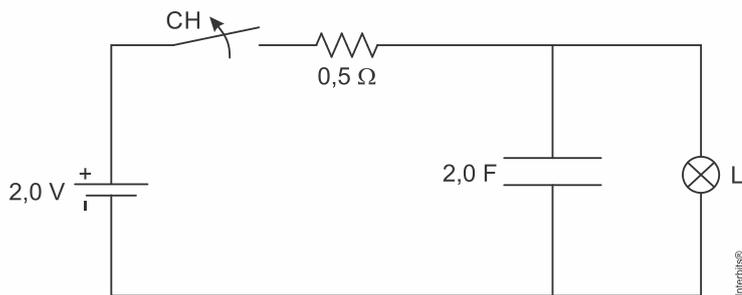


1. (Enem 2ª aplicação 2016) Um cosmonauta russo estava a bordo da estação espacial MIR quando um de seus rádios de comunicação quebrou. Ele constatou que dois capacitores do rádio de $3 \mu\text{F}$ e $7 \mu\text{F}$ ligados em série estavam queimados. Em função da disponibilidade, foi preciso substituir os capacitores defeituosos por um único capacitor que cumpria a mesma função.

Qual foi a capacitância, medida em μF , do capacitor utilizado pelo cosmonauta?

- a) 0,10
- b) 0,50
- c) 2,1
- d) 10
- e) 21

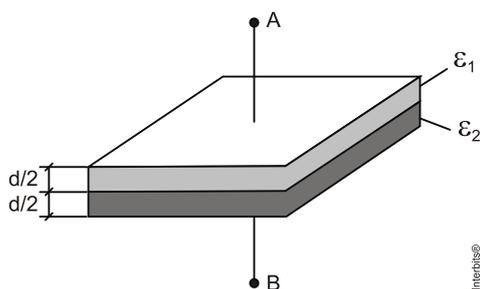
2. (Esc. Naval 2014) Observe a figura a seguir.



Até o instante da abertura da chave CH, o circuito representado na figura acima se encontrava em regime permanente. Desde o instante da abertura da chave até a lâmpada se apagar completamente, observa-se que a energia armazenada no capacitor de capacitância $2,0 \text{ F}$, sofre uma variação de $0,25 \text{ J}$. Considerando a lâmpada como uma resistência R , qual é o valor de R , em ohms?

- a) $1/2$
- b) $1/3$
- c) $1/4$
- d) $1/5$
- e) $1/6$

3. (Epcar (Afa) 2012) A região entre as placas de um capacitor plano é preenchida por dois dielétricos de permissividades ϵ_1 e ϵ_2 , conforme ilustra a figura a seguir.

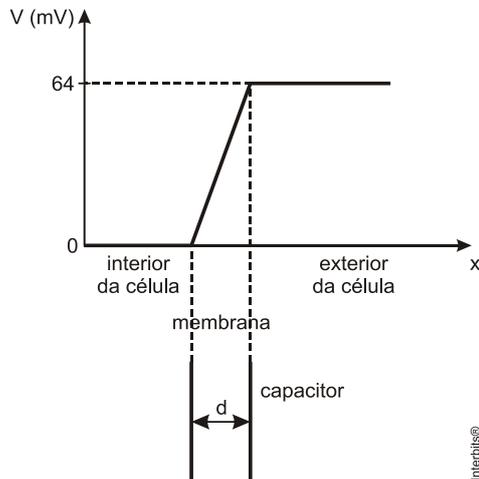


Se S a área de cada placa, d a distância que as separa e U a ddp entre os pontos A e B, quando o capacitor está totalmente carregado, o módulo da carga Q de cada placa é igual a

- a) $\frac{2S}{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)} \cdot U$
- b) $\frac{2S(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{d} \cdot U$

- c) $\frac{2S\epsilon_1\epsilon_2}{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)} \cdot U$
 d) $\frac{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{2S\epsilon_1\epsilon_2} \cdot U$

4. (Fuvest 2012)



