

### INSTRUCCIONES:

El examen de Física de las convocatorias de 2021 consta de las siguientes secciones:

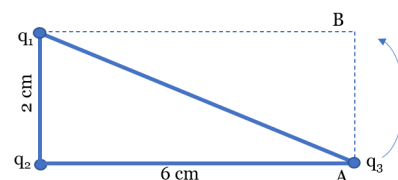
- Sección 1: CUATRO problemas numerados de 1 a 4, cada uno con un valor máximo de 3 puntos. De estos problemas se elegirán libremente DOS para resolver. Cada estudiante debe indicar claramente en su examen cuáles son los números de los problemas que elige.
- Sección 2: SEIS cuestiones, numeradas de 5 a 10, cada una con un valor máximo de 1 punto. De ellas se elegirán libremente TRES para resolver. Cada estudiante debe indicar claramente en su examen cuáles son los números de las cuestiones que elige para contestar.
- Sección 3: DOS cuestiones experimentales, numeradas 11 y 12, cada una con un valor máximo de 1 punto. De ellas se elegirá libremente UNA para resolver. Cada estudiante debe indicar claramente en su examen cual es el número de la cuestión experimental que elige.

En caso de que faltase indicación clara de qué problemas o preguntas de una determinada sección son las que han sido elegidas en la contestación, y si hubiese un exceso de problemas o preguntas de la sección que han sido contestadas, únicamente se corregirán y calificarán aquellas que tengan los números de orden más bajos dentro de la sección correspondiente.

En la resolución de los problemas y en la contestación de las preguntas o cuestiones se valorará prioritariamente la aplicación de los principios físicos pertinentes, la presentación ordenada de los conceptos y el uso cuando sea preciso de diagramas y/o esquemas apropiados para ilustrar la resolución. Podrá utilizarse regla y cualquier calculadora que no permita el almacenamiento masivo de información ni comunicación inalámbrica.

### Sección 1: Problemas (elegir 2). Puntuación máxima 3 puntos cada uno.

- Tres cargas están situadas en los vértices de un triángulo rectángulo como indica la figura.
  - Determina la energía potencial electrostática de la carga  $q_3$ .
  - Calcula la fuerza que siente la carga  $q_2$  y su módulo  $|\vec{F}|$ .
  - ¿Cuánto trabajo costaría llevar la carga  $q_3$  desde su ubicación inicial (A) a la ubicación alternativa (B)? Indica si sería necesaria una fuerza externa para ello.

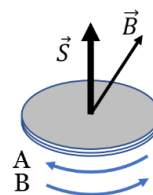
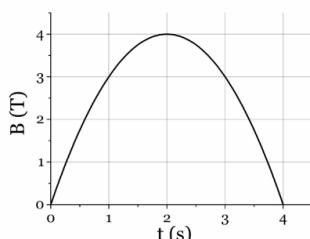


Datos:  $q_1 = 2 \text{ mC}$ ;  $q_2 = -1 \text{ mC}$ ;  $q_3 = -5 \text{ mC}$ ;  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

- El primer exoplaneta detectado en 1995, Dimidio, presenta una órbita circular alrededor de su estrella con una velocidad de 136 km/s y a una distancia de 7.78 millones de km (de centro a centro). Su radio es de 132800 km y su masa  $9 \cdot 10^{28} \text{ kg}$ .
  - Calcula la masa que tiene la estrella en torno a la que orbita, deduciendo la expresión necesaria
  - ¿Durante cuántos días tenemos que observar la estrella para registrar 5 tránsitos completos del planeta (es decir 5 vueltas completas alrededor de su estrella) y confirmar su existencia?
  - ¿Qué velocidad mínima deberíamos proporcionar a una sonda que se hubiera posado en el planeta para que pudiese escapar de la atracción del planeta? Deduce razonadamente la expresión.

