_2, con $\rho_1 < \rho_2$. Considere que la aceleración de la gravedad tiene un valor de g y que las densidades son uniformes dentro de su respectivo fluido. Identificaremos como V_1 al volumen de la esfera parcialmente sumergido en el primer fluido (y análogamente V_2), como se observan en la figura .



Fórmulas que pueden ser de utilidad:

- Volumen de una esfera: $V = \frac{4\pi R^3}{3}$
- Volumen de un cilindro: $V = \pi R^2 H$

Pregunta 10

Asumiendo que la esfera se encuentra en equilibrio en la interfaz, ¿cuál debe ser el valor de ρ_S tal que el cociente entre volúmenes sea $\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$?

1. $\rho_S = \frac{2\rho_1 - \rho_2}{3}$
2. $\rho_S = \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3}$
3. $\rho_S = \frac{3\rho_1 + 3\rho_2}{2}$
4. $\rho_S = \frac{-\rho_1 + 2\rho_2}{3}$
5. $\rho_S = \frac{2\rho_1 + \rho_2}{3}$

Pregunta 11

Se disuelve ahora una sal en el primer fluido manteniendo su volumen constante, de modo que su densidad ρ_1 aumente pero siga valiendo que $\rho_1 < \rho_2$. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correctas?

1. La esfera sube respecto a la interfaz
2. La esfera baja respecto a la interfaz
3. La esfera mantiene su posición respecto a la interfaz
4. Es imposible que la esfera flote en esas condiciones
5. No se puede inferir nada a partir de los datos conocidos.

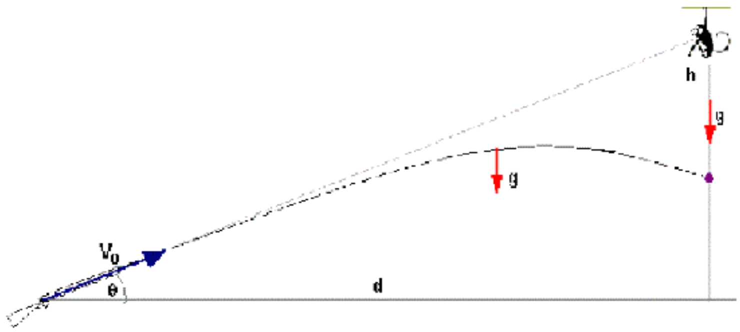
Pregunta 12

Se reemplaza ahora la esfera por un cilindro de radio R , altura H y de la misma densidad ρ_S. Al hundirlo alcanza el equilibrio en la interfaz de los fluidos, con las caras circulares paralelas a la interfaz, y se observa que un cuarto de su volumen total está sumergido en el fluido cuya densidad es ρ_1 . ¿Cuánto vale la diferencia de presión entre las caras superior e inferior del cilindro?

1. $\Delta P = gH\frac{3\rho_1+4\rho_2}{4}$
2. $\Delta P = gH\frac{3\rho_1+\rho_2}{4}$
3. $\Delta P = gH\frac{\rho_1+3\rho_2}{4}$
4. $\Delta P = gH\frac{4\rho_1-3\rho_2}{4}$
5. $\Delta P = gH\frac{\rho_1+\rho_2}{4}$

Problema 5

Un cazador con un rifle de aire comprimido desea disparar un dardo a un mono que cuelga de una rama. El cazador apunta directamente al mono sin tener en cuenta que el dardo seguirá una trayectoria parabólica y pasará, por lo tanto, por debajo de la posición inicial del mono. Sin embargo el mono, ignorando el razonamiento anterior, observando al cazador se suelta de la rama al mismo momento del disparo y cae del árbol, esperando evitar el dardo. El dardo sale del rifle con una velocidad v_0, y es disparado formando un ángulo θ con el suelo, como se ve en la figura . El árbol donde está el mono se encuentra a una distancia d del cazador. (*Nota: ningún mono resultó lastimado durante este problema.*)



Pregunta 13

¿Cuál el tiempo t que toma el dardo en interceptar la trayectoria del mono? ¿A qué altura y_d lo hace?

1. $t = \frac{v_0 \cos\theta}{d}$, $\quad y_d = v_0 \cos\theta t - \frac{gt^2}{2}$
2. $t = \frac{d}{v_0 \cos\theta}$, $\quad y_d = v_0 \sin\theta t - \frac{gt^2}{2}$
3. $t = \frac{v_0}{d}$, $\quad y_d = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
4. $t = \frac{d}{v_0}$, $\quad y_d = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
5. $t = \frac{d}{v_0}$, $\quad y_d = v_0 \tan\theta t$

Pregunta 14

Calculá la altura y_m a la que está el mono cuando el dardo atraviesa su vertical. ¿El mono se salva del dardo?

1. $y_m = d\tan\theta - \frac{gd^2}{2(v_0 \sin\theta)^2}$, el mono no se salva.
2. $y_m = d\tan\theta - \frac{gd^2}{2(v_0 \sin\theta)^2}$, el mono se salva.
3. $y_m = d\tan\theta - \frac{g(v_0 \sin\theta)^2}{2d^2}$, el mono no se salva.
4. $y_m = d\tan\theta - \frac{g(v_0 \sin\theta)^2}{2d^2}$, el mono se salva.
5. El mono ya está en el piso cuando el dardo atraviesa su vertical, el mono se salva.

Pregunta 15

¿Con qué velocidad atraviesa el mono el nivel horizontal del rifle?

1. $v = \sqrt{gd \tan\theta}$
2. $v = \sqrt{2gd \cot\theta}$
3. $v = 2gd \tan\theta$
4. $v = \sqrt{2gd \tan\theta}$
5. Depende de la masa del mono.