



Instituto
Balseiro

Prueba de Admisión
Maestría en Ciencias
Físicas

18 de marzo de 2022
9:00 – 12:00

Nombre y Apellido:

EXAMEN DE ADMISIÓN MAESTRÍA EN CIENCIAS FÍSICAS

INSTITUTO BALSEIRO

2022

Instrucciones

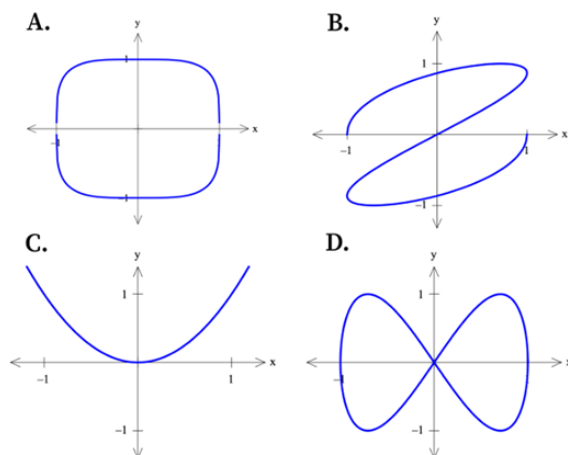
Este cuadernillo contiene, además de esta hoja de instrucciones, los enunciados de 25 problemas. Se le pide que:

- Escriba claramente su nombre en la primera hoja.
- Cada problema o pregunta está seguida por 5 posibles respuestas. Se le asignará un punto a cada pregunta respondida correctamente. Se le asignará cero punto a cada pregunta mal contestada, con más de una respuesta o no respondida.
- Dispone de **3 horas** para terminar el examen. Esto representa aproximadamente 7 minutos para cada pregunta. Trate de no demorarse demasiado en preguntas que le resulten difíciles. Conteste en primer lugar las que le resulten más fáciles y deje las otras para el final.

1) Consideremos la función de dos variables

$$\{x = 3t - 4t^3, \quad y = 2t\sqrt{1 - t^2}, \quad -1 \leq t \leq 1$$

Cuál de los siguientes gráficos representa la función en el plano (x,y)



(A) (B) (C) (D) (E) Ninguna de las anteriores

2) Sea $f(x)=3\text{sen}(x)+2$. Para todo $x_1 \in [0, \pi/2]$, existe un $x_2 \in [0, \pi/2]$ de manera que se cumple $f(x_1)+2 f(x_2+y)=3$

¿Cuál debe ser el valor de y ?

(A) $2\pi/5$ (B) $3\pi/5$ (C) $4\pi/5$ (D) π (E) $6\pi/5$

3) Dados seis números reales **distintos**, $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3$, que satisfacen las siguientes condiciones

$$x_1 < y_1, x_2 < y_2, x_3 < y_3$$

$$x_1 + y_1 = x_2 + y_2 = x_3 + y_3$$

$$x_1 y_1 + x_3 < y_3 = 2x_2 y_2 > 0$$

¿Cuál de las siguientes desigualdades debe satisfacerse?

(A) $2x_2 < x_1 + x_3$ (B) $2x_2 > x_1 + x_3$ (C) $x_2^2 < x_1 x_3$ (D) $x_2^2 > x_1 x_3$ (E) $x_1^2 > x_2 x_3$

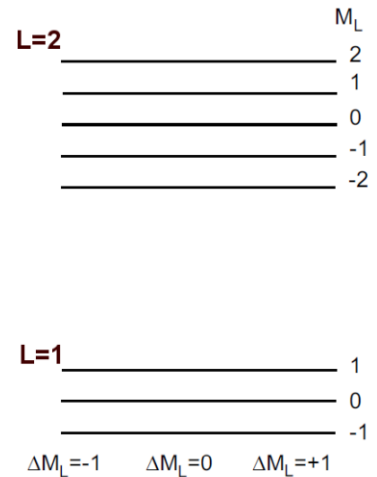
4) Suponga que quiere estimar la densidad de una esfera y dispone de una balanza y de un calibre que miden, respectivamente, con una precisión del

4% y del 1%. ¿Con qué incerteza se podrá determinar la densidad de la esfera?