Dato:  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

- Una bobina circular de radio 15 cm y 50 espiras se coloca de manera que su eje forma un ángulo de  $30^\circ$  con un campo magnético uniforme cuyo valor varía en el tiempo según  $B(t) = 4 - (t-2)^2 \text{ T}$ . La resistencia total de la bobina son  $5 \Omega$ .
  - Calcula el valor del flujo magnético en  $t = 2 \text{ s}$ .
  - Determina el valor la corriente inducida en la bobina en función del tiempo.
  - Calcula el valor de la corriente inducida en  $t = 1 \text{ s}$  y en  $t = 3 \text{ s}$ , y razona si el sentido en cada caso será el indicado en el esquema como "A" (horario visto desde arriba) o el "B" (antihorario visto desde arriba). Explica por qué no son iguales si el valor del campo es en ambos momentos igual (3 T).



- A una distancia de 15 cm a la derecha de una lente convergente de 5 cm de focal se registra una imagen óptica de 3 cm de alto en posición invertida.
  - Realiza un trazado de rayos para localizar la posición y tamaño del objeto que produce dicha imagen, explicando las reglas de trazado para los rayos que uses.
  - Determina numéricamente el tamaño y posición del objeto, así como el aumento lateral de este sistema óptico.
  - ¿Qué características de la imagen cambian si el objeto se sitúa a 3.5 cm a la izquierda de la lente? Realiza un trazado de rayos para ilustrarlo y determina la posición de la imagen y el aumento lateral para este caso, indicando razonadamente si la imagen es real o virtual.

**Sección 2: Cuestiones (elegir 3).** Puntuación máxima 1 punto cada una.

5. ¿Cuál es la longitud de onda asociada de un electrón cuya velocidad es la mitad de la velocidad de la luz? ¿Y la de una pelota de tenis de 50 g que se mueve a una velocidad de 400 m/s? Teniendo en cuenta que el tamaño de un núcleo atómico es del orden de  $10^{-15}$  m ¿Qué conclusión sacas de los valores calculados para las longitudes de onda?  
Datos:  $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$  J·s ;  $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$  kg ;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s
6. El potencial de detención de un metal es 0.1 V y el trabajo de extracción del metal es  $10^{-18}$  J. ¿Cuánto vale la energía del fotón incidente? ¿Y su frecuencia?  
Datos:  $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$  J·s ;  $q_e = 1.602 \cdot 10^{-19}$  C
7. Escribe las reacciones nucleares que tienen lugar cuando el Neptunio (Np-241) se desintegra emitiendo dos partículas  $\beta$  seguidas de una partícula  $\alpha$ . Puedes ayudarte del siguiente fragmento de la tabla periódica para obtener información necesaria, incluye los números atómicos.

|                                 |                                       |                                 |                                    |                                    |                                    |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 90<br><b>Th</b><br><i>Torio</i> | 91<br><b>Pa</b><br><i>Protactinio</i> | 92<br><b>U</b><br><i>Uranio</i> | 93<br><b>Np</b><br><i>Neptunio</i> | 94<br><b>Pu</b><br><i>Plutonio</i> | 95<br><b>Am</b><br><i>Americio</i> | 96<br><b>Cm</b><br><i>Curio</i> |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|

8. Calcular para el instante  $t = T/4$  la elongación de un punto cuya distancia a un foco emisor de ondas es  $x = \lambda/4$  sabiendo que la amplitud de la vibración es 2 cm y que la onda se desplaza de izquierda a derecha. ¿Y si viaja en sentido contrario?
9. Dos esferas metálicas de radios  $R_1 = R$  y  $R_2 = 2R$  están cargadas con una carga  $Q$  cada una de ellas. Determina la relación entre sus potenciales ( $V_1/V_2$ ) y si intercambiarán carga entre ellas al ponerlas en contacto: en caso afirmativo indica cuál de ellas da carga y cual recibe; en caso negativo justifica por qué.
10. Dos satélites de igual masa: A y B, describen órbitas circulares de diferentes radios alrededor de la Tierra:  $r_A > r_B$ . Contesta razonadamente a las siguientes preguntas:
  - a) ¿Cuál de los dos tiene mayor energía cinética?
  - b) Si los dos satélites estuvieran en la misma órbita  $r_A = r_B$  y tuviesen distinta masa  $m_A < m_B$ , ¿Cuál de los dos tendría más energía cinética?