O fluxo de íons através de membranas celulares gera impulsos elétricos que regulam ações fisiológicas em seres vivos. A figura acima ilustra o comportamento do potencial elétrico V em diferentes pontos no interior de uma célula, na membrana celular e no líquido extracelular. O gráfico desse potencial sugere que a membrana da célula pode ser tratada como um capacitor de placas paralelas com distância entre as placas igual à espessura da membrana, $d = 8 \text{ nm}$. No contexto desse modelo, determine

- o sentido do movimento – de dentro para fora ou de fora para dentro da célula – dos íons de cloro (Cl^-) e de cálcio (Ca^{2+}), presentes nas soluções intra e extracelular;
- a intensidade E do campo elétrico no interior da membrana;
- as intensidades F_{Cl} e F_{Ca} das forças elétricas que atuam, respectivamente, nos íons Cl^- e Ca^{2+} enquanto atravessam a membrana;
- o valor da carga elétrica Q na superfície da membrana em contato com o exterior da célula, se a capacitância C do sistema for igual a 12 pF .

NOTE E ADOTE

Carga do elétron = $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

$1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$.

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

$C = Q/V$.

5. (Enem 2ª aplicação 2010) Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis ao toque existentes no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

- O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.
- No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena

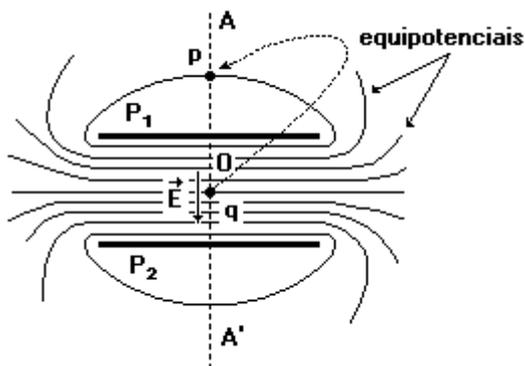
diminui. Esta redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.

Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 18 set. 2010 (adaptado).

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,

- receptores — televisor.
- resistores — chuveiro elétrico.
- geradores — telefone celular.
- fusíveis — caixa de força residencial.
- capacitores — *flash* de máquina fotográfica.

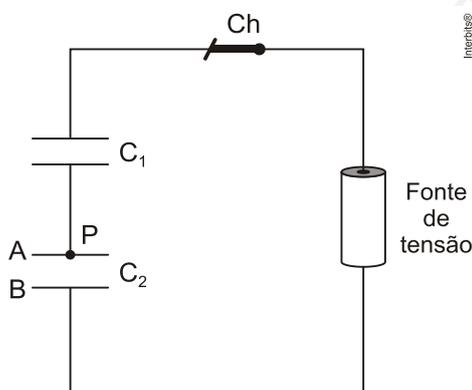
6. (Fuvest 1998) Um capacitor é formado por duas placas paralelas, separadas 10mm entre si. Considere as placas do capacitor perpendiculares ao plano do papel. Na figura são mostradas as interseções das placas P_1 e P_2 e de algumas superfícies equipotenciais com o plano do papel. Ao longo do eixo médio AA' , o campo elétrico é uniforme entre as placas e seu valor é $E=10^5\text{V/m}$. As superfícies equipotenciais indicadas estão igualmente espaçadas de 1mm ao longo do eixo. Uma carga $q=10^{-14}\text{C}$ é levada do ponto O ao ponto P , indicados na figura.



O trabalho realizado é:

- 0 J
- 5×10^{-12} J
- 1×10^{-11} J
- 4×10^{-12} J
- 1×10^{-10} J

7. (Epcar (Afa) 2013) No circuito esquematizado abaixo, C_1 e C_2 são capacitores de placas paralelas, a ar, sendo que C_2 pode ter sua capacitância alterada por meio da inclinação de sua armadura A, que é articulada no ponto P.