- A) 1%
- B) 4%
- C) 5%
- D) 2.5%
- E) 1.5 %

5) El efecto Zeeman normal es una interacción que aparece cuando el momento orbital L de un átomo se acopla con un campo magnético externo B . Suele describirse por un Hamiltoniano de la forma: $H = \mu_B L \cdot B / \hbar$, en donde $\mu_B = e\hbar/2m$ es el magnetón de Bohr. Si el campo B se aplica en la dirección z y se reemplaza el operador L_z por sus autovalores, entonces la energía asociada a la interacción queda $E = \mu_B m_L \cdot B$, con $m_L = -L, -L+1 \dots L-1, L$. Teniendo en cuenta que solo están permitidas transiciones de $\Delta L = \pm 1$ y $\Delta m_L = 0, \pm 1$, ¿cuántas transiciones se pueden dar entre un estado de $L=2$ y otro de $L=1$?

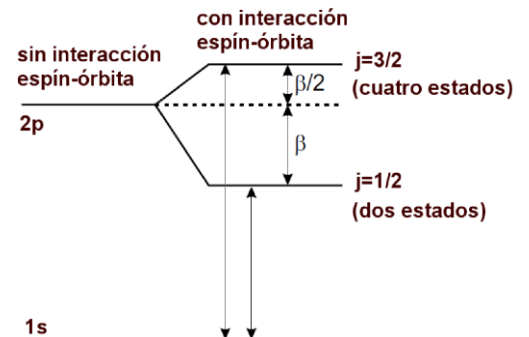
- A) Tres
- B) Cinco
- C) Seis
- D) Ocho
- E) Nueve



6) La interacción espín-órbita acopla el momento angular orbital L y el espín S de los electrones en los átomos, originando el desdoblamiento de estados degenerados según los autovalores del operador $J_z = L_z + S_z$. En el caso particular de un electrón ($S=1/2$) en un orbital p ($L=1$), se observa que la interacción rompe la degeneración de los seis niveles $2p$ desdoblando en cuatro estados de $J=3/2$ y dos estados de $J=1/2$.

Si se excita al átomo, es posible que ocurran transiciones entre los estados $2p$ y $1s$ ($L=0$), denominadas $K\alpha_1$ ($J=3/2$) y $K\alpha_2$ ($J=1/2$). ¿Qué relación aproximada de intensidades se espera para las líneas de emisión de estas transiciones?

- A) $K\alpha_1/K\alpha_2 = 6$
- B) $K\alpha_1/K\alpha_2 = 3/2$
- C) $K\alpha_1/K\alpha_2 = 1/2$
- D) $K\alpha_1/K\alpha_2 = 1$
- E) $K\alpha_1/K\alpha_2 = 2$



7) La energía potencial entre dos dipolos separados una distancia r es

$$E_{dip} = \frac{1}{r^3} \left(\mu_1 \cdot \mu_2 - \frac{3}{r^2} (\mu_1 \cdot r)(\mu_2 \cdot r) \right)$$

Para estimar la dependencia de la interacción con la distancia suponemos

$\mu_1 || \mu_2 || r$ por lo que $E_{dip} = -\frac{2\mu_1\mu_2}{r^3}$. ¿Cómo será entonces la dependencia de la fuerza asociada a esta interacción con la distancia r ?

- A) $F \propto 1/r^2$
- B) $F \propto 1/r^3$
- C) $F \propto 1/r^4$
- D) $F \propto 1/r$
- E) $F \propto \ln r$

8) Sean X_1 y X_2 dos variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas de forma uniforme en el intervalo $(0,1)$ ¿Cuál es la probabilidad de que $X_1 + X_2$ sea menor a $1/2$?