**Sección 3: Cuestiones experimentales (elegir una).** Puntuación máxima 1 punto cada una.

11. En un experimento de refracción de luz hacemos que un haz que viaja por vidrio ( $n=1.5$ ) llegue a la frontera de separación con el aire ( $n=1$ ) a distintos ángulos de incidencia (en grados). Copia la siguiente tabla en tu cuadernillo de examen, completa las casillas que puedas y explica por qué alguna(s) tienen que quedarse en blanco.

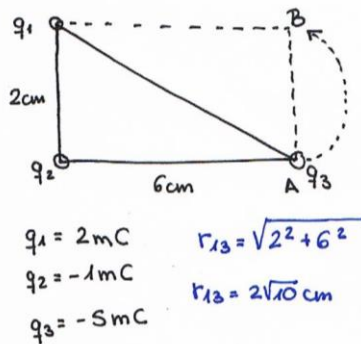
|                     |     |    |    |    |    |
|---------------------|-----|----|----|----|----|
| $\theta$ incidente  |     | 25 | 35 | 45 | 55 |
| $\theta$ refractado | 6.6 |    |    |    |    |

12. Acercamos a un imán fijo una bobina a la que tenemos conectado un voltímetro, hasta que la bobina queda completamente dentro del imán, y la dejamos ahí unos segundos y la retiramos. Explica razonadamente cómo varían en este proceso el flujo del campo magnético que atraviesa la bobina y la lectura del voltímetro que tenemos conectado.

## SOLUCIONES

### Sección 1: Problemas (elegir 2). Puntuación máxima 3 puntos cada

1.)



$$a) E_{p3} = E_{p31} + E_{p32}$$

$$E_{p31} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{r_{13}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot (-5) \cdot 10^{-3}}{2\sqrt{10} \cdot 10^{-2}} = -1424050,63 \text{ J}$$

$$E_{p32} = k \cdot \frac{q_2 \cdot q_3}{r_{32}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-5) \cdot 10^{-3} \cdot (-1) \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-2}} = 750000 \text{ J}$$

$$E_{p3} = -1424050,63 + 750000 = -674050,63 \text{ J}$$

b)

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_{23} + \vec{F}_{21} = k \cdot \frac{q_2 \cdot q_3}{(r_{23})^2} \vec{i} + k \cdot \frac{q_2 \cdot q_1}{(r_{21})^2} \vec{j} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-1) \cdot 10^{-3} \cdot (-5) \cdot 10^{-3}}{(6 \cdot 10^{-2})^2} \vec{i} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-1) \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} \vec{j} = 12500000 \vec{i} - 45000000 \vec{j} \text{ N}$$

$$|\vec{F}_2| = \sqrt{(12500000)^2 + (-45000000)^2} = 46703854,23 \text{ N}$$

c)

$$W_{Fe} = -\Delta E_{pe}$$

$$W_{Fe} = -(E_{pef} - E_{pei}) = E_{pei} - E_{pef}$$

$$E_{pef} = E_{p31} + E_{p32} = k \cdot \frac{q_3 \cdot q_1}{r_{31}} + k \cdot \frac{q_3 \cdot q_2}{r_{32}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-5) \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-2}} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-5) \cdot 10^{-3} \cdot (-1) \cdot 10^{-3}}{2\sqrt{10} \cdot 10^{-2}} = -1500000 + 711512,47 = -788487,53 \text{ J}$$

$$W_{Fe} = E_{pA} - E_{pB} = -674050,63 - (-788487,53) = 114436,897 \text{ J}$$

Como se obtiene un trabajo positivo, es realizado por el campo, por lo que no habría que aplicar una fuerza externa.