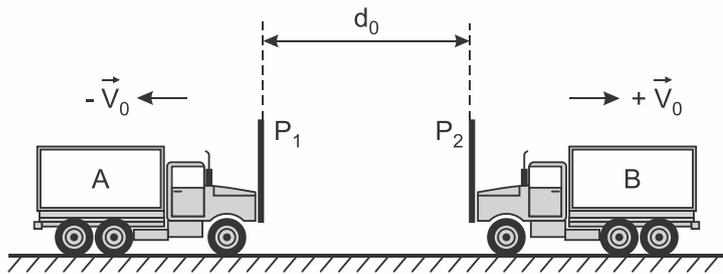
Estando os capacitores completamente carregados, desliga-se a chave Ch e inclina-se a armadura A sem deixá-la aproximar muito de B. Nessas condições, a ddp nos terminais de C_1 e C_2 , respectivamente,

- a) aumenta e diminui.
- b) fica constante e diminui.
- c) diminui e aumenta.
- d) fica constante e aumenta.

8. (Epcar (Afa) 2015) Duas grandes placas metálicas idênticas, P_1 e P_2 , são fixadas na face dianteira de dois carrinhos, de mesma massa, A e B.

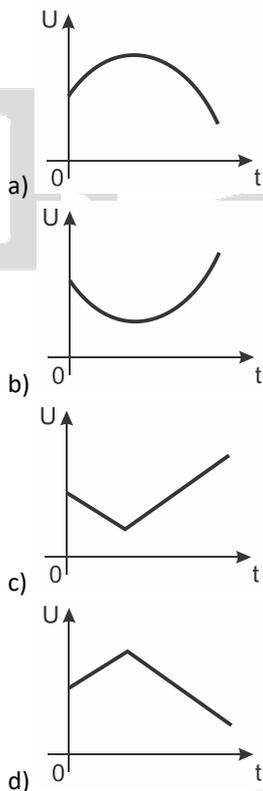
Essas duas placas são carregadas eletricamente, constituindo, assim, um capacitor plano de placas paralelas.

Lançam-se, simultaneamente, em sentidos opostos, os carrinhos A e B, conforme indicado na figura abaixo.

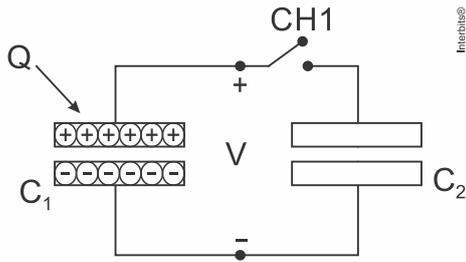


SUPERFÍCIE PLANA E HORIZONTAL

Desprezadas quaisquer resistências ao movimento do sistema e considerando que as placas estão eletricamente isoladas, o gráfico que melhor representa a ddp , U , no capacitor, em função do tempo t , contado a partir do lançamento é



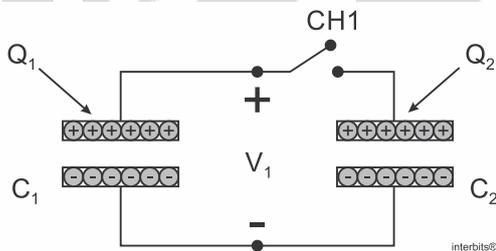
9. (Esc. Naval 2015) Analise a figura abaixo.



O capacitor C_1 encontra-se inicialmente com uma tensão constante $V = 4$ volts. Já o capacitor C_2 estava descarregado. Fechando-se a chave CH1, o sistema atinge o equilíbrio com uma tensão de $\frac{4}{3}$ volts e redução de $\frac{8}{3}$ joule da energia armazenada. A carga inicial Q , em coulombs, é igual a

- a) $\frac{4}{3}$
- b) $\frac{3}{2}$
- c) $\frac{5}{3}$
- d) 2
- e) $\frac{7}{3}$

10. (Efomm 2016) Os capacitores planos C_1 e C_2 mostrados na figura têm a mesma distância d e o mesmo dielétrico (ar) entre suas placas. Suas cargas iniciais eram Q_1 e Q_2 , respectivamente, quando a chave CH1 foi fechada. Atingido o equilíbrio eletrostático, observou-se que a tensão V_1 mostrada na figura não sofreu nenhuma variação com o fechamento da chave. Podemos afirmar que os dois capacitores possuem



- a) a mesma energia potencial elétrica armazenada.
- b) a mesma carga elétrica positiva na placa superior.
- c) a mesma carga elétrica, em módulo, na placa superior.
- d) a mesma capacitância.
- e) o mesmo valor do campo elétrico uniforme presente entre as placas.