- (A) $1/8$.
- (B) $1/2$.
- (C) 0 .
- (D) $1/\pi$.
- (E) $1/4$.

9) Espero uno de dos colectivos, línea 20 o línea 21. El colectivo línea 20 pasa aleatoriamente a una tasa de 3 colectivos por hora, mientras que el 21 pasa a una tasa de 1 por hora, independiente del primero. Si tomo el primer colectivo que llega ¿Cuál es el tiempo medio de espera?

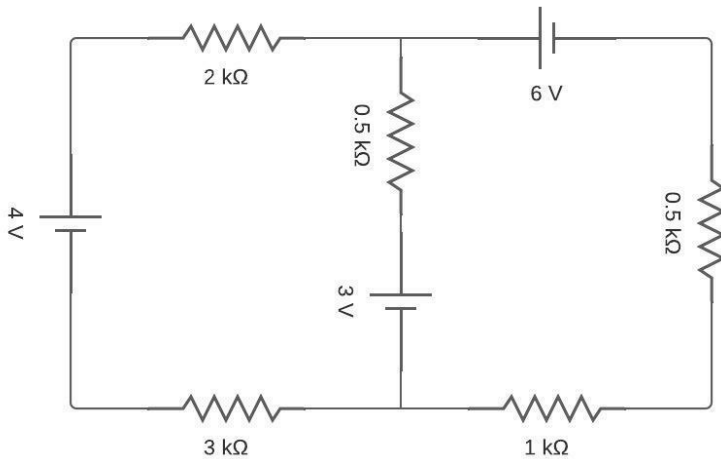
- (A) 20 minutos.
- (B) 10 minutos.
- (C) 30 minutos.
- (D) 15 minutos.
- (E) 7 minutos.

10) Un individuo desea saber si posee la enfermedad Z, que en personas de su edad y condición tiene una prevalencia del 1 %. Existe un test que es 90 % confiable. Este individuo se realiza el test y sale positivo ¿Cuál es la probabilidad de que tenga la enfermedad Z?

- (A) $3/5$.

- (B) $1/12$.
- (C) $9/10$.
- (D) $1/100$.
- (E) $2/5$.

11) Encontrar las corrientes en cada malla.

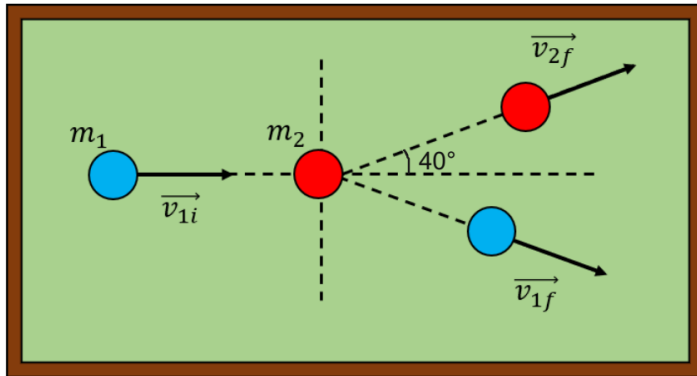


- A. 1,4 mA y 0,4 mA
- B. 2,0 mA y 0,5 mA
- C. 2,0 A y 0,4 A
- D. 1,4 mA y 0,2 mA
- E. 1,2 mA y 0,2 mA

12) La frecuencia de la sirena de un camión de bomberos es de 1500 Hz cuando está avanzando a 72 km/h. ¿Qué frecuencia detecta una persona que está sentada en un café cuando el camión se acerca? (LS)

- A. 1250 Hz
- B. 1594 Hz
- C. 1417 Hz
- D. 2530 Hz
- E. 520 Hz

13) Una bola azul (clara) choca con una bola roja (oscura) en reposo, la bola azul tiene una masa de 500 g y la bola roja tiene una masa de 400 g. La velocidad inicial de la bola azul es de 0,8 m/s y la velocidad final de la bola roja es de 0,5 m/s y un ángulo de 40° . ¿Cuál es la velocidad final de la bola azul?
(LS)

