1. El vehículo espacial *Apollo VIII* estuvo en órbita lunar a $113\ km$ sobre su superficie.
Datos: $R_L = 1740\ km$, $g_{0L} = 1{,}62\ m \cdot s^{-2}$

a) Calcula la velocidad orbital del *Apollo VIII*. Justifica la fórmula. *(0,75 pt.)*

b) ¿Cuál es la velocidad de escape desde la órbita? Justifica la fórmula. *(0,75 pt.)*

a) Radio orbital: $r = R_L + h = (1740 + 113) \cdot 10^3 m = 1{,}853 \cdot 10^6 m$

$$F_g = F_c \Rightarrow G \cdot \frac{M_L \cdot \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m} \frac{v^2}{\cancel{r}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_L}{r}}$$

Campo en la superficie: $g_{0L} = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2} \Rightarrow G \cdot M_L = g_{0L} \cdot R_L^2$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{g_{0L} \cdot R_L^2}{r}}} = \sqrt{\frac{1{,}62 (1{,}74 \cdot 10^6)^2}{1{,}853 \cdot 10^6}} \approx 1626.930668\ m/s \simeq 1627\ m/s \quad (\text{velocidad orbital})$$

b) Energía y velocidad de escape.

$$E_c + E_p = E_{c\infty} + E_{p\infty}$$

$$\frac{1}{2} m v_e^2 - G \frac{M_L \cdot m}{r} = 0 - G \frac{M_L \cdot m}{\infty} = 0$$

$$\frac{1}{2} \cancel{m} v_e^2 = G \frac{M_L \cdot \cancel{m}}{r}$$

$$v_e^2 = \frac{2 \cdot G \cdot M_L}{r}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_L}{r}}$$

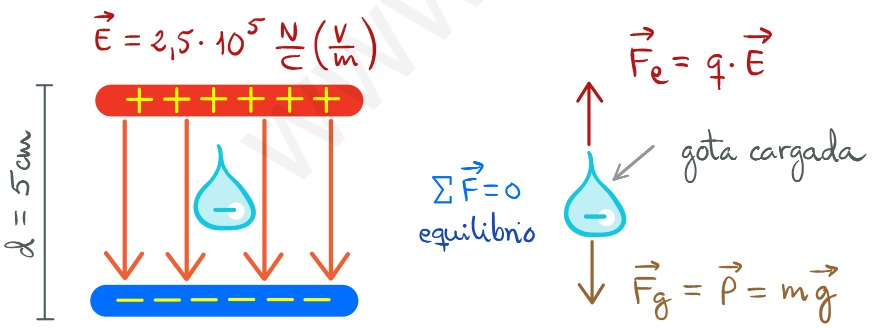
$$\boxed{v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot g_{0L} \cdot R_L^2}{r}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}62 (1{,}74 \cdot 10^6)^2}{1{,}853 \cdot 10^6}} \approx 2300.827416\ m/s$$

$v_e \simeq 2301\ m/s$, La $v_e = \sqrt{2} \cdot v_{orbital}$

2. Dos láminas conductoras con igual carga y signo contrario están colocadas horizontalmente y separadas $5\ cm$. La intensidad del campo eléctrico en su interior es $2{,}5 \cdot 10^5\ N \cdot C^{-1}$. Una microgota de aceite cuya masa es $4{,}9 \cdot 10^{-14}\ kg$, y con carga negativa, está en equilibrio (entre el peso y el campo eléctrico) suspendida en un punto equidistante de ambas placas. Dato: $g_0 = 9{,}81\ m \cdot s^{-2}$

a) Determina la carga de la microgota y razona cuál de las dos láminas tiene carga positiva. *(1 pt.)*

b) Calcula la diferencia de potencial entre las láminas conductoras. *(0,5 pt.)*



La lámina positiva se coloca en la parte superior para atraer la carga negativa y así compensar el peso.

a) $\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_e - \vec{F}_g = 0 \Rightarrow |q| \cdot E - m \cdot g = 0 \Rightarrow$

$$|q| = \frac{m \cdot g}{E} = \frac{4{,}9 \cdot 10^{-14} \cancel{kg} \cdot 9{,}81 ms^{-2}}{2{,}5 \cdot 10^5 \frac{N}{C}} \simeq 1{,}923 \cdot 10^{-18} C, \text{ luego } q = -1{,}923 \cdot 10^{-18} C$$

