Física 5^{to}
Solución Examen Febrero 2020

1. *a*) Con LL1 Abierta:

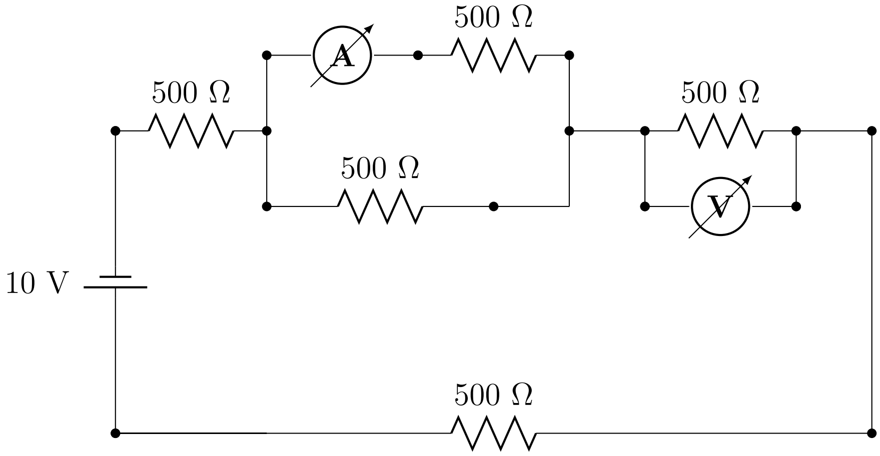

Figura 1: Circuito del Problema $1a$

$$
\begin{aligned}
R_{tot} &= 500 + 250 + 500 + 500 = 1750\,\Omega \\
I &= \frac{V}{R_{tot}} = \frac{10\,V}{1750\,\Omega} = 5.71\,mA
\end{aligned}
$$

La corriente en el amperímetro es la corriente total, divida por 2, ya que se bifurca en dos partes que son iguales:

$$I_{amp} = \frac{I}{2} = 2.86\,mA\,.$$

El voltímetro, por su parte, marca la caída de tensión sobre la resistencia:

$$V_{volt} = I \cdot R = 5.71\,mA\ \cdot 500\,\Omega = 2.86\,V\,.$$

b) Con LL1 Cerrada:
En este caso, el circuito se puede dibujar como:

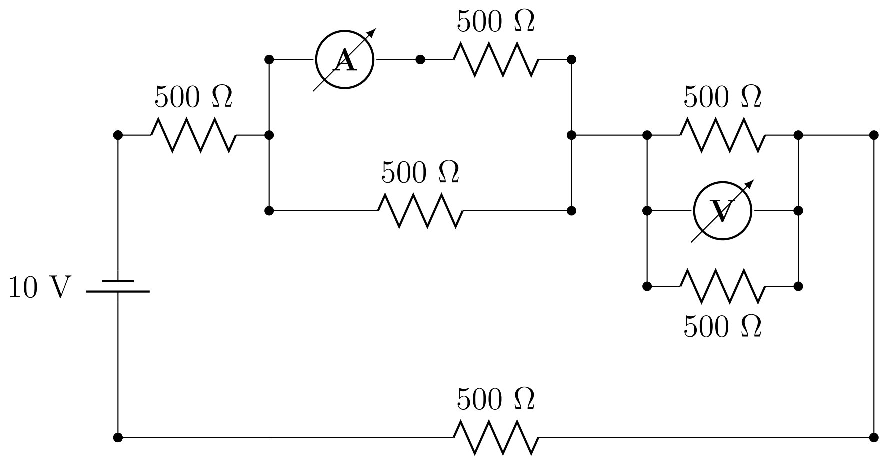

Figura 2: Circuito del Problema $1b$

$$
\begin{aligned}
R_{tot} &= 500 + 250 + 250 + 500 = 1500\,\Omega \\
I &= \frac{V}{R_{tot}} = \frac{10\,V}{1500\,\Omega} = 6.67\,mA
\end{aligned}
$$

La corriente en el amperímetro es la corriente total, divida por 2:

$$I_{amp} = \frac{I}{2} = 3.33\,mA\,.$$

El voltímetro, por su parte, marca la caída de tensión sobre la resistencia equivalente (de 250 Ω):

$$V_{volt} = I_{tot} \cdot R_{eq} = 6.67\,mA\ \cdot 250\,\Omega = 1.67\,V$$

o, en su defecto, se puede calcular como la corriente que se bifurca (la mitad de la corriente total) por la resistencia:

$$V_{volt} = \frac{I_{tot}}{2} \cdot R = 3.33\,mA\ \cdot 500\,\Omega = 1.67\,V\,.$$

2. *a*) El sistema es conservativo. Denominando ΔE_p al cambio de energía potencial, y ΔE_k al cambio de energía cinética:

$$\Delta E_p + \Delta E_k = 0 \,.$$

La energía cinética varía en:

$$\begin{aligned} \Delta E_k &= E_{kf} - E_{ki} = \frac{1}{2} m_p v_f^2 - \frac{1}{2} m_p v_i^2 = \\ &= \frac{1}{2} m_p (3v_i)^2 - \frac{1}{2} m_p v_i^2 = \\ &= \frac{4}{2} m_p v_i^2 \,. \end{aligned}$$

La diferencia de potencial

$$\Delta V = \frac{\Delta E_p}{q_p} \,,$$

resulta:

$$\begin{aligned} \Delta V &= -4 \, \frac{m_p \, v_i^2}{q_p} = \\ &= -4 \, \frac{1.67 \times 10^{-27} \, \mathrm{kg} \; (10^6 \, \mathrm{m/s})^2}{1.602 \times 10^{-19} \, \mathrm{C}} = \\ &= -4.18 \times 10^4 \; \mathrm{V} \,. \end{aligned}$$

b)

$$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x} = -\frac{4.18 \times 10^4}{5 \times 10^{-2}} = 8.35 \times 10^5 \, \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}} \,.$$

c)

$$\begin{aligned} \Delta E_k &= \frac{1}{2} \, m_e \, v_i^2 = \frac{1}{2} \, 9.11 \times 10^{-31} \, \mathrm{kg} \, 1.00 \times 10^6 \, \mathrm{m/s} = 4.55 \times 10^{-19} \, \mathrm{J} \\ E &= -\frac{\Delta V}{\Delta x} = -\frac{40}{5 \times 10^{-2}} = -800 \, \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}} \\ x &= \frac{\Delta E_k}{-e \, E} = \frac{4.55 \times 10^{-19}}{-1.602 \times 10^{-19} \, (-800)} = 0.00355 \, \mathrm{m} = 3.6 \, \mathrm{cm} \,. \end{aligned}$$

3. El campo magnético está orientado de Sur a Norte.

a) La fuerza magnética es

$$F_m = e \, v \, B \, \sin(90) = 1.76 \times 10^{-17} \, \mathrm{N} \,.$$

b) La fuerza eléctrica es

$$F_e = e\,E = 1.602 \times 10^{-17}\,\mathrm{J\,N}\,.$$

La fuerza resultante es

$$\begin{aligned} |F_r| &= \sqrt{F_m^2 + F_e^2} = 2.38 \times 10^{-17}\,\mathrm{N} \\ \alpha &= \tan^{-1}\left(\frac{F_e}{F_m}\right) = 0.7378 = 42.3^\circ\,. \end{aligned}$$

4. El campo magnético no produce ningún efecto **neto** en las partes en las cuales la corriente sea perpendicular a I_1 (esto es porque hay una fuerza hacia arriba, que se anula con la fuerza hacia abajo). En las otras dos espiras, resulta una fuerza neta (eligiendo la dirección de las fuerzas hacia la izquierda):

$$\begin{aligned} F_{neta} &= \frac{\mu_0\,I_1\,I_2\,l}{2\pi\,c} - \frac{\mu_0\,I_1\,I_2\,l}{2\pi\,(c+a)} = \\ &= \frac{\mu_0\,I_1\,I_2\,l}{2\pi}\left(\frac{1}{c} - \frac{1}{c+a}\right) = \\ &= \frac{(4\pi \times 10^{-7}\,\mathrm{T})(5.00\,\mathrm{A})(10.00\,\mathrm{A})(0.450\,\mathrm{m})}{2\pi}\left(\frac{1}{0.100\,\mathrm{m}} - \frac{1}{0.250\,\mathrm{m}}\right) = \\ &= 2.70 \times 10^{-5}\,\mathrm{N}\,, \end{aligned}$$

hacia la izquierda.