

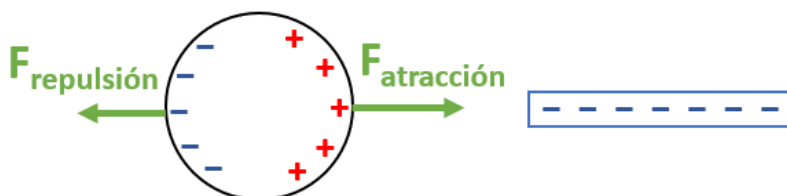
Examen Parcial (2023-2)

Pregunta 1

- a) (1,5p) En un día seco, usted acompaña a Miguel y sus hijos a realizar unas compras, al llegar dejan el auto en el estacionamiento y los hijos de Miguel se quedan jugando en el interior. Después de 2 horas regresan al auto y al momento de abrir la puerta Miguel recibe una pequeña descarga eléctrica. Usted como estudiante del curso de Fundamentos de electricidad y magnetismo, ¿qué explicación física le daría a Miguel de este hecho? ¿cómo se carga eléctricamente el carro? ¿por qué se produce la descarga?
- b) (2,5p) Un dispositivo sencillo capaz de detectar si un cuerpo está electrizado o no, es un péndulo electrostático, que consiste en una esfera conductora suspendida por un alambre aislante.
- Paso I: Un estudiante acerca una varilla cargada al péndulo, observó que este es repelido.
- Paso II: El estudiante toca esfera del péndulo con las manos y luego acerca nuevamente la varilla (con la misma carga que en el paso I). Observa que esta vez el péndulo es atraído.
- Paso III: Pone en contacto la varilla cargada con el péndulo, y luego acerca nuevamente la varilla. el péndulo fue repelido nuevamente.
- De esta información, explique electrostáticamente lo sucedido en cada paso e indique los posibles signos de la carga eléctrica en la esfera del péndulo.
- c) (2p) Un capacitor de placas paralelas (con aire entre ellas), se conecta a una fuente de voltaje, y un momento después explota. Sin embargo, al reemplazar el capacitor por otro de iguales dimensiones geométricas pero que contiene un dieléctrico en su interior, este no explota. Explique detalladamente por qué ocurre esto.

Solución

- a) El carro se puede cargar por rozamiento con el aire durante el viaje, o por rozamiento durante el movimiento de los niños en el interior. **(0.5p)**
- Al ser la carcasa del auto un material conductor, la carga se deposita en su superficie exterior. **(0.5p)**
- Al tocar Miguel la puerta, la carga pasa a su cuerpo (carga por contacto). Este movimiento de cargas es el que produce la descarga. **(0.5p)**
- b) En el paso 1 el péndulo esférico es repelido, lo cual significa que la carga en la varilla debe ser de signo opuesto a la carga del péndulo. **(0.5p)**
- En el paso 2, al tocar el péndulo con las manos, la carga del péndulo viaja a través de la persona y hacia tierra, descargando el péndulo. La varilla ocasionará que las cargas en el péndulo (conductor) se polaricen, acumulándose en sus extremos. **(0.5p)**
- Se forman fuerzas de atracción y repulsión. La fuerza de atracción será mayor debido a la menor distancia entre la varilla y el lado más cercano del péndulo. Es por ello que se produce atracción. **(0.5p)**



En el paso 3 habrá un intercambio de carga por contacto entre el péndulo y la varilla, quedando ambos con carga del mismo signo. Es por ello que se produce una repulsión entre ellos. **(0.5p)**
En conclusión, la carga del péndulo puede ser positiva o negativa al inicio. **(0.5p)**

c) Inicialmente el capacitor explota dado que ocurre una ruptura dieléctrica. **(0.5p)**
Esto ocurre debido a que se origina un campo eléctrico entre las placas mayor a la rigidez dieléctrica del aire. **(0.5p)**
Entonces el aire actúa como conductor, permitiendo el paso de corriente entre las placas del capacitor, lo cual produce la explosión. **(0.5p)**
En el segundo caso la rigidez dieléctrica del dieléctrico es mayor que la del aire y el campo eléctrico entre placas no la supera, por lo que el capacitor no explota. **(0.5p)**