2.)

$$V_0 = 136 \text{ km/s}$$

$$d = 7,78 \text{ mill km}$$

$$r = 132800 \text{ km}$$

$$m = 9 \cdot 10^{28} \text{ kg}$$

a)

$$F_c = F_g$$

$$m \cdot \frac{V^2}{d} = G \cdot \frac{m \cdot M}{d^2}$$

$$M = \frac{V_0^2 \cdot d}{G} = \frac{(136 \cdot 10^3)^2 \cdot 7,78 \cdot 10^9}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \boxed{2,157 \cdot 10^{30} \text{ kg}}$$

$$V_0 = 136 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

$$d = 7,78 \cdot 10^6 \text{ km} = 7,78 \cdot 10^9 \text{ m}$$

b)

$$V_0 = \frac{2\pi d}{T}$$

$$T = \frac{2\pi d}{V_0} = \frac{2\pi \cdot 7,78 \cdot 10^9}{136 \cdot 10^3} = 66417,36 \text{ s} \rightarrow \text{Tiempo que tarda en dar una vuelta}$$

$$5 \cdot T = 332086,83 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} = \boxed{3,84 \text{ días}}$$

c)

$$E_m = E_c + E_{pg} = 0$$

$$\frac{1}{2} m V^2 - G \cdot \frac{m M}{r} = 0$$

$$\frac{1}{2} m V^2 = G \cdot \frac{m M}{r}$$

$$V_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 9 \cdot 10^{28}}{132800 \cdot 10^3}} = \boxed{300676,95 \text{ m/s}}$$

3.)

$$r = 15 \text{ cm}$$

$$N = 50$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$B(t) = 4 - (t-2)^2 \text{ T}$$

$$R = 5 \Omega$$

$$a) t = 2 \text{ s}$$

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int B dS \cdot \cos \alpha = B \cdot \cos \alpha \cdot \int dS = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$B(2) = 4 - (2-2)^2 = 4 \text{ T}$$

$$\Phi_2 = 4 \cdot \pi \cdot (15 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \cos 30^\circ = \boxed{0,245 \text{ Wb}}$$

$$\Phi_{2N} = N \cdot 0,245 = \boxed{12,24 \text{ Wb}}$$

b)

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos 30 = 50 \cdot B \cdot \pi \cdot (15 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \cos 30 = 3,06 B = 3,06 \cdot (4 - (t-2)^2) \text{ Wb}$$

$$\mathcal{E} = -3,06 \cdot 2(t-2) = -6,12(t-2) = \boxed{-6,12t + 12,24 \text{ V}}$$

$$c) t = 1 \text{ s} ; t = 3 \text{ s}$$

$$\mathcal{E}_1 = -6,12 \cdot 1 + 12,24 = \boxed{6,12 \text{ V}} \rightarrow \text{Sentido B}$$

$$\mathcal{E}_2 = -6,12 \cdot 3 + 12,24 = \boxed{-6,12 \text{ V}} \rightarrow \text{Sentido A}$$

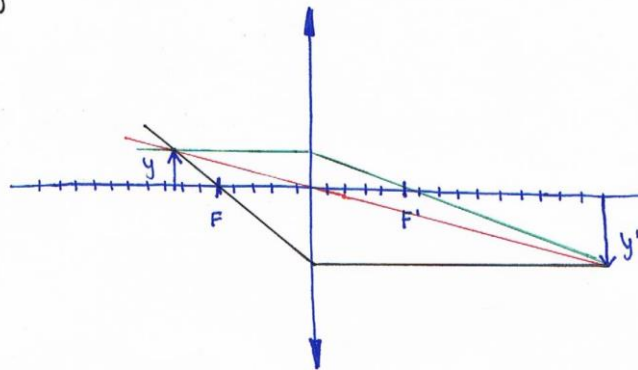
4.)

$$s' = 15 \text{ cm}$$

$$f = 5 \text{ cm}$$

$$y' = -3 \text{ cm}$$

a)



b)

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{15} - \frac{1}{s} = \frac{1}{5}$$

