Física 5$^{\text{to}}$
Solución 1$^{\text{er}}$ Examen: Diciembre 2019

1. (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:

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

La diferencia de potencial

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

resulta:

$$\begin{aligned}\Delta V &= -\frac{3}{2}\,\frac{m_p\, v_i^2}{q_p} = \\ &= -\frac{3}{2}\,\frac{1{,}67\times 10^{-27}\,\mathrm{kg}\;(10^4\,\mathrm{m/s})^2}{1{,}602\times 10^{-19}\,\mathrm{C}} = \\ &= -1{,}57\ \mathrm{V}\,.\end{aligned}$$

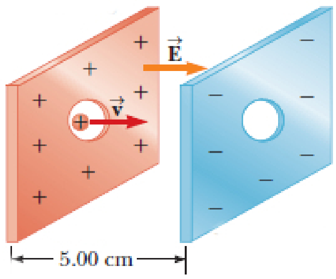

Figura 1: Problema 1

(b) Para el electrón el cálculo es

$$v_e = \sqrt{\frac{2\;E_p}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\;2{,}51\times 10^{-19}\,\mathrm{J}}{9{,}11\times 10^{-31}\,\mathrm{kg}}} = 7{,}42\times 10^5\,\mathrm{m/s}\,.$$

2.

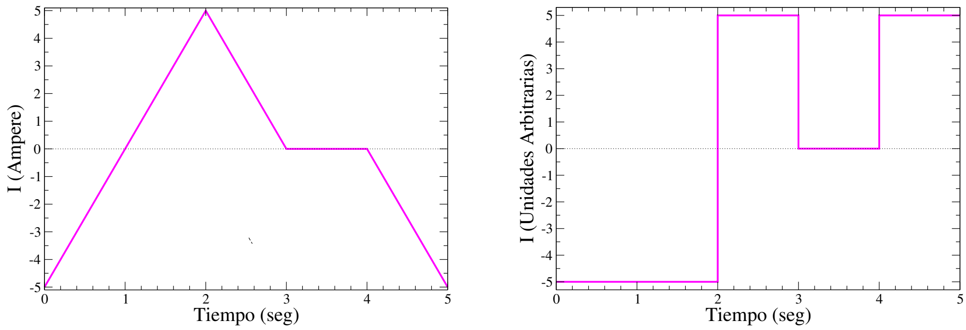

Figura 2: Izquierda: Intensidad de corriente en la espira externa en función del tiempo. Derecha: Intensidad de corriente inducida en la espira interna.

3. En el selector de velocidades, sólo permanecen sin desviarse las partículas para las cuales la fuerza de Coulomb (del campo eléctrico) se iguale a la fuerza de Lorentz (magnético), es decir

$$F_E = qE \quad \Longrightarrow \quad F_M = qvB\,,$$

lo que determina la velocidad de las partículas seleccionadas

$$v = \frac{E}{B} = \frac{2{,}4\times 10^4\,\mathrm{N/C}}{0{,}035\,\mathrm{T}} = 6{,}86\times 10^5\,\mathrm{m/s} = 0{,}0023\,c$$

donde c es la velocidad de la luz (siempre comprobar que $v < c$!).

En la cámara de desviación, se cumple que la fuerza centrípeta es igual a la fuerza de Lorentz:

$$\frac{m\,v^2}{r} = qvB$$

lo que determina el radio de la trayectoria

$$r = \frac{mv}{qB}\,.$$

Para el ión Hidrógeno (es decir, un protón), el radio es

$$r_H = \frac{m_p\,v}{q_p\,B} = \frac{1{,}67\times 10^{-27}\,\mathrm{kg}\times 6{,}86\times 10^5\,\mathrm{m/s}}{1{,}60\times 10^{-19}\,\mathrm{C}\times 0{,}035\,\mathrm{T}} = 0{,}204\,\mathrm{m} = 20{,}4\,\mathrm{cm}\,.$$

El mismo cálculo para el Deuterio (un protón y un neutrón) resulta en $r_D = 40{,}9$ cm, y para el Tritio $r_T = 61{,}4$ cm. La distancia de separación entre el Hidrógeno y el Deuterio es

$$d_{HD} = 2(r_D - r_H) = 41{,}0\,\mathrm{cm}\,,$$

que es la misma distancia de separación entre el Deuterio y el Tritio.

