



UniSALESIANO

Centro Universitário Católico Auxilium

ELETRICIDADE BÁSICA

Prof^o Dr. Giuliano Pierre Estevam

1. Eletrostática

1.1 Eletrizacão

1) Atrita-se uma barra de vidro com um pano de lã, inicialmente neutros, e faz-se a lã entrar em contato com uma bolinha de cortiça, inicialmente neutra, suspensa por um fio isolante. Ao aproximar a barra da bolinha, constata-se atração. Justifique o que aconteceu.

2) Dispõe-se de um bastão de ebonite, um pano de seda e uma bolinha de cobre, todos eletricamente neutros. Atrita-se, então, o bastão com o pano e, depois, coloca-se o pano em contato com a bolinha suspensa num fio isolante.

- a) Determine os sinais das cargas adquiridas por cada corpo;
- b) O que ocorre quando o bastão é aproximada da bolinha, após os processos descritos?

3) Três esferas metálicas, A, B e C, condutoras, são idênticas e estão isoladas entre si. A esfera A está eletrizada com carga Q e as esferas B e C estão neutras. Coloca-se A em contato com B e, posteriormente, C em contato com A, já isolada de B. Determine as cargas finais de cada esfera.

R: $Q'_A=Q/4$, $Q'_B=Q/2$, $Q'_C=Q/4$

4) Um aluno dispõe de uma barra de vidro, um pano de algodão e uma esfera de âmbar, todos eletricamente neutros. Ele, então, atrita a barra com o pano e, a seguir, põe a barra em contato com a esfera suspensa num fio isolante.

- a) Quais são os sinais das cargas adquiridas por cada corpo?
- b) Se, após os processos, o pano for aproximada da esfera, que tipo de interação ocorrerá?

5) Quatro esferas metálicas condutoras, A, B, C e D, idênticas, estão isoladas entre si. Sabe-se que somente a esfera A está eletrizada com a carga Q, estando as demais neutras. Coloca-se a esfera A em contatos sucessivos com as esferas B, C e D. Determine as cargas finais de cada esfera.

R: $Q_A=Q/8$, $Q_B=Q/2$, $Q_C=Q/4$, $Q_D=Q/8$

6) Tem-se uma barra de vidro, um pano de lã e duas bolinhas de cortiça, todos inicialmente neutros. Atrita-se a barra de vidro com o pano de lã. A seguir, faz-se a barra de vidro entrar em contato com uma das bolinhas de cortiça e o pano de lã com a outra. Aproximando-se as bolinhas de cortiça constata-se atração. Justifique.

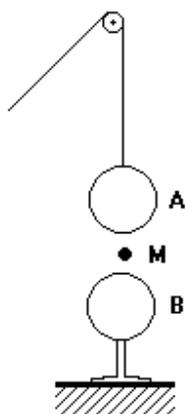
7) Considere um eletroscópio de folhas descarregado. São realizadas as seguintes operações:

- i) Aproxima-se da esfera do eletroscópio um corpo eletrizado negativamente;
- ii) Liga-se o eletroscópio à Terra;
- iii) Desfaz-se a ligação com a Terra e, a seguir, afasta-se o corpo eletrizado.

Faça um esquema que caracteriza o problema indicando o que acontece em cada operação e determine o sinal da carga do eletroscópio após estas operações.

8) Duas esferas condutoras, A e B, descarregadas, estão em contato e suspensas por hastes rígidas e isolantes. Aproxima-se um corpo C eletrizado positivamente da esfera A, conforme o esquema. Faça um desenho esquemático da situação e indique o sinal da carga elétrica adquirida por cada uma das esferas.

9) Uma esfera condutora A, de peso P, eletrizada positivamente, é presa por um fio isolante que passa por uma roldana. A esfera A se aproxima, com velocidade constante, de uma esfera B, idêntica à anterior, mas neutra e isolada. A esfera A toca em B e, em seguida, é puxada para cima, com velocidade também constante. Quando A passa pelo ponto M a tração no fio é T_1 na descida e T_2 na subida. Faça uma comparação entre as trações T_1 , T_2 e P.



10) Tem-se 3 esferas condutoras idênticas A, B e C. As esferas A (positiva) e B (negativa) estão eletrizadas com cargas de mesmo módulo Q, e a esfera C está inicialmente neutra. São realizadas as seguintes operações:

- 1º) Toca-se C em B, com A mantida à distância, e em seguida separa-se C de B;
- 2º) Toca-se C em A, com B mantida à distância, e em seguida separa-se C de A;
- 3º) Toca-se A em B, com C mantida à distância, e em seguida separa-se A de B

Determine a carga final da esfera A.

R: $Q/6$

11) Uma esfera condutora eletricamente neutra, suspensa por fio isolante, toca outras três esferas de mesmo tamanho e eletrizadas com cargas Q, $3Q/2$, e $3Q$, respectivamente. Após tocar na terceira esfera eletrizada, determine a carga da primeira esfera.

R: $2Q$

12) Uma partícula está eletrizada positivamente com uma carga elétrica de $4,0 \times 10^{-15} \text{C}$. Como o módulo da carga do elétron é $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$, determine o número de elétrons retirados dessa partícula. R: $2,5 \times 10^4$ elétrons.

13) Os corpos ficam eletrizados quando perdem ou ganham elétrons. Imagine um corpo que tivesse um mol de átomos e que cada átomo perdesse um elétron. Determine a carga que esse corpo ficaria eletrizado, em coulombs.

Dados:

carga do elétron = $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$; mol = $6,0 \times 10^{23}$

R: $9,6 \times 10^4 \text{C}$

14) Duas esferas A e B, metálicas e idênticas, estão carregadas com cargas respectivamente iