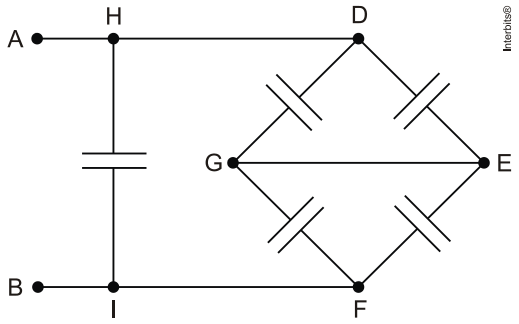
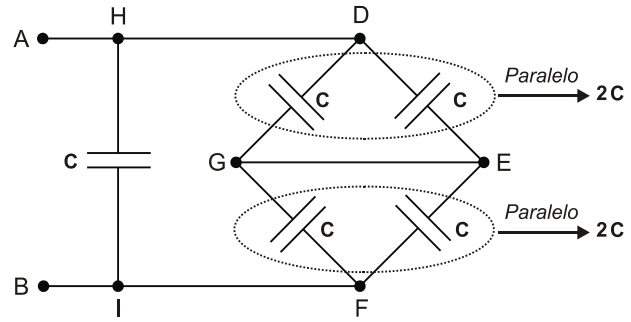
CIRCUITOS COM CAPACITORES

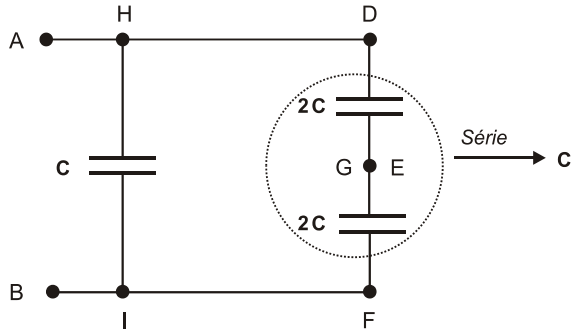
1. (Ufpr 2013) Considerando que todos os capacitores da associação mostrada na figura abaixo têm uma capacitância igual a C, determine a capacitância do capacitor equivalente entre os terminais A e B. Apresente a resolução.

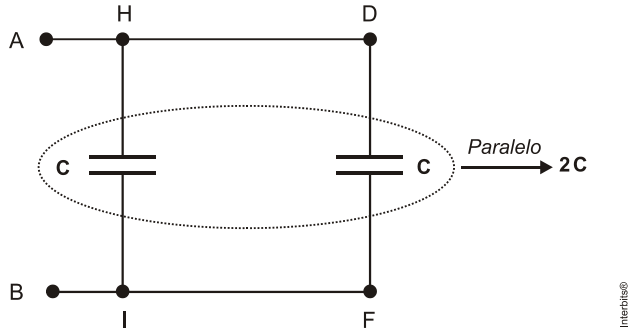


Resposta:

A figura mostra uma sequência de simplificações do circuito, dando as capacitâncias equivalentes parciais.

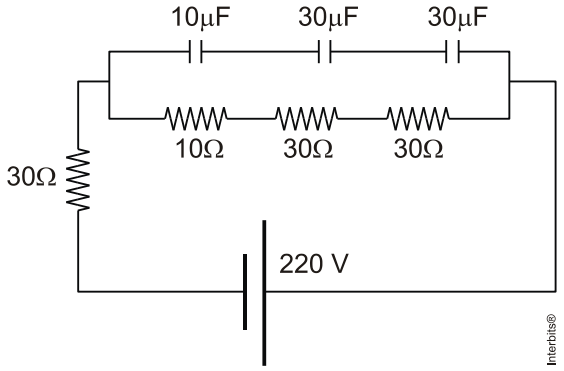






A capacitância equivalente é:
$C_{eq} = 2$ C.

2. (G1 - ifpe 2012) Um circuito elétrico é constituído por três capacitores, quatro resistores e um gerador ideal, conforme a figura abaixo. O circuito é submetido a uma tensão elétrica de 220 V. A carga elétrica armazenada pelo capacitor de $10\ \mu F$, em μC, vale:



a) 154
b) 308
c) 462
d) 716
e) 924

Resposta:

[E]

Resistência total equivalente = $30 + 10 + 30 + 30 = 100$ ohms
Corrente elétrica do circuito = $i = V/R = 220/100 = 2,2A$

Diferença de potencial entre os capacitores $Vc = 220 - 30i = 220 - 30x2,2 = 220 - 66 = 154V$

Capacitância equivalente: $1/C = 1/10 + 1/30 + 1/30$ (associação em série)

Calculando, temos $C = 6\mu F$

Carga $Q = C \cdot Vc = 6x154 = 924\mu C$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Dados:

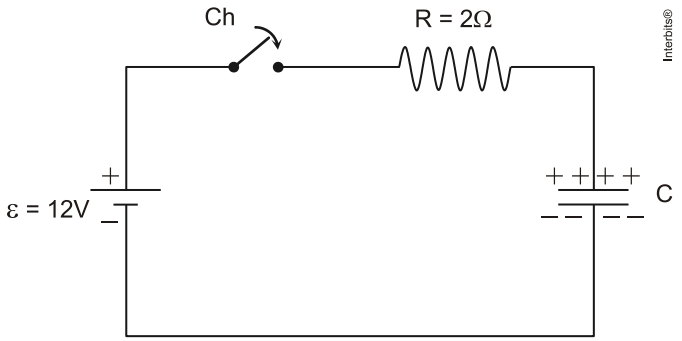
Aceleração da gravidade: $10\ m/s^2$.

Densidade do mercúrio: $13,6\ g/cm^3$.

Pressão atmosférica: $1,0 \cdot 10^5\ N/m^2$.

Constante eletrostática: $k_0 = 1/4\pi\varepsilon_0 = 9,0 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2$.

3. (Ufpe 2012) No circuito RC, mostrado abaixo, a chave Ch está aberta. Inicialmente o capacitor está carregado e sua ddp é $V_C = 22\ V$. A chave Ch é fechada e uma corrente elétrica começa a circular pelo circuito. Calcule a intensidade da corrente elétrica inicial que circula no resistor, em ampères.



Resposta:

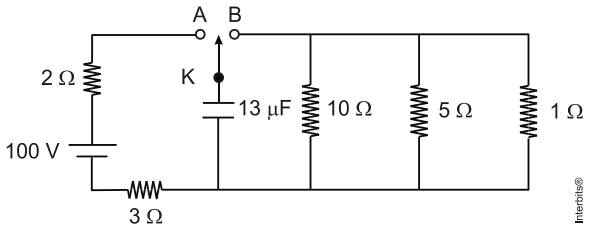
De acordo com a segunda lei de Kirchhoff, teremos:

$$V_C - V_R - \varepsilon = 0 \rightarrow 22 - V_R - 12 = 0$$
$$V_R = 10V$$

Aplicando a definição de resistência elétrica:

$$R = \frac{V_R}{i} \rightarrow 2 = \frac{10}{i}$$
$$i = 5A$$

4. (Epcar (Afa) 2011) No circuito representado pela figura abaixo, estando o capacitor completamente carregado, leva-se a chave *K* da posição *A* para a posição *B*.



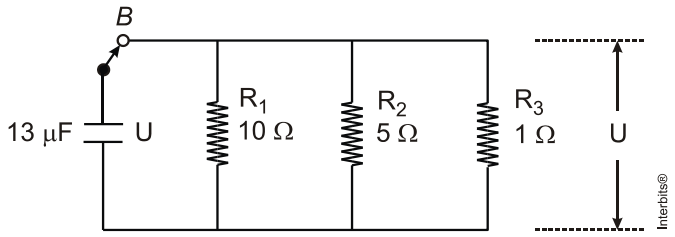
A quantidade de energia, em mJ dissipada pelo resistor de 1Ω, após essa operação, é igual a
a) 5,0
b) 10
c) 25
d) 50

Resposta:

[D]

Dados: $\mathbf{U_0}$ = 100 V; **C** = 13 μF = 13×10^{-6} F; $\mathbf{R_1}$ = 10 Ω; $\mathbf{R_2}$ = 5 Ω e $\mathbf{R_3}$ = 1 Ω.

A figura mostra o circuito com o capacitor carregado, a chave fechada em *B* e os três resistores através dos quais é efetuada a descarga de energia.



À medida que vai ocorrendo a descarga, a tensão (**U**) no capacitor vai diminuindo, diminuindo igualmente a tensão em cada um dos resistores, pois eles estão em paralelo, ligados ao capacitor.
O tempo de descarga (**Δt**) também é igual ao tempo de funcionamento dos três resistores.
O capacitor está carregado quando está sob tensão igual à da bateria, ou seja, $\mathbf{U_0}$ = 100 V.
A energia potencial elétrica ($\mathbf{E_P}$) armazenada no capacitor é:

$$E_P = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{13 \times 10^{-6} \times (100)^2}{2} = \frac{13 \times 10^{-6} \times 10^4}{2} = 0{,}065 \text{ J} \Rightarrow$$
$$E_P = 65 \text{ mJ.}$$

Essa energia é descarregada (dissipada) através dos resistores por efeito Joule:
$E_P = E_1 + E_2 + E_3$. **(I)**