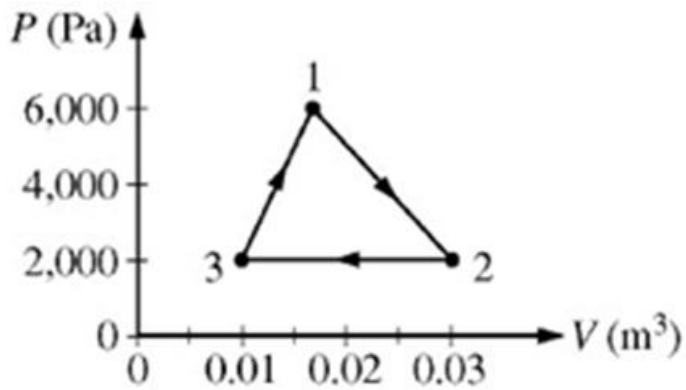


- A. 7,0 m/s
- B. 0,6 m/s y 28°
- C. 0,5 m/s y 45°
- D. 1,0 m/s y 20°
- E. 0,6 m/s

14) ¿Cuál de las siguientes afirmaciones se cumple en cualquier sistema en el que ocurre un proceso termodinámico reversible?

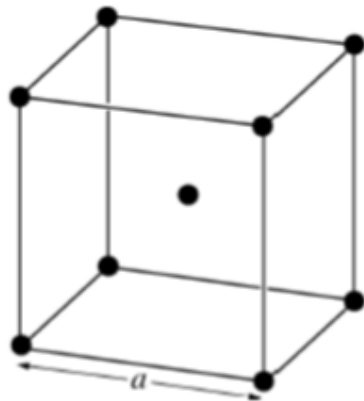
- A) No hay cambios en la energía interna del sistema
- B) La temperatura del sistema permanece constante
- C) La entropía del universo (sistema y entorno) no cambia
- D) La entropía del sistema no cambia
- E) El trabajo neto realizado por el sistema es nulo

15) Una muestra de nitrógeno gaseoso realiza un ciclo termodinámico como el que se muestra en la figura. ¿Cuál es el valor de la transferencia neta de calor al sistema en un ciclo completo 1->2->3->1?



- (A) -80J (B) -30J (C) 40J (D) 80J (E) 180J

16) La celda unidad convencional de una red de Bravais cúbica centrada en el cuerpo se muestra en la figura. Esta celda convencional tiene un volumen a^3 . ¿Cuál es el volumen de la celda unidad primitiva?



- A) $a^3/8$
 B) $a^3/4$
 C) $a^3/2$
 D) a^3
 E) $2a^3$

17) Sea $\alpha \in \mathbf{R}$, $A = \begin{pmatrix} \alpha & \alpha - 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$, encontrar todos los $\alpha \in \mathbf{R}$ tales que A sea diagonalizable.

- A) $\alpha = 0$
- B) $\alpha = 2$
- C) $\nexists \alpha \in \mathbf{R}$ tal que A sea diagonalizable.
- D) $\alpha = -2$
- E) $\alpha = 2^{1/2}$

18) Sea un sistema con 5 momentos magnéticos, que pueden apuntar en solo dos direcciones: positiva con $M_i = 1$ y negativa con $M_i = -1$. Calcule la fracción de estados $[f(M_{\text{Total}})]$ con magnetización $M_{\text{Total}} = 0, 1, 2, 3, 4$ ó 5.