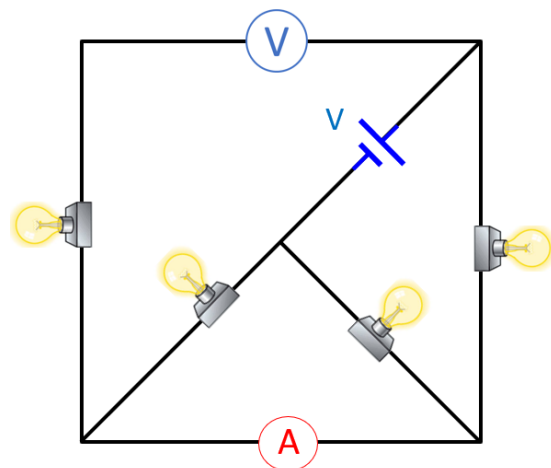
Rúbrica

a) Indica el intercambio de carga por frotamiento. (0.5p)
Explica que la carga se deposita en la superficie externa del auto. (0.5p)
Explica que la carga viaja a través de la persona y se descarga en tierra. (0.5p)
b) Explica correctamente lo que ocurre en el paso 1. (0.5p)
Explica correctamente qué en el paso 2 el péndulo inicialmente se descarga, y es polarizado por la varilla. (0.5p)
Explica correctamente las fuerzas que se forman sobre el péndulo y por qué la fuerza neta es de atracción. (0.5p)
Explica correctamente lo que ocurre en el paso 3. (0.5p)
Concluye correctamente que la carga del péndulo pudo haber sido de cualquier signo. (0.5p)
c) Indica que ocurre la ruptura dieléctrica. (0.5p)
Indica que la ruptura ocurre al haber un campo eléctrico mayor a la rigidez dieléctrica del aire. (0.5p)
Explica correctamente que el aire se comporta como conductor, produciendo la explosión. (0.5p)
Explica correctamente por qué no ocurre la ruptura en el segundo caso. (0.5p)

Pregunta 2

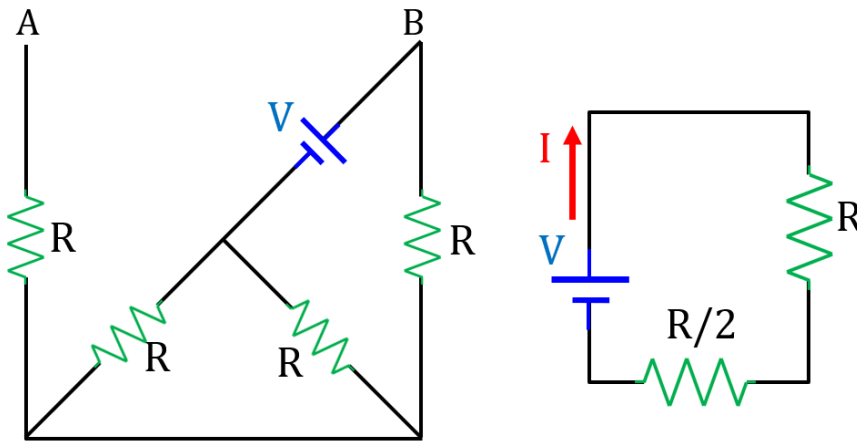
Se arma un circuito con 4 focos idénticos de resistencia R , como se muestra a continuación. Tanto el amperímetro como el voltímetro son ideales. Responda, justificando adecuadamente:

- (1p) ¿Qué focos se encienden?
- (1p) ¿Qué foco(s) brillará(n) con mayor intensidad? Considere que a mayor potencia disipada en un foco, mayor brillo.
- (1p) ¿El voltímetro presentará alguna medición? De ser así, determine el valor medido en términos de V .