Lembrando que a energia dissipada em um resistor é
$E = \frac{U^2}{R}\Delta t$, podemos obter as energias dissipadas em $\mathbf{R_1}$ e $\mathbf{R_2}$, em função da energia dissipada em $\mathbf{R_3}$. Assim:

$$\frac{E_1}{E_3} = \frac{U^2\Delta t / R_1}{U^2\Delta t / R_3} = \frac{R_3}{R_1} \Rightarrow E_1 = \frac{1}{10}E_3. \quad \textbf{(II)}$$

Analogamente, obtemos
$E_2 = \frac{1}{5}E_3$. **(III)**

Substituindo (II) e (III) em (I):

$$E_P = \frac{1}{10}E_3 + \frac{1}{5}E_3 + E_3 = \frac{(1+2+10)}{10}E_3 \Rightarrow E_P = \frac{13}{10}E_3 \Rightarrow E_3 = \frac{10}{13}E_P = \frac{10}{13} \times 65 \Rightarrow$$
$$E_P = 50 \text{ J.}$$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Dados:

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$

Densidade da água: $\rho_a = 1{,}0 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3{,}0 \cdot 10^8 \text{m/s}$

Pressão atmosférica: $P_{atm} = 1{,}0 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$

$1 \text{ litro} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{m}^3$

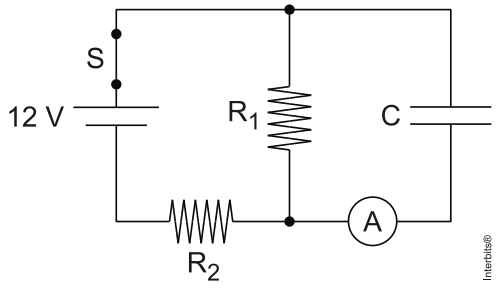
$1 \text{ ano - luz} = 9{,}461 \cdot 10^{15} \text{m}$

Calor específico da água: $c_a = 1 \text{ cal/gºC} = 4000 \text{ J/KgºC}$

$1 \text{ eV} = 1{,}6 \cdot 10^{19} \text{J}$

$1 \text{ cal} = 4{,}2 \text{ J}$

5**.** (Ufjf 2011) A Figura abaixo mostra um circuito formado por dois resistores $R_1 = 10\ \Omega$ e $R_2 = 2\ \Omega$, um capacitor de $100\ \mu\text{F}$, uma bateria de *12 V* e uma chave *S* que é mantida ligada. Um amperímetro está ligado em série com o capacitor.
Nessa situação, o capacitor está totalmente carregado. Com base nessas informações, responda às questões abaixo:



a) Qual é a leitura do amperímetro? Justifique sua resposta.
b) Calcule a carga elétrica armazenada no capacitor.
c) O que deve ocorrer com a energia armazenada no capacitor se a chave *S* for desligada?

Resposta:

Dados: $\varepsilon = 12$ V; $R_1 = 10\,\Omega$; $R_2 = 2\,\Omega$; **C** = 100 μF = 10^{-4} F.

a) A corrente no amperímetro é nula, pois pelo capacitor não passa corrente.
b) Calculando a corrente no circuito:

$\varepsilon = (R_1 + R_2)i \Rightarrow 12 = (10+2)i \Rightarrow i = 1$ A.

A ddp (**U**) no capacitor é igual à ddp no resistor de resistência $R_1 = 10\,\Omega$. Então:

$U = R_1\, i = 10(1) \Rightarrow U = 10$ V.

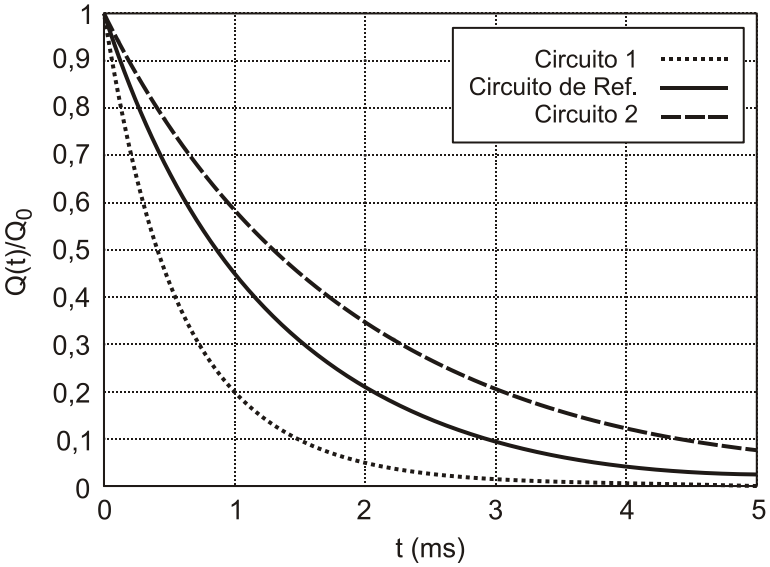
A energia armazenada no capacitor é:

$$E = \frac{CU^2}{2} = \frac{10^{-4} \times 10^2}{2} \Rightarrow E = 5 \times 10^{-3} \text{ J.}$$

c) Se a chave for desligada, cessa a corrente fornecida pela bateria e o capacitor se descarrega através do resistor de resistência R_1.