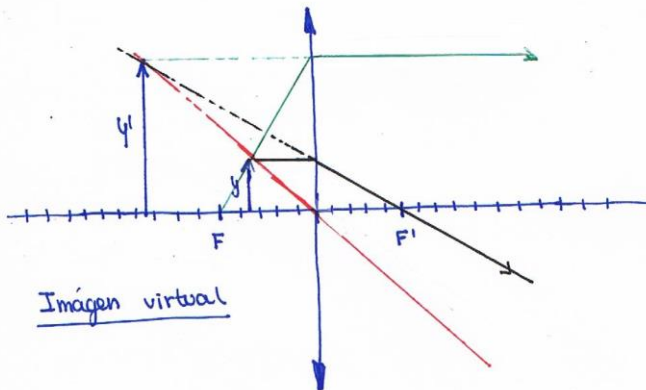
$$\frac{1}{s} = \frac{1}{15} - \frac{1}{5} = -\frac{2}{15}$$

$$-2s = 15 \rightarrow \boxed{s = -7.5 \text{ cm}}$$

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

$$\beta = \frac{15}{7.5} = \boxed{2}$$

c)  $s = -3.5 \text{ cm}$



$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-3.5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{5} + \frac{1}{-3.5} = -\frac{2}{35}$$

$$s' = \frac{-35}{2} = \boxed{-17.5 \text{ cm}}$$

$$\beta = \frac{s'}{s} = \frac{-17.5}{3.5} = \boxed{-5}$$

Sección 2: Cuestiones (elegir 3). Puntuación máxima 1 punto cada una.

5.)

$$I.) \lambda = \frac{h}{m_e v_e}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{9.11 \cdot 10^{-31} \cdot 1.5 \cdot 10^8} = \boxed{4.85 \cdot 10^{-12} \text{ m}}$$

$$v_e = \frac{c}{2} = \frac{3 \cdot 10^8}{2} = 1.5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$II.) m = 50 \text{ g} \quad v = 400 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 400} = \boxed{3.315 \cdot 10^{-35} \text{ m}}$$

Obtenemos una mayor  $\lambda$  para el electrón que para el balón porque las partículas macroscópicas presentan una  $\lambda$  demasiado pequeña para que sea perceptible, mientras que las partículas subatómicas, por su dualidad onda-corpúsculo presentan una  $\lambda$  y unas oscilaciones mucho mayores.



6.)

$$V = 0.1 \text{ V}$$

$$W_0 = 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_{\text{fotón}} = W_0 + E_c$$

$$h \cdot f = W_0 + E_c$$

$$E_c = q \cdot V_0 = 1.602 \cdot 10^{-19} \cdot 0.1$$

$$E_c = 1.602 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

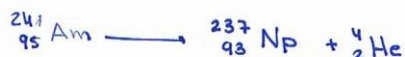
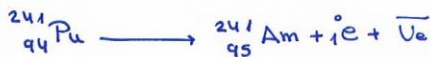
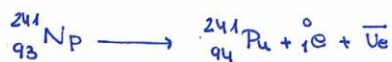
$$h \cdot f = 10^{-18} + 1.602 \cdot 10^{-20}$$

$$h \cdot f = 1.016 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$f = \frac{1.016 \cdot 10^{-18}}{6.63 \cdot 10^{-34}} = 1.53 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$W_0 = h \cdot f_0 \rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{10^{-18}}{6.63 \cdot 10^{-34}} = 1.51 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

7.) Np-241



8.)  $t = \frac{T}{4}$  ;  $x = \frac{\lambda}{4}$  ;  $A = 2 \text{ cm}$

$$y(x, t) = A \cdot \sin(kx \pm \omega t + \varphi_0)$$

$$y\left(\frac{\lambda}{4}, \frac{T}{4}\right) = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(k \cdot \frac{\lambda}{4} - \omega \cdot \frac{T}{4} + 0\right)$$

$$y\left(\frac{\lambda}{4}, \frac{T}{4}\right) = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{4} - \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4}\right) = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{4} - \frac{2\pi}{4}\right) = 0 \text{ m}$$