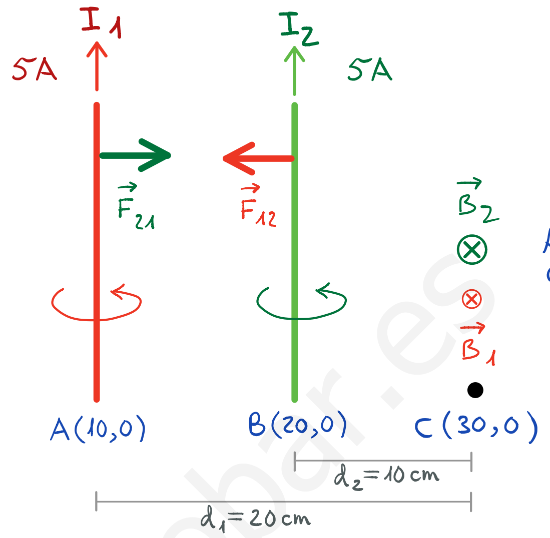
Por curiosidad: $|q| / e = 1{,}923 \cdot 10^{-18} C / 1{,}6 \cdot 10^{-19} C \simeq 12\ e^-$

b) $|\Delta V| = E \cdot d = 2{,}5 \cdot 10^5 \frac{N}{C} \cdot 5 \cdot 10^{-2} m = 12500\ V = 1{,}25 \cdot 10^4 V$

3. Dos conductores rectos, paralelos y largos están situados en el plano XY y paralelos al eje Y. Uno pasa por el punto $(10\ ,\ 0)\ cm$ y el otro por el $(20\ ,\ 0)\ cm$. Ambos conducen corrientes eléctricas de $5\ A$ en el sentido positivo del eje Y. Dato: $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m \cdot A^{-1}$. Calcula:

a) El campo magnético (vector) en el punto $(30\ ,\ 0)\ cm$. *(1 pt.)*

b) ¿Los conductores se atraen o se repelen? Justifica bien la respuesta. *(0,5 pt.)*



a) $\boxed{B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}}$ Campo magnético conductor rectilíneo

$\vec{B}_c = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$, $d_1 = 0{,}2\ m$, $d_2 = 0{,}1\ m$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1}(-\vec{k}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0{,}2}(-\vec{k}) = -1 \cdot 10^{-5}\ \vec{k}\ T$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2}(-\vec{k}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0{,}1}(-\vec{k}) = -5 \cdot 10^{-6}\ \vec{k}\ T$$

$$\vec{B}_c = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = -1{,}5 \cdot 10^{-5}\ \vec{k}\ T$$

b) Para saber si se atraen o se repelen los hilos entre sí, calculamos la fuerza de Laplace entre ellos.

$$\boxed{\vec{F}_m = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B})}$$

$$\left.\begin{array}{l} \vec{F}_{1\to 2} = I_2 \cdot l_2\ \vec{j} \times B_1(-\vec{k}) \Rightarrow \text{el sentido } \vec{j} \times (-\vec{k}) = -\vec{i} \\ \vec{F}_{2\to 1} = I_1 \cdot l_1\ \vec{j} \times B_2(+\vec{k}) \Rightarrow \text{el sentido } \vec{j} \times \vec{k} = \vec{i} \end{array}\right\}$$ Los hilos se atraen. Corrientes en el mismo sentido

4. El Yodo ^{131}I es un isótopo radiactivo que se utiliza en medicina para el tratamiento del hipertiroidismo. Su período de semidesintegración es de 8 días. Dato: $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$. Si inicialmente se dispone de una muestra de $20\ mg$ de ^{131}I:

a) Calcula la masa que queda sin desintegrar después de estar almacenada durante 50 días. *(1 pt.)*

b) ¿Qué radiación ionizante se emite en la siguiente reacción nuclear? $^{14}_{6}C \rightarrow\ ^{14}_{7}N + \ldots$ *(0,5 pt.)*

a) $m_0 = 20\ mg$ $\boxed{t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}}$ Período de semidesintegración $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}} = \dfrac{\ln 2}{8\ \text{días}} \simeq 0{,}0866\ \text{día}^{-1}$

$$\boxed{m = m_0 e^{-\lambda t}} = 20\ mg \cdot e^{-0{,}0866\ \text{día}^{-1} \cdot 50\ \text{días}} \simeq 20\ mg \cdot 0{,}0132 \simeq 0{,}26\ mg$$

b) $^{14}_{6}C \longrightarrow\ ^{14}_{7}N +\ ^{0}_{-1}\beta$ radiación beta.

Nota: el N_A sería necesario sólo si quiero calcular el número de partículas.