6**.** (Ufg 2010) O desfibrilador é um equipamento com fim terapêutico que visa à reversão das arritmias cardíaca pela aplicação de um pulso de corrente elétrica de grande amplitude num pequeno intervalo de tempo, a qual é liberada pela descarga de um capacitor. O desfibrilador pode ser modelado por um circuito RC, no qual um capacitor de capacitância C é conectado a um resistor de resistência R. O gráfico mostra a descarga de três circuitos RC, um deles o de

referência. Os capacitores têm capacitâncias C = 200 μ F e estão carregados inicialmente com uma carga Q_0. O processo de descarga do capacitor é descrito pela equação Q(t) = Q_0 exp (- t / T), onde T = RC é um tempo característico de cada circuito.



Considerando os dados apresentados, calcule:

a) o valor em ohm, das resistências R_{ref}, R_1 e R_2, sabendo que o tempo característico do circuito de referência é 1,24 ms;

b) o percentual de energia dissipada no resistor do circuito de referência, ($|\Delta E|$ /E_0)x100, entre os instantes t = 0 e t = 2 ms.

Resposta:

a) Dados: T_{ref} = 1,24 ms = $1{,}24\times10^{-3}$ s; C = 200 μF = 2×10^{-4} F.

A expressão dada em linguagem de informática, Q(t) = Q_0 exp (- t / T) transformada em linguagem matemática fica:

Q(t) = $Q_0\ e^{\frac{-t}{RC}}$ ou, para facilitar a leitura no gráfico, $\frac{Q(t)}{Q_0} = e^{\frac{-t}{RC}}$:

Do enunciado, $T_{ref} = R_{ref}\,C \Rightarrow R_{ref} = \frac{T_{ref}}{C} \Rightarrow R_{ref} = \frac{1{,}24\times10^{-3}}{2\times10^{-4}} = 0{,}62\times10 \Rightarrow R_{ref} = 6{,}2\ \Omega$.

Para determinar R_1 e R_2 vamos analisar o gráfico. Nele vemos que para a razão $\frac{Q(t)}{Q_0}$ = 0,2 os tempos nos três circuitos são: t_1 = 1 ms = 10^{-3} s; t_{ref} = 2 ms = 2×10^{-3} s e t_2 = 3 ms = 3×10^{-3} s. Aplicando na equação dada:

0,2 = $e^{\frac{-t_1}{R_1C}} = e^{\frac{-t_{ref}}{R_{ref}C}} = e^{\frac{-t_2}{R_2C}}$. Fazendo a igualdade dos expoentes e ignorando o sinal negativo, vem;

$\frac{t_1}{R_1C} = \frac{t_{ref}}{R_{ref}C} = \frac{t_2}{R_2C} \Rightarrow \frac{t_1}{R_1} = \frac{t_{ref}}{R_{ref}} = \frac{t_2}{R_2C}$. Substituindo os valores lidos no gráfico e obtido no item anterior:

$$\frac{1\times10^{-3}}{R_1} = \frac{2\times10^{-3}}{6{,}2} = \frac{3\times10^{-3}}{R_2}$$

Da primeira igualdade: $2R_1 = 6{,}2 \Rightarrow R_1 = 3{,}1\ \Omega$.
Da segunda igualdade: $2R_2 = 3(6{,}2) \Rightarrow R_2 = 9{,}2\ \Omega$.

b) Lembrando que a energia armazenada no capacitor é $E = \frac{Q^2}{2C}$, vem:

$E(t) = \frac{(Q(t))^2}{2C} = \frac{\left(Q_0 e^{\frac{-t}{T_{ref}}}\right)^2}{2C} = \frac{Q_0^2 e^{\frac{-2t}{T_{ref}}}}{2C}$. Nessa expressão, vemos que $\frac{Q_0^2}{2C} = E_0$. Assim:

$E(t) = E_0\, e^{\frac{-2t}{T_{ref}}}$

Calculemos a razão $\frac{\Delta E}{E_0}$.