Gabarito:**Resposta da questão 1:**

[C]

Como os capacitores estavam ligados em série, a capacitância do capacitor equivalente é dada por:

$$C_{\text{eq}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3 \cdot 7}{3 + 7} \Rightarrow C_{\text{eq}} = 2,1 \mu\text{F.}$$

Resposta da questão 2:

[E]

Se na descarga do capacitor houve uma variação de energia de 0,25 J, então:

$$E = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

$$U^2 = \frac{0,25 \cdot 2}{C}$$

$$U = 0,5 \text{ V}$$

Como o capacitor está em paralelo com a Lâmpada (ou a resistência R), sabemos que a tensão em cima da lâmpada é a mesma que a tensão em cima do capacitor. Assim, pela Lei de Kirchhoff, tem-se:

$$V_{0,5} + V_R = 2$$

$$V_{0,5} = 2 - 0,5$$

$$V_{0,5} = 1,5 \text{ V}$$

Em regime permanente não existe corrente circulando pelo capacitor, logo:

$$i_{0,5} = i_R$$

$$\frac{V_{0,5}}{0,5} = \frac{V_R}{R}$$

$$\frac{1,5}{0,5} = \frac{0,5}{R}$$

$$R = \frac{0,5 \cdot 0,5}{1,5}$$

$$R = \frac{1}{6} \Omega$$

Resposta da questão 3:

[C]

A associação mostrada é composta por dois capacitores planos em série.

A capacitância de cada capacitor vale $C_1 = \frac{\epsilon_1 S}{d/2} = \frac{2\epsilon_1 S}{d}$ e $C_2 = \frac{\epsilon_2 S}{d/2} = \frac{2\epsilon_2 S}{d}$.

A capacitância equivalente é dada pela expressão:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{d}{2\epsilon_1 S} + \frac{d}{2\epsilon_2 S} = \frac{d}{2S} \cdot \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{\epsilon_1 \epsilon_2} \rightarrow C = \frac{2S\epsilon_1 \epsilon_2}{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)}$$

$$\text{Como } Q = C.U. \rightarrow q = \frac{2S\varepsilon_1\varepsilon_2}{d(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} \cdot U$$

Resposta da questão 4:

Dados:

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}; U = 64 \text{ mV} = 64 \times 10^{-3} \text{ V}; d = 8 \text{ nm} = 8 \times 10^{-9} \text{ m}; C = 12 \times 10^{-12} \text{ F}; C = \frac{Q}{V}.$$

a) Sabemos que cargas negativas tendem para pontos de maior potencial elétrico e cargas positivas tendem para pontos de menor potencial elétrico. Assim, os íons de Cloro (Cl^-) movem-se de dentro para fora da célula e os íons de cálcio (Ca^{++}) movem-se em sentido oposto, de fora para dentro da célula.

b) Como o potencial elétrico varia linearmente com a distância, o campo elétrico ao longo da membrana da célula é constante. Sendo U a ddp entre o interior e o exterior da célula, da expressão do campo elétrico uniforme vem:

$$E d = U \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{64 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-9}} \Rightarrow E = 8 \times 10^6 \text{ V/m}.$$

c) Os íons de cloro têm um elétron em excesso, portanto sua carga é $q_{\text{Cl}} = -e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Os íons de cálcio têm valência +2, portanto têm carga $q_{\text{Ca}} = +2e = 3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$. Da expressão da força elétrica:

$$F_{\text{Cl}} = |q_{\text{Cl}}|E = 1,6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^6 \Rightarrow F_{\text{Cl}} = 1,28 \times 10^{-12} \text{ N}.$$

$$F_{\text{Ca}} = |q_{\text{Ca}}|E = 3,2 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^6 \Rightarrow F_{\text{Ca}} = 2,56 \times 10^{-12} \text{ N}.$$

d) Do gráfico, o potencial no interior da célula é nulo. Então, $U = V = 64 \times 10^3 \text{ V}$.