Solución

a) Reemplazamos los instrumentos ideales por sus equivalentes. Consideramos que la resistencia de los focos es R . Reducimos el circuito asociando en paralelo. Definimos la corriente de la malla restante.



Un foco se enciende si pasa corriente por él. Entonces todos los focos encienden excepto el foco del lado izquierdo.

b) Los dos focos inferiores están en paralelo y son idénticos, por lo que podemos deducir que por cada uno de ellos pasa una corriente $I/2$. Entonces la potencia disipada en cada uno de ellos será: $P_1 = (I/2)^2 R = \frac{I^2 R}{4}$

La potencia en el foco del lado derecho será simplemente: $P_2 = I^2 R$

En conclusión, este último foco será el que presenta mayor brillo.

c) El voltímetro medirá la diferencia de potencial entre los puntos A y B. Este voltaje será igual

$$a: V_{AB} = 0 \times R + IR = \frac{V}{3R/2} R = \frac{2}{3} V$$

Rúbrica

a) Indica correctamente que el voltímetro no permite el paso de corriente. (0.5p)

Indica correctamente los focos que encienden, justificando. (0.5p)

b) Indica correctamente el foco que brilla con mayor intensidad, justificando. (1p)

Parcial: Responde correctamente, con una justificación incompleta. (0.5p)

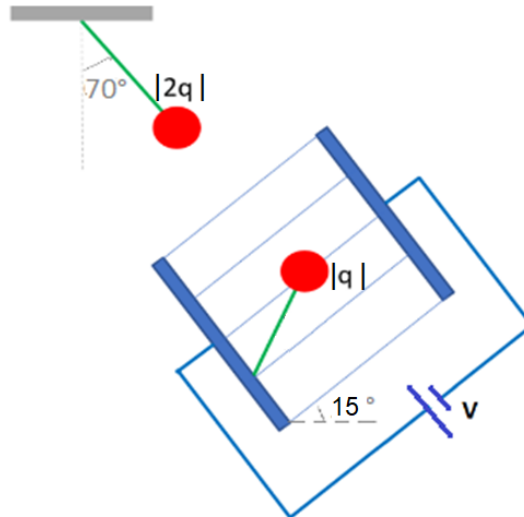
c) Indica que el voltímetro mide el voltaje entre sus extremos y que esto no es nulo, justificando. (0.5p)

Determina la lectura del voltímetro, justificando adecuadamente. (0.5p)

Pregunta 3

La figura muestra una pila de 40V conectada a un capacitor formado por dos placas conductoras paralelas de 0.15 m^2 separadas 1 mm, cada placa tiene una carga de igual magnitud Q . Entre las placas se encuentra una esferita de masa despreciable cargada $|q| = 20 \text{ nC}$ que se encuentra en equilibrio y sujeta por una cuerda aislante a una de las placas del capacitor. A una distancia de 10 cm se encuentra una carga puntual de magnitud $2q$, también de masa despreciable.

- (1p) La magnitud de la carga Q de cada placa del capacitor.
- (1p) El módulo del campo eléctrico entre las placas. Además indique gráficamente su dirección
- (1p) Los signos de las cargas eléctricas de q y $2q$.
- (1p) El módulo de la tensión en la cuerda que sujeta a $2q$.
- (2p) La tensión en la cuerda que sujeta a q .