$\frac{\Delta E}{E_0} = \frac{E(t) - E_0}{E_0} = \frac{E(t)}{E_0} - 1 = \frac{E_0 e^{\frac{-2t}{T_{ref}}}}{E_0} - 1$. Então:

$\frac{\Delta E}{E_0} = e^{\frac{-2t}{T_{ref}}} - 1$

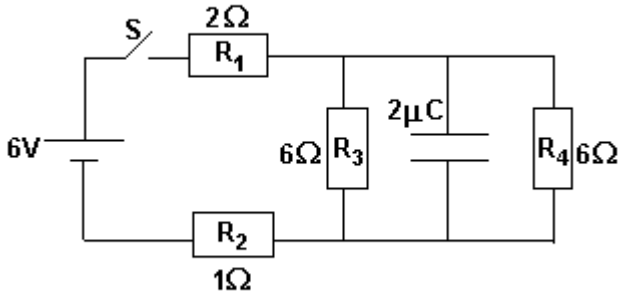
Como já observado no gráfico, para t = 2 s, $\frac{Q(t)}{Q_0} = e^{\frac{-t}{T_{ref}}} = 0{,}2$. Dessa maneira:

$\frac{\Delta E}{E_0} = e^{\frac{-2t}{T_{ref}}} - 1 \Rightarrow \frac{\Delta E}{E_0} = \left(e^{\frac{-t}{T_{ref}}}\right)^2 - 1 \Rightarrow$

$\frac{|\Delta E|}{E_0} = \left|(0{,}2)^2 - 1\right| = \left|0{,}04 - 1\right| = \left|-0{,}96\right| = 0{,}96$. O sinal negativo indica que a energia foi dissipada. Ignorando esse sinal, temos:

$\frac{|\Delta E|}{E_0} \times 100 = 0{,}96 \times 10 \Rightarrow \frac{|\Delta E|}{E_0} \times 100 = 96\%$.

7**.** (Ufc 2008) Considere o circuito elétrico da figura a seguir. A chave S encontra-se inicialmente aberta e o capacitor encontra-se completamente descarregado. A soma das correntes no resistor de 2 Ù no instante em que a chave S é fechada e em um instante de tempo posterior, suficientemente longo para que o capacitor esteja completamente carregado, é:

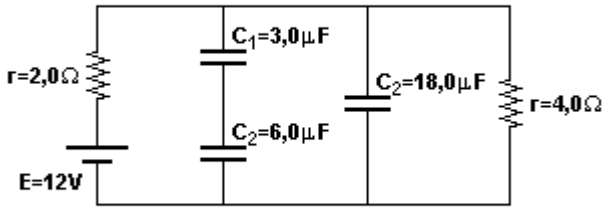


a) 1 A
b) 2 A
c) 3 A
d) 4 A
e) 5 A

Resposta:

[C]

8**.** (Ufal 2006) Considere o circuito constituído por um gerador, um resistor ôhmico e três capacitores, como mostra o esquema a seguir.



De acordo com o esquema e os valores nele indicados, analise as afirmações que seguem.

a) ( ) A capacidade do capacitor equivalente à associação de capacitores representada no esquema vale 6,0 ìF.
b) ( ) A carga elétrica armazenada no capacitor C_2 é o dobro da armazenada em C_1.
c) ( ) A energia potencial elétrica armazenada em C_3 vale $5,76 \times 10^{-4}$ J.

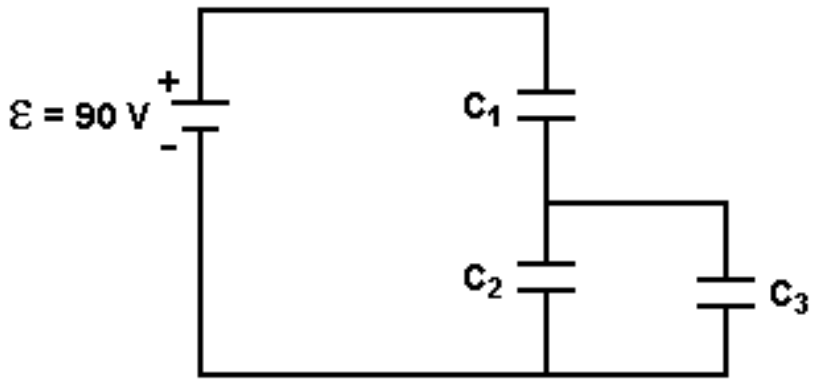
d) ( ) A ddp nos terminais do capacitor C_1 vale (16/3) V.

e) ( ) A potência elétrica total dissipada no circuito vale 24W.

Resposta:

F F V V V

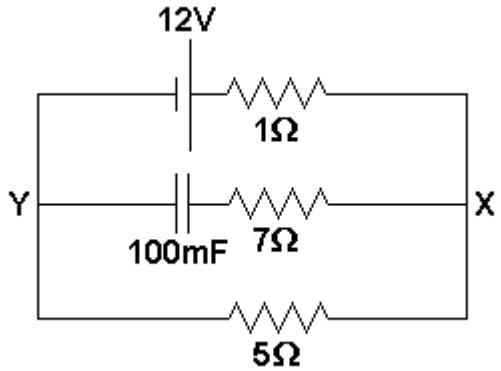
9. (Ufpe 2006) No circuito a seguir os três capacitores têm a mesma capacitância $C_1 = C_2 = C_3 = 1$ мF. Qual a diferença de potencial nos terminais do capacitor C_1, em volts?