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV = 12 \times 10^{-12} \times 64 \times 10^3 \Rightarrow Q = 7,68 \times 10^{-13} \text{ C}.$$

Resposta da questão 5:

[E]

Dispositivos que armazenam carga elétrica são chamados **capacitores** ou **condensadores**. A carga armazenada é descarregada num momento oportuno, como por exemplo, através do filamento de uma lâmpada de máquina fotográfica, emitindo um *flash*.

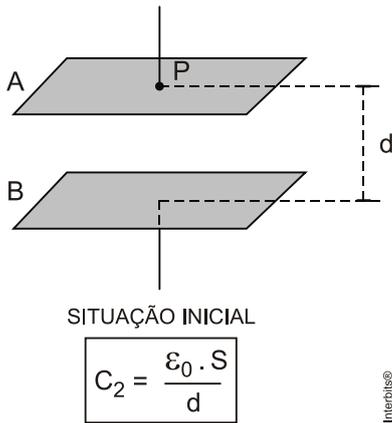
Resposta da questão 6:

[D]

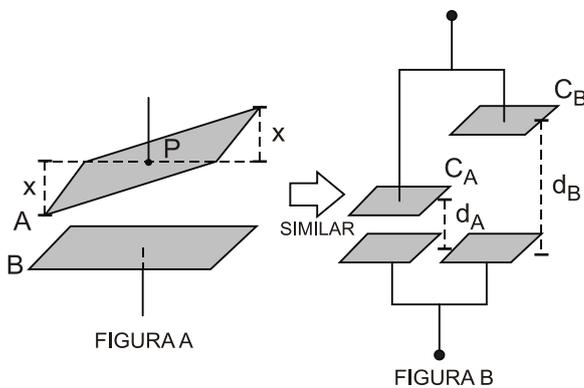
Resposta da questão 7:

[B]

Iniciaremos a resolução dessa questão analisando a capacitância do capacitor C_2 em função da variação da inclinação de sua armadura:



Inclinando a armadura, temos:



Calcular a capacitância da figura A em função da inclinação exigiria cálculos matemáticos de nível superior e, portanto, não faria o menor sentido expor aqui. Entretanto, analisando a figura B, podemos concluir que, apesar de não corresponder exatamente à situação apresentada na figura A, ela nos ajuda a compreender o que acontece (se aumenta, diminui ou se fica constante) com a capacitância do capacitor C_2 . Nesta figura (B), tratamos o capacitor C_2 como dois capacitores em paralelo onde $d_A = d - x$ e $d_B = d + x$. Assim sendo, a capacitância equivalente desse modelo é dada por:

$$C_A = \frac{\epsilon_0 \cdot S_A}{d_A} \rightarrow C_B = \frac{\epsilon_0 \cdot S_B}{d_B}$$

Sendo $S_A = S_B = \frac{S}{2}$, temos: $C_A = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{2 \cdot d_A}$ e $C_B = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{2 \cdot d_B}$.

Como os capacitores estão em paralelo, temos:

$$C_{eq} = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{2} \cdot \left(\frac{1}{d_A} + \frac{1}{d_B} \right) = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{2} \cdot \left(\frac{d_A + d_B}{d_A \cdot d_B} \right)$$

$$C_{eq} = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{2} \cdot \left(\frac{d - x + d + x}{(d - x) \cdot (d + x)} \right) = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{2} \cdot \left(\frac{2d}{d^2 - x^2} \right)$$

$$C_{eq} = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d} \cdot \left(\frac{d^2}{d^2 - x^2} \right)$$

$$\text{Logo: } C_{\text{eq}} = C_2 \cdot \left(\frac{d^2}{(d^2 - x^2)} \right)$$

$$\text{Note que } \left(\frac{d^2}{(d^2 - x^2)} \right) > 1$$

$$\therefore \boxed{C_{\text{eq}} > C_2}$$

Isto nos mostra que a capacitância do capacitor C_2 com as placas planas em paralelo é menor que a capacitância com as placas inclinadas.