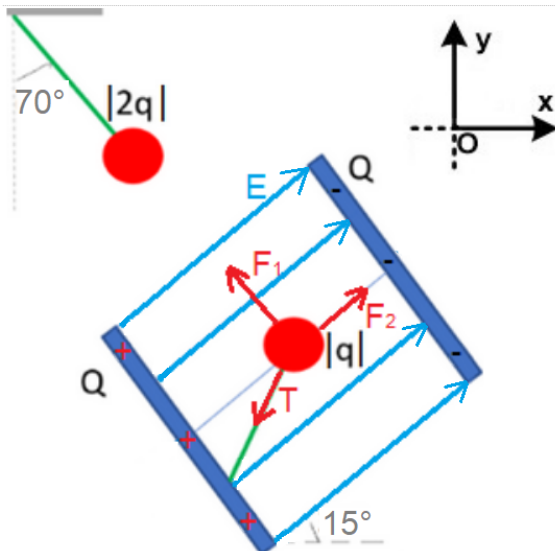
Solución

$$a) C = \frac{\epsilon_0 A}{d_{\text{placas}}} = 1.33 \times 10^{-9} F$$

$$Q = VC = 5.31 \times 10^{-8} C$$

$$b) E = V/d_{\text{placas}} = 40000 N/C$$

Dada la polaridad de la pila, la placa izquierda se cargará positivamente y la otra negativamente. Por ello el campo eléctrico irá en la siguiente dirección:



c) Realizamos el DCL de la esfera $|q|$. A partir de la posición de la cuerda que sujeta a la carga podemos deducir las direcciones de la fuerza eléctrica entre las esferas (F_1) y la fuerza eléctrica originada por el campo eléctrico E (F_2), para que el sistema se encuentre en equilibrio estas dos fuerzas deben oponerse a la tensión.

En conclusión la carga q debe ser positiva, dado que la fuerza F_2 va en dirección del campo. Además la carga $2q$ será negativa, dado que la fuerza F_1 es de atracción.

d) Dado que sobre la carga $2q$ solo actúan dos fuerzas, para que esté en equilibrio: $T_2 = F_1$

$$F_1 = T_2 = \frac{K|q||2q|}{d_{cargas}^2} = 7.2 \times 10^{-4} \text{ N}$$

e) Hallamos F_2 : $F_2 = qE = 8 \times 10^{-4} \text{ N}$

Planteamos la condición de equilibrio en la esfera q , descomponiendo la tensión T en los ejes x y y :

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow -T_x - F_1 \cos 20^\circ + F_2 \cos 15^\circ = 0$$

$$T_x = 0.962 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow -T_y + F_1 \sin 20^\circ + F_2 \sin 15^\circ = 0$$

$$T_y = 4.53 \times 10^{-4} \text{ N}$$

La tensión sería: $\vec{T} = 0.962 \times 10^{-4} \hat{i} + 4.53 \times 10^{-4} \hat{j} \text{ N}$

Rúbrica

a) Plantea correctamente la capacitancia. (0.5p)

Plantea y determina correctamente el voltaje pedido. (0.5p)

b) Determina correctamente el campo eléctrico. (0.5p)

Indica correctamente la dirección del campo. (0.5p)

c) Indica correctamente el signo de la carga q , justificando. (0.5p)

Indica correctamente el signo de la carga $2q$, justificando. (0.5p)

d) Determina correctamente la fuerza pedida. (1p)

e) Plantea o determina correctamente la fuerza producida por el campo. (0.5p)

Plantea correctamente la condición de equilibrio en el eje x . (0.5p)

Plantea correctamente la condición de equilibrio en el eje y . (0.5p)

Determina correctamente la tensión. (0.5p)