Resposta:

Os capacitores C_2 e C_3 estão ligados em paralelo. A capacitância equivalente é $C(eq) = 2C_2$. Portanto a diferença de potencial no capacitor C_1 será o dobro. Ficamos então com 60 V no capacitor C_1.

10. (Ufms 2005) No circuito a seguir o capacitor de capacitância 100mF está totalmente carregado.



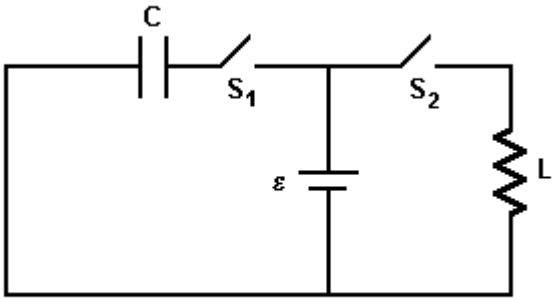
É correto afirmar que

01) a diferença de potencial entre X e Y é nula.
02) a intensidade de corrente pelo resistor de 7Ω é nula.
04) a intensidade de corrente pelo resistor de 5Ω é 1A.
08) a intensidade de corrente pelo resistor de 1Ω é 2A.
16) a carga elétrica armazenada no capacitor de 100mF é 100mC.

Resposta:

02 + 08 = 10

11**.** (Ufu 2004) Considere o circuito a seguir, contendo uma fonte de tensão (å) de 20 V, um capacitor de placas planas e paralelas (C) de capacitância $C=2\times10^{-5}F$ e distância entre as placas igual a 1 cm, uma lâmpada (L) com potência de 10 W e duas chaves S_1 e S_2. O capacitor encontra-se inicialmente descarregado.

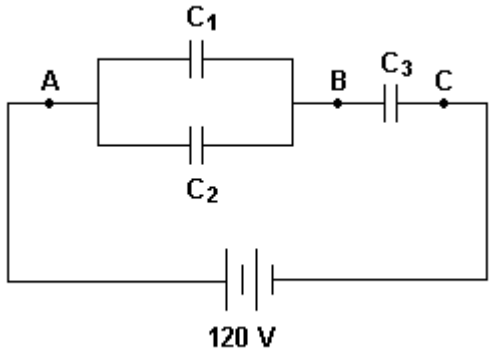


a) Com a chave S_1 aberta e a chave S_2 fechada, determine a corrente na lâmpada.
b) Em seguida, abrindo-se a chave S_2 e fechando-se a chave S_1, determine a carga armazenada no capacitor, quando este estiver totalmente carregado, e a corrente na lâmpada.
c) Com ambas as chaves fechadas, determine o módulo, a direção e o sentido da força que uma carga positiva $q=3\times10^{-5}C$ sofrerá quando colocada entre as placas do capacitor.

Resposta:

a) 0,5 A
b) 4.10^4C e zero
c) 6.10^2N

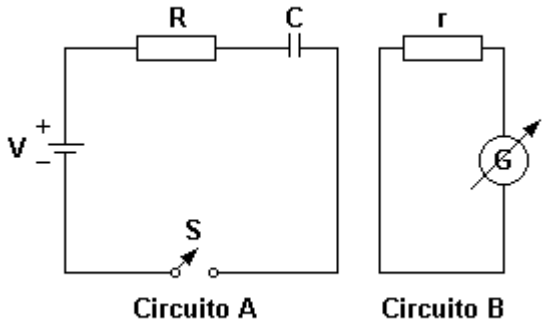
12**.** (Ufpe 2004) Três capacitores $C_1 = C_2 = 1,0$ ìF e $C_3 = 3,0$ ìF estão associados como mostra a figura. A associação de capacitores está submetida a uma diferença de potencial de 120 V fornecida por uma bateria. Calcule o módulo da diferença de potencial entre os pontos B e C, em volts.



Resposta:

48V.