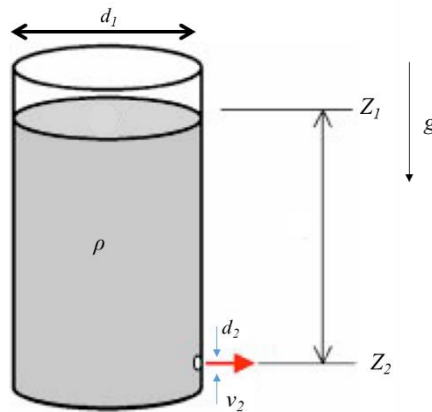
- (a) $f(M_{\text{Total}}=0) = f(M_{\text{Total}}=1) = f(M_{\text{Total}}=2) = f(M_{\text{Total}}=3) = f(M_{\text{Total}}=4) = f(M_{\text{Total}}=5) = 32/5$
- (b) $f(M_{\text{Total}}=1) = f(M_{\text{Total}}=3) = f(M_{\text{Total}}=5) = 32/3$ y $f(M_{\text{Total}}=0) = f(M_{\text{Total}}=2) = f(M_{\text{Total}}=4) = 0$
- (c) $f(M_{\text{Total}}=0) = 0, f(M_{\text{Total}}=1) = 10/32, f(M_{\text{Total}}=2) = 0, f(M_{\text{Total}}=3) = 5/32, f(M_{\text{Total}}=4) = 0$ y $f(M_{\text{Total}}=5) = 1/32$
- (d) $f(M_{\text{Total}}=0) = 1/32, f(M_{\text{Total}}=1) = 10/32, f(M_{\text{Total}}=2) = 5/32, f(M_{\text{Total}}=3) = 5/32, f(M_{\text{Total}}=4) = 10/32$ y $f(M_{\text{Total}}=5) = 1/32$
- (e) ninguna de las anteriores

19) Se tiene un recipiente como el de la Figura conteniendo un fluido incompresible a presión atmosférica. El diámetro superior del recipiente es mucho mayor que el inferior. Calcular la expresión para la velocidad del fluido en el orificio inferior (v_2).

Considerar la ecuación de Bernoulli sin pérdidas:

$$\rho \frac{v_i^2}{2} + P_i + \rho \cdot g \cdot Z_i = \text{Constante},$$

donde v_i es la velocidad en el punto i , ρ es la densidad del fluido, P_i es la presión en la interfaz del aire y el fluido en el punto i , g la aceleración de la gravedad y Z_i la altura del fluido en la posición i . Adicionalmente, considerar que las velocidades en los puntos 1 y 2 están relacionadas con la ecuación de continuidad $d_1^2 v_1 = d_2^2 v_2$.



- (a) $v_2 = \sqrt{2g(Z_1 - Z_2)}$
 (b) $v_2 = \sqrt{2gZ_1} - \sqrt{2gZ_2}$
 (c) $v_2 = [2g(Z_2 - Z_2)]^2$
 (d) $v_2 = \sqrt{2g(Z_1 - Z_2)} + \sqrt{P_2/\rho}$
 (e) $v_2 = \sqrt{2g(Z_1 - Z_2) + \frac{2}{\rho}(P_1 - P_2)}$

20) Dos péndulos simples A y B de idénticas masas están suspendidos de cuerdas de largos L_A y L_B respectivamente. Ambos oscilan en un mismo campo gravitatorio. Si el período de B duplica el de A, cual de las siguientes afirmaciones es cierta respecto de L_A y L_B

- (A) $L_B = L_A/4$ (B) $L_B = L_A/2$ (C) $L_B = L_A$ (D) $L_B = 2L_A$ (E) $L_B = 4L_A$

21) Una varilla mide 1m en un sistema en reposo. Cuán rápido debe moverse un observador paralelamente a la varilla para que la varilla mida 0.8 m

- (A) 0.5c (B) 0.6c (C) 0.7c (D) 0.8c (E) 0.9c

22) Un sistema de referencia inercial S' se mueve a velocidad constante respecto de otro sistema de referencia inercial S .

Un observador en S mide la energía E , el momento p y la posición x de una partícula en movimiento en un tiempo t .