Como as cargas dos capacitores permanecerão constantes, temos:

$$U_1 = \frac{Q}{C_1} \text{ (antes) e } U_1' = \frac{Q}{C_1'} \text{ (depois)}$$

$$\text{Já que } C_1 = C_1'$$

$$\boxed{U_1 = U_1'} \text{ mantém constante}$$

$$U_2 = \frac{Q}{C_2} \text{ (antes) e } U_2' = \frac{Q}{C_2'} \text{ (depois)}$$

$$\text{Já que } C_2 < C_2'$$

$$\boxed{U_2 > U_2'} \text{ a tensão diminui.}$$

Resposta da questão 8:

[A]

As duas placas carregadas com cargas contrárias constituem um capacitor. No mesmo existe, então, uma força de atração entre as placas que são lançadas em sentido contrário, constituindo um movimento uniformemente variado. Essa força será responsável por desacelerar cada placa até que elas parem na máxima distância entre elas tendo a máxima diferença de potencial. Após o que iniciam o movimento de aproximação, diminuindo a diferença de potencial na medida em que se aproximam, de acordo com as equações para em capacitor entre placas paralelas:

$$C = \frac{Q}{U} \text{ e } C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d}$$

Em que

C é a capacitância

U é a diferença de potencial

Q é a intensidade da carga elétrica (constante)

d é a distância entre as placas

ϵ_0 é a permissibilidade absoluta no vácuo

A é a área da placas

Igualando as duas equações e explicitando U , temos:

$$U = \frac{Q}{\epsilon_0 A} d$$

Para o movimento uniformemente variado (MUV): $d = v_0 t + \frac{a}{2} t^2$

Aplicando na equação anterior, ficamos com uma função quadrática entre U e t obtendo-se uma parábola com a concavidade voltada para baixo, devido à aceleração negativa.

$$U = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \left(v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \right)$$

Sendo assim, o gráfico que melhor representa a situação é o da alternativa [A].

Resposta da questão 9:

[D]

Abrindo-se a chave, o potencial de equilíbrio é o mesmo para os dois capacitores:

$$V_1 = V_2 = V_{eq} = \frac{4}{3} \text{ volt.}$$

Pelo princípio da conservação das cargas:

$$Q_1 + Q_2 = Q.$$

Calculando as energias antes e depois da abertura da chave:

$$\begin{cases} \text{Antes: } E_p = \frac{QV}{2} \\ \text{Depois: } E_{P_{12}} = \frac{Q_1 V_1}{2} + \frac{Q_2 V_2}{2} = \frac{Q_1 + Q_2}{2} V_{eq} \Rightarrow E_{P_{12}} = \frac{Q}{2} V_{eq} \end{cases}$$

Fazendo a diferença das energias antes e depois da abertura da chave:

$$E_p - (E_{P_1} + E_{P_2}) = \frac{8}{3} \Rightarrow \frac{QV}{2} - \frac{QV_{eq}}{2} = \frac{8}{3} \Rightarrow \frac{Q}{2}(V - V_{eq}) = \frac{8}{3} \Rightarrow$$

$$Q = \frac{16}{3(V - V_{eq})} \Rightarrow Q = \frac{16}{3\left(4 - \frac{4}{3}\right)} = \frac{16}{3\left(\frac{8}{3}\right)} = \frac{16}{8} \Rightarrow$$

$$Q = 2 \text{ coulombs.}$$

Resposta da questão 10:

[E]

Como a tensão entre os capacitores não variou com o fechamento da chave, observamos que os capacitores possuem a mesma tensão elétrica, sendo assim, possuem a mesma razão entre a carga e a capacitância:

$$U = \frac{Q}{C} \Rightarrow U_1 = U_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2}$$

Então, as cargas elétricas somente poderão ser iguais se as capacitâncias também forem iguais, sendo eliminadas as alternativas [B] e [C].

Em contrapartida, as capacitâncias sendo iguais deveria ocorrer a igualdade das cargas, portanto a alternativa [D] está eliminada.

A energia potencial elétrica é dada por:

$$E_p = Q \cdot V$$

Como as cargas não são iguais, necessariamente as energias potenciais não serão as mesmas também, logo descartamos a alternativa [A].

Em relação ao campo elétrico entre as placas, temos a expressão:

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow U = E \cdot d$$

Sendo $U_1 = U_2$ e as distâncias entre as placas iguais:

$$E_1 \cdot d = E_2 \cdot d \therefore E_1 = E_2$$

Resposta alternativa [E].

Fábrica

D