CUESTIONES JUSTIFICADAS

I. Una onda armónica se propaga en el sentido positivo del eje X con velocidad $v_p = 300\ m \cdot s^{-1}$. Su frecuencia es $f = 100\ Hz$. ¿Cuál es la distancia mínima entre dos puntos situados en fase?

a) $1{,}5\ m$ b) $3\ m$ c) $1\ m$ *(1 pt.)*

Los puntos situados en fase cumplen la condición:

$\boxed{\Delta\varphi = n \cdot 2\pi}$ $\boxed{\Delta\varphi = k \cdot |\Delta x|}$ Desfase espacial

$k \cdot |\Delta x| = n \cdot 2\pi$, $\frac{2\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) = n \cdot 2\pi \Rightarrow \boxed{|x_2 - x_1| = n \cdot \lambda}$ $n \in \mathbb{N}$

El valor mínimo se corresponde con $n = 1 \Rightarrow |x_2 - x_1| = \lambda$; Calculemos λ

$v_p = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{300\ m s^{-1}}{100\ s^{-1}} = 3\ m$, $|x_2 - x_1| = 3\ m$, distancia mínima

La opción b) es verdadera.

II. Un campo magnético constante B ejerce una fuerza sobre una carga eléctrica: *(1 pt.)*

a) Si la carga está en reposo.
b) Si la carga se mueve paralelamente a B.
c) Si la carga de mueve perpendicularmente a B.

$\boxed{\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})}$ Fuerza magnética $[N]$

Si $v = 0$ ó $\vec{v} \parallel \vec{B} \Rightarrow$ Fuerza nula.

El módulo $F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \operatorname{sen} \alpha$, si $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow$ Fuerza máxima.

La opción c) es verdadera.

III. Se midieron en laboratorio los siguientes valores para las distancias objeto e imagen de una lente convergente. Determina el valor de la potencia de la lente y su incertidumbre. *(1 pt.)*

si (cm)	50	60	70	90	negativas
s'i (cm)	200	125	95	70	positivas

Trabajamos en metros para calcular la potencia en dioptrías.

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

Potencias

$\frac{1}{2} - \frac{1}{-0{,}5} = 2{,}50$

$\frac{1}{1{,}25} - \frac{1}{-0{,}6} = 2{,}47$

$\frac{1}{0{,}95} - \frac{1}{-0{,}7} = 2{,}48$

$\frac{1}{0{,}7} - \frac{1}{-0{,}9} = 2{,}54$

El valor medio de la potencia:

$\overline{P} = \frac{2{,}50 + 2{,}47 + 2{,}48 + 2{,}54}{4} \simeq 2{,}50$

Desviaciones

$|2{,}50 - 2{,}50| = 0{,}00$

$|2{,}47 - 2{,}50| = 0{,}03$

$|2{,}48 - 2{,}50| = 0{,}02$

$|2{,}54 - 2{,}50| = 0{,}04$

Incertidumbre; pseudodesviación típica:

$\boxed{\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}}$ Desviación típica

$\sigma = \sqrt{\frac{1}{4-1} \cdot (0^2 + 0{,}03^2 + 0{,}02^2 + 0{,}04^2)} \simeq 0{,}03$, Potencia $\overline{P} \pm \sigma = 2{,}50 \pm 0{,}03\ D\ [m^{-1}]$

IV. Para el núcleo de uranio ${}^{238}_{92}U$ calcula la energía de enlace por nucleón:

a) $1{,}18 \cdot 10^{-12}$ J/Nucleón   b) $2{,}81 \cdot 10^{-10}$ J/Nucleón   c) $3{,}13 \cdot 10^{-27}$ J/Nucleón   *(1 pt.)*

Datos: Masa ${}^{238}_{92}U = 238{,}051\ u$, $m_p = 1{,}007277\ u$, $m_n = 1{,}008665\ u$, $c = 3 \cdot 10^8\ m/s$
$1\ u = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ kg$

$$\boxed{\Delta m = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n] - M}$$ Defecto de masa

$$\Delta m = 92 \cdot 1{,}007277 + (238 - 92) \cdot 1{,}008665 - 238{,}051 = 1{,}883574\ u$$

$$\Delta m = 1{,}883574\ \cancel{u} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \frac{kg}{\cancel{u}} = 3{,}13 \cdot 10^{-27}\ kg$$

La energía de enlace por nucleón (A = nº nucleones):

$$\boxed{E_{nucleón} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A}}$$ Energía de enlace por nucleón

$$E_{nucleón} = \frac{3{,}13 \cdot 10^{-27}\ kg \cdot \left(3 \cdot 10^8\ \frac{m}{s}\right)^2}{238} = 1{,}18 \cdot 10^{-12}\ J/Nucleón$$, La opción a) es verdadera.