13**.** (Ufpr 2004) Dois circuitos estão dispostos lado a lado, conforme a figura adiante. Após a chave S ser ligada, é correto afirmar:

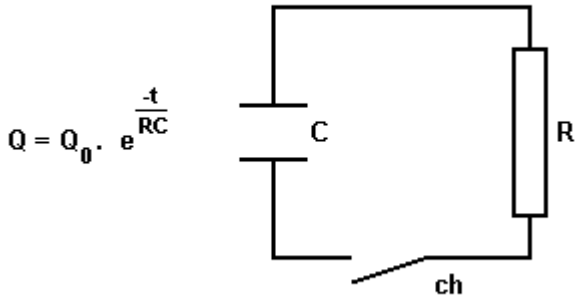


01) No circuito B aparecerá uma corrente elétrica no sentido anti-horário, medida pelo galvanômetro G.
02) Após um intervalo de tempo suficientemente longo, a corrente elétrica no circuito A será aproximadamente nula.
04) Em qualquer instante de tempo, a diferença de potencial à qual o capacitor C está submetido é igual à diferença de potencial V da bateria.
08) A energia dissipada nos resistores R e r é devida ao efeito Joule.
16) O capacitor C armazena energia potencial elétrica.

Resposta:

02 + 08 + 16 = 26

14**.** (Puccamp 2002) Na figura a seguir tem-se um capacitor de capacidade C, carregado com uma carga inicial Q_0, um resistor de resistência R e uma chave ch.



Ao fechar a chave, o capacitor se descarregará lentamente. Durante a descarga, a carga Q do capacitor será dada pela expressão mostrada na figura acima, em que t é o tempo transcorrido.

O tempo necessário para que a carga Q do capacitor se reduza à metade da carga inicial, é dado por

a) $- RC . \ln \frac{1}{2}$

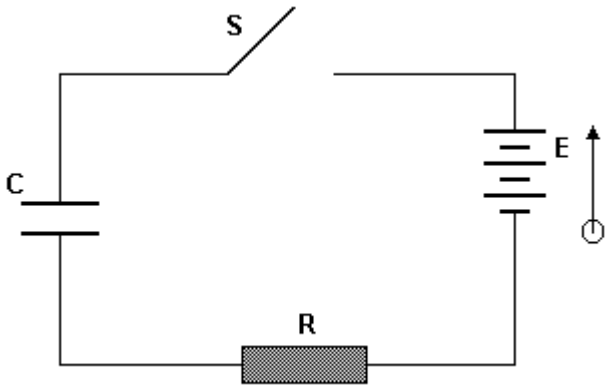
b) $RC . \ln \frac{1}{2}$

c) InRC
d) 1/RC
e) 1 - ln RC

Resposta:

[A]

15**.** (Ufc 2001) No circuito mostrado a seguir, o capacitor está inicialmente descarregado. A chave S é ligada e o capacitor começa a ser carregado pela bateria (de força eletromotriz igual a E) cuja resistência interna é desprezível. No instante em que a diferença de potencial no capacitor atingir o valor $\frac{1}{3}$ E, a corrente no resistor R será:

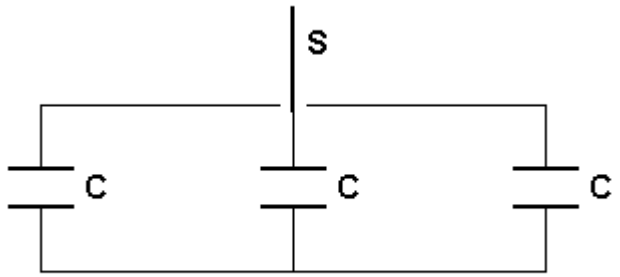


a) nula
b) $\frac{E}{3R}$
c) $\frac{2E}{3R}$
d) $\frac{3E}{R}$
e) $\frac{3E}{2R}$

Resposta:

[C]

16**.** (Ufc 2001) No circuito a seguir, há três capacitores idênticos. O capacitor central está carregado e a energia eletrostática nele armazenada vale U_0. Os outros dois capacitores estão inicialmente descarregados. A chave S é então acionada, ligando o capacitor central a um dos capacitores laterais, por alguns instantes. Em seguida essa operação é repetida com o outro capacitor lateral. A energia total final armazenada nos três capacitores vale



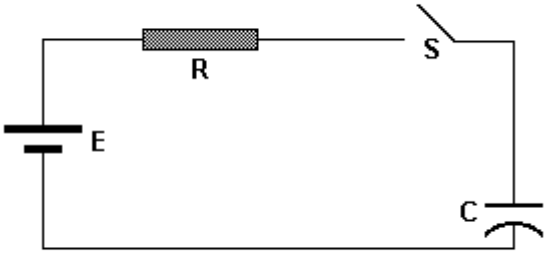
a) 3 $U_0/8$
b) 1 $U_0/2$

c) 1 $U_0/8$
d) 1 $U_0/12$
e) 1 $U_0/16$

Resposta:

[A]