Un observador en S' mide la energía E' , el momento p' y la posición x' de una partícula en movimiento en un tiempo t' para la misma partícula y el mismo evento. Cual de las siguientes expresiones es válida

- (A) $x=x'$
 (B) $p=p'$
 (C) $t=t'$

(D) $E=E'$

(E) $E^2 - (pc)^2 = E'^2 - (p'c)^2$

23) Una partícula en un pozo cuadrado infinito tiene como función de onda inicial una mezcla homogénea de tres estados estacionarios ortonormales

$$\Psi(x,0) = A[\psi_1(x) + \psi_2(x) + \psi_3(x)].$$

Cuánto vale la constante de normalización A ?

(A) $\frac{1}{\sqrt{3}}$

(B) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(C) 1

(D) $\sqrt{2}$

(E) $\sqrt{3}$

24) A cuál de las siguientes partículas se asemeja el muón negativo μ^- por sus propiedades ?

(A) Quark (B) Boson (C) Fotón (D) Mesón (E) Electrón

25) Cuando un objeto se coloca a 25 cm de la lente 1, se forma una imagen invertida a 100 cm de la lente, como se muestra en la figura 1. Una segunda lente con distancia focal de 20 cm se ubica a 110 cm de la primera lente, como se muestra en la figura 2. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es correcta en relación a la imagen del objeto producida por la lente 2.

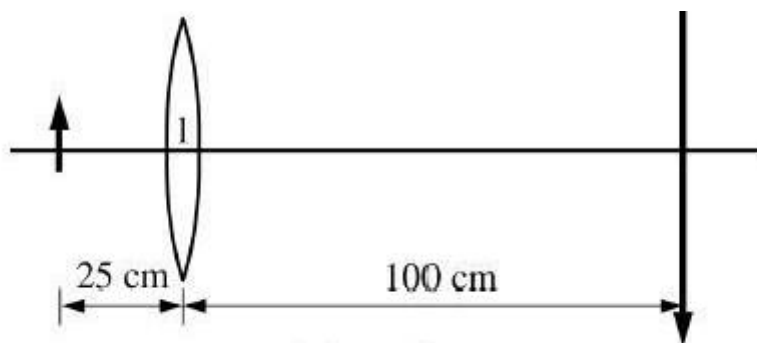


Figura 1

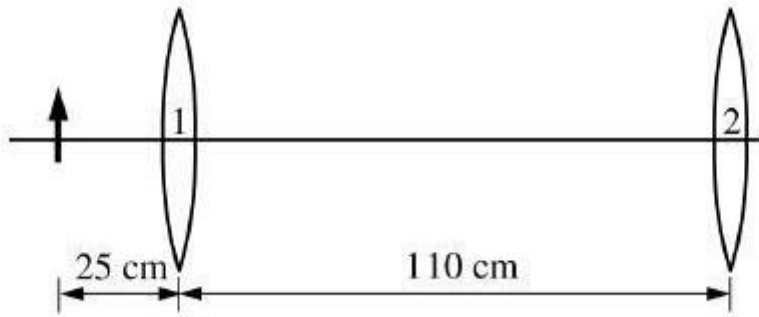


Figura 2

- A) Es real e invertida respecto al objeto
- B) Es real y directa (es decir, no invertida) respecto al objeto
- C) Es virtual e invertida respecto al objeto
- D) Es virtual y directa respecto al objeto
- E) No se puede producir una imagen en esta situación

Admisión Instituto Balseiro - 2022

Hoja de respuestas

Maestría en Ciencias

Físicas

Nombre:

Número de documento:

1. a b c d e
2. a b c d e
3. a b c d e
4. a b c d e
5. a b c d e
6. a b c d e
7. a b c d e
8. a b c d e
9. a b c d e
10. a b c d e
11. a b c d e
12. a b c d e
13. a b c d e
14. a b c d e
15. a b c d e
16. a b c d e
17. a b c d e
18. a b c d e
19. a b c d e
20. a b c d e
21. a b c d e
22. a b c d e
23. a b c d e
24. a b c d e
25. a b c d e