Pregunta 4

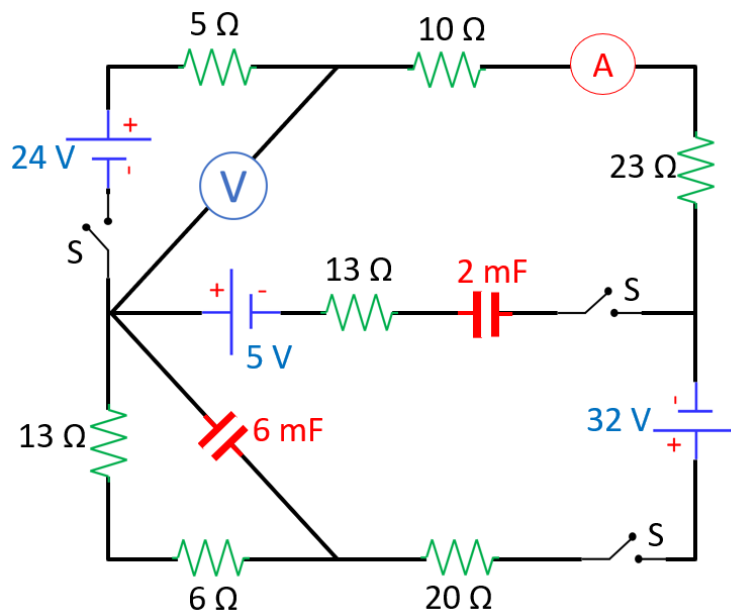
(5p) En el circuito mostrado, el amperímetro tiene una resistencia interna de 1Ω y el voltímetro es ideal. En el instante en que se cierran los interruptores S :

a) (3p) Determine la lectura del amperímetro

Un tiempo largo después:

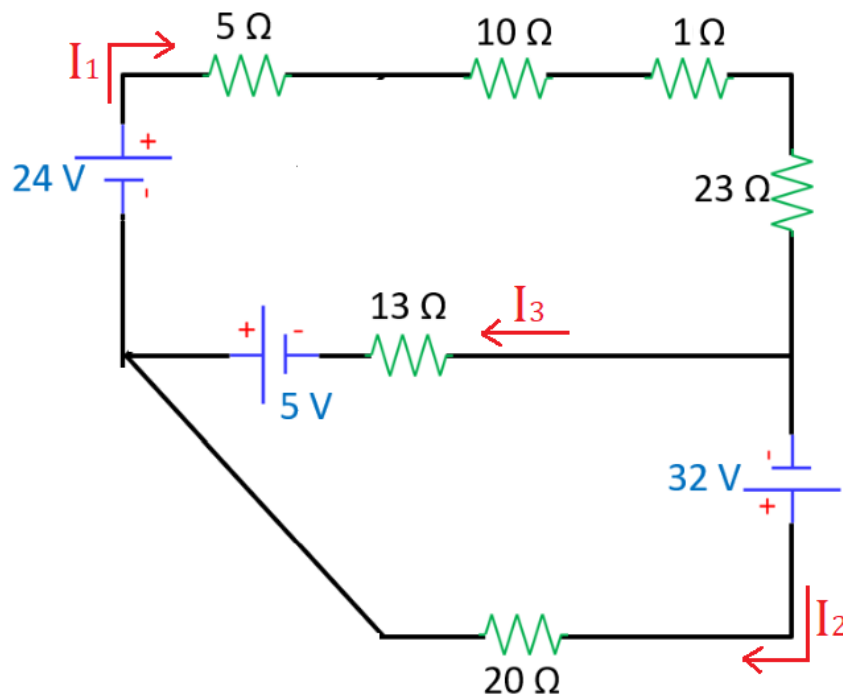
b) (1p) Determine la lectura del amperímetro.

c) (1p) Determine la carga almacenada en el capacitor de 2 mF .



Solución

a) En el instante inicial los capacitores siguen descargados, por lo que se pueden considerar que dejan pasar la corriente (como cables). El amperímetro se comporta como una resistencia de $1\ \Omega$. Las resistencias de $13\ \Omega$ y $6\ \Omega$ se encuentran en cortocircuito. **(0.5p)**