17**.** (Ufpi 2001) No circuito a seguir a chave S está inicialmente aberta e o capacitor C, descarregado. Em seguida a chave S é fechada. Considere a corrente que passa pelo circuito em dois instantes de tempo diferentes: imediatamente após a chave ser fechada e muito depois da chave ser fechada. É correto afirmar que os valores dessa corrente são, respectivamente,

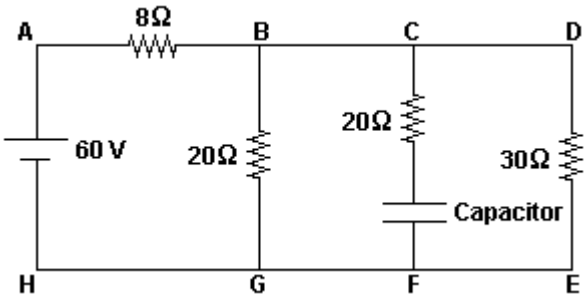


a) E/R e 0
b) 0 e E/R
c) E/R e E/R
d) 0 e 0
e) ∞ e 0

Resposta:

[A]

18**.** (Ufg 2000)



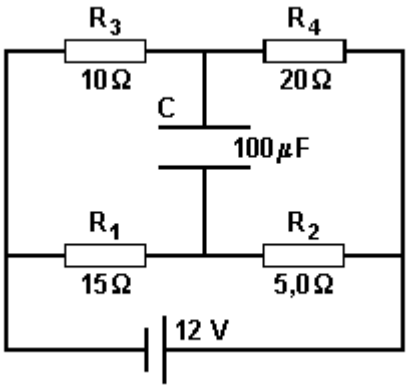
Um estudante encontrou, em um laboratório de eletricidade, o circuito acima. Utilizando instrumentos de medidas apropriados, ele verificou que o capacitor estava carregado, e que

( ) a resistência equivalente do circuito era 15,5Ù.
( ) a corrente entre os pontos C e F era nula.
( ) a ddp entre os pontos A e B era igual a ddp entre os pontos D e E.
( ) a potência dissipada pelo resistor de 30Ù era menor do que a potência dissipada pelo resistor de 20Ù situado entre os pontos B e G.

Resposta:

F V F V

19. (Ufal 2000) No circuito representado a seguir, a bateria de 12 volts tem resistência interna desprezível.



Considerando que o tempo de carga do capacitor é, na prática, desprezível, determine a

a) corrente elétrica fornecida pela bateria;

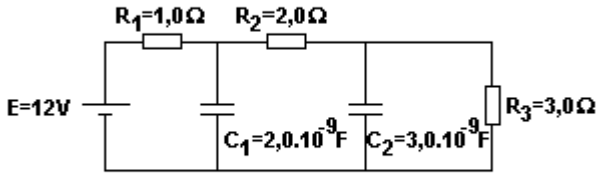
b) carga do capacitor.

Resposta:

a) 1 A

b) 500 μC

20**.** (Puccamp 1999) O circuito esquematizado a seguir é constituído de um gerador ideal, dois capacitores e três resistores, cujos valores estão indicados na figura a seguir



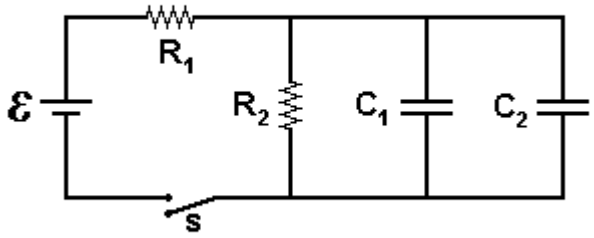
É correto afirmar que a

a) carga do capacitor C_1 é de $1,2.10^{-8}$C.
b) carga do capacitor C_2 é de $1,8.10^{-8}$C.
c) corrente elétrica no circuito tem intensidade de 1,0A.
d) ddp (tensão) em R_2 vale 3,0V.
e) ddp (tensão) em R_3 vale 9,0V.

Resposta:

[B]

21**.** (Ufes 1999) A figura a seguir representa um circuito elétrico composto por uma fonte de força eletromotriz å, duas resistências, R_1 e R_2, dois capacitores, C_1 e C_2, e uma chave, S. Em um determinado instante a chave S é fechada. Após um longo período de tempo, as cargas acumuladas nos capacitores C_1 e C_2 são, respectivamente,



a) å C_1 e å C_2.

b) å C_1 $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)$ e å C_2 $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)$.

c) å C_1 $\frac{\left[\ (R_1+R_2)\right]}{R_1}$ e å C_2 $\frac{\left[\ (R_1+R_2)\right].}{R_2}$

d) å C_1 $\frac{[\ R_2\ ]}{(R_1+R_2)}$ e å C_2 $\frac{[\ R_2\ ]}{(R_1+R_2)}$.

e) zero e zero.

Resposta:

[D]