\* si viaja de derecha a izquierda:

$$y\left(\frac{\lambda}{4}, \frac{T}{4}\right) = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(k \cdot \frac{\lambda}{4} + \omega \cdot \frac{T}{4}\right) = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{4} + \frac{2\pi}{4}\right) = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin \pi = 0 \text{ m}$$

9.)

$$R_1 = R$$

$$R_2 = 2R$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$V = k \cdot \frac{q}{r}$$

$$V_1 = k \cdot \frac{Q}{R}$$

$$V_2 = k \cdot \frac{Q}{2R}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = k \cdot \frac{Q}{R} \\ V_2 = k \cdot \frac{Q}{2R} \end{array} \right\} \frac{V_1}{V_2} = \frac{k \cdot \frac{Q}{R}}{k \cdot \frac{Q}{2R}} = \frac{2R}{R} = 2$$

$$V_1 = 2V_2$$

Al ponerse en contacto las cargas se redistribuyen para establecer el mismo potencial en ambas. Para ello, las cargas se distribuirán de manera que la de mayor radio quede con la mayor carga y la de menor radio con menos carga. Se desplazarán desde la de menor, a la de mayor radio.

10.)

a)

$$r_A > r_B$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left( \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r_A}} \right)^2 = \frac{1}{2} m \cdot \frac{G \cdot M_T}{r_A}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

$$E_B = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{G \cdot M_T}{r_B}$$

Como  $r_A > r_B$ , el satélite B tendrá una mayor  $E_c$  al ser el radio de la órbita inversamente proporcional.

b)  $r_A = r_B$ ;  $m_A < m_B$ 

Como la masa del satélite es directamente proporcional a la  $E_c$ , en este caso tendrá mayor  $E_c$  el satélite B.

### Sección 3: Cuestiones experimentales (elegir una). Puntuación máxima 1 punto cada una.

11.)

$$n_1 = 1.5$$

$$n_2 = 1$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}$$

$$(I) \frac{1.5}{1} = \frac{\sin(6'6)}{\sin \alpha_1} \rightarrow \alpha_1 = 4'39''$$

$$(II) \frac{1.5}{1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin 25} \rightarrow \alpha_2 = 39'34''$$

$$(III) \frac{1.5}{1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin 35} \rightarrow \alpha_2 = 59'36''$$

$$(IV) \frac{1.5}{1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin 45} \rightarrow \alpha_2 = \arcsen(1.06) = \text{no existe}$$

$$(V) \frac{1.5}{1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin 55} \rightarrow \alpha_2 = \arcsen(1.23) = \text{no existe}$$

|         |       |        |        |     |     |
|---------|-------|--------|--------|-----|-----|
| θ incid | 4'39" | 25°    | 35°    | 45° | 55° |
| θ ref   | 6'6"  | 39'34" | 59'36" |     |     |

(I) (II) (III) (IV) (V)

Los huecos IV y V se quedan en blanco porque para esos ángulos de incidencia ya tendrá lugar la reflexión total al haberse sobrepasado el ángulo límite.

12.)

- El flujo del campo magnético que atraviesa la bobina irá variando a medida que vayamos aproximando la bobina al imán, puesto que el flujo magnético consiste en el número de líneas de campo que atraviesan una superficie, y al acercarnos al imán, más líneas atravesarán a nuestra bobina.

- En cuanto a la lectura del voltímetro, como nuestro flujo magnético va variando conforme aproximamos la bobina, se originará un fenómeno de inducción electromagnética por el cual surgirá una corriente inducida a través de la bobina que será detectada por el voltímetro.

El voltímetro nos dará una lectura a medida que aproximamos el imán; dejará de dar lectura mientras dejamos la bobina unos segundos dentro del imán, al dejar de producirse la inducción; y finalmente, al retirar la bobina del imán volveremos a tener lectura.