Ley de nodos: $I_1 = I_2 + I_3 \rightarrow I_3 = I_1 - I_2$ **(0.5p)**

Ley de mallas en malla superior: $24 - 5I_1 - 10I_1 - 1I_1 - 23I_1 - 13I_3 + 5 = 0$

$$29 - 39I_1 - 13(I_1 - I_2) = 0$$

$$52I_1 - 13I_2 = 29 \text{ **(1p)**}$$

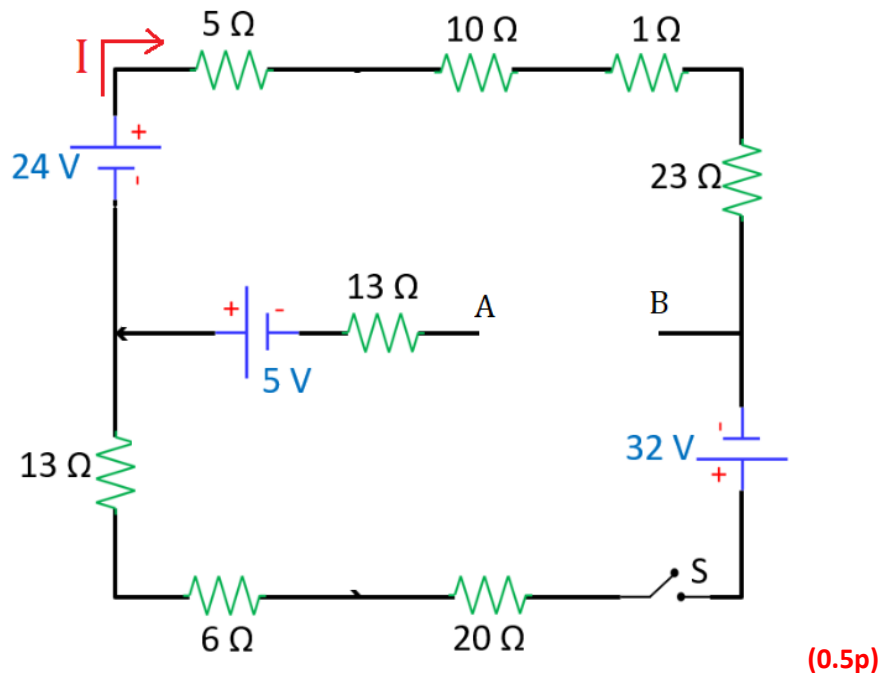
Ley de mallas en malla derecha: $32 - 20I_2 - 5 + 13(I_1 - I_2) = 0$

$$-13I_1 + 33I_2 = 27 \text{ **(0.5p)**}$$

Resolviendo el sistema: $I_1 = 0.846\text{ A}$, $I_2 = 1.151\text{ A}$

La corriente que mide el amperímetro será: $I_1 = 0.846 \text{ A}$ (0.5p)

b) Luego de un tiempo largo los capacitores se cargarán por completo. Cuando esto ocurra los capacitores actuarán como circuitos abiertos, impidiendo el paso de corriente.



Aplicamos la ley de mallas:

$$+ 24 - 5I - 10I - 1I - 23I + 32 - 20I - 6I - 13I = 0$$

$$78I = 56$$

$$I = 0.718 \text{ A}$$

Esta será la corriente que mide el amperímetro. (0.5p)

c) El voltaje en el capacitor será:

$$V_B - V_A = 13 \times 0 + 5 + 24 - 16I - 23I$$

$$V_B - V_A = 1 \text{ V}$$

$$\text{La carga en el capacitor será: } Q = CV = 2\text{mF} \times 1\text{V} = 2\text{mC}$$

Rúbrica

a) Simplifica correctamente el circuito, identificando elementos en cortocircuito. (0.5p)

Plantea las corrientes y las relaciona utilizando la ley de nodos. (0.5p)

Plantea correctamente la ley de mallas. (1p)

Plantea correctamente por segunda vez la ley de mallas. (0.5p)

Determina la corriente pedida. (0.5p)

b) Simplifica correctamente y plantea la única corriente del circuito. (0.5p)

Plantea la ley de mallas y determina la corriente pedida. (0.5p)

c) Plantea correctamente el voltaje del capacitor y determina su carga. (1p)

Parcial: Plantea el voltaje del capacitor con errores de signo. (0.5p)

Parcial: Plantea el voltaje omitiendo la fuente de 5V. (0.5p)