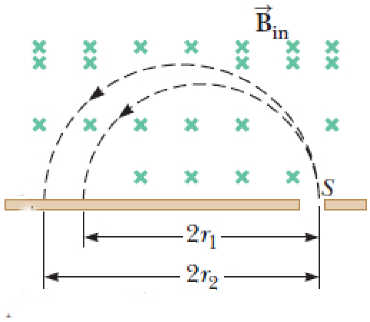

Figura 3: Problema 3

4. 1) Llave 1 cerrada y llave 2 abierta:
En este caso el circuito correspondiente es el ilustrado en la Figura 4. Los pasos a seguir son los siguientes:

   a) $R_{L_2} + R_{100}//R_{200} = 75\ \Omega$.

   b) $(75 + 10)//300 = 66{,}234\ \Omega$.

   c) $R_{tot} = 106{,}23\ \Omega$.

   d) $I_{tot} = \frac{V}{I_{tot}} = 1{,}177\ A$.

   e) $V_{40} = I_{tot} \times 40 = 47{,}07\ V$.

   f) $V_{300} = V_{tot} - V_{40} = 77{,}93\ V$.

   g) $I_{300} = \frac{V_{300}}{300} = 0{,}2598\ A$.

   h) $I_{10} = I_{tot} - I_{300} = 0{,}917\ A$.

   i) $V_{10} = I_{10} \times 10 = 9{,}169\ V$.

   j) $V_{200} = V_{300} - V_{10} = 68{,}77\ V$.

   k) $I_{200} = \frac{V_{200}}{200} = 0{,}344\ A$.

   l) $I_{L2} = I_{10} - I_{200} = 0{,}573\ A$.

   m) $\mathbf{P_{L2} = I_{l2}^2 \times 20 = 6{,}57\ W}$.

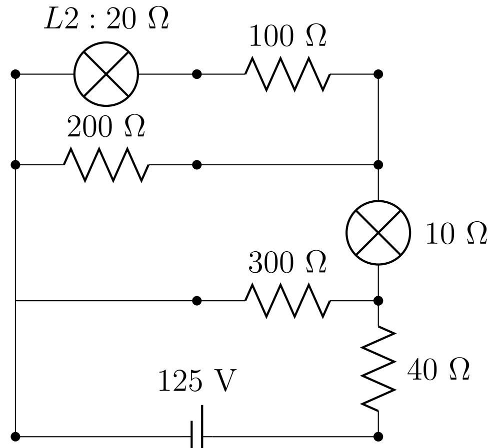

Figura 4: Circuito del Problema 4 con LL1 cerrada y LL2 abierta.

Para comprobar que esto es correcto, sumamos las potencias de **todas** las resistencias:

$$
\begin{aligned}
P_R &= P_{L2} + P_{100} + P_{200} + P_{L1} + P_{300} + P_{40} = \\
&= 6{,}568 + 32{,}838 + 23{,}643 + 8{,}407 + 20{,}246 + 55{,}38 = 147{,}08\ W \\
P_{Tot} &= V\, I_{tot} = 125\, 1{,}177 = 147{,}08\ V\,.
\end{aligned}
$$

5. 1) Llave 1 abierta y llave 2 cerrada:
En este caso el circuito correspondiente es el ilustrado en la Figura 5. Los pasos a seguir son los siguientes:

   a) $R_{L_2}//R_{200} = 18{,}18\ \Omega$.

   b) $R_{tot} = 18{,}18+10+40 = 68{,}18\ \Omega$.

   c) $I_{tot} = \frac{V}{I_{tot}} = 1{,}833\ A$.

   d) $V_{40} = I_{tot} \times 40 = 73{,}33\ V$.

   e) $V_{10} = I_{tot} \times 10 = 18{,}333\ V$.

   f) $V_{L2} = V - V_{40} - V_{10} = 33{,}33\ V$.

   g) $\mathbf{P_{L2} = \frac{V_{l2}^2}{20} = 55{,}56\ W}$.

Para comprobar que esto es correcto, sumamos las potencias de **todas** las resistencias:

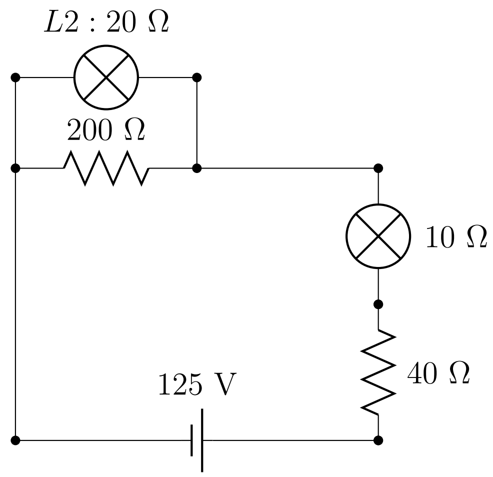

Figura 5: Circuito del Problema 5 con LL1 cerrada y LL2 abierta.

$$
\begin{aligned}
P_R &= P_{L2} + P_{200} + P_{L1} + P_{40} = \\
&= 55{,}56 + 5{,}56 + 33{,}61 + 134{,}44 = 229{,}17\ W \\
P_{Tot} &= V\,I_{tot} = 125\,1{,}833 = 229{,}17\ V\,.
\end{aligned}
$$

Intuitivamente, se puede ver que al poner una resistencia en serie a la lámpara, esta consume gran parte de la potencia que se otorga a la rama correspondiente. Por ejemplo, en nuestro caso, la corriente I_{L2} entrega 6,57 W a la lámpara, mientras que la resistencia de 100 Ω disipa 5 veces más potencia (32.838 W). La resistencia de 200 Ω, por el contrario, afecta al consumo total, hace disminuir la resistencia total, y por consiguiente, hace aumentar V_{L2} y P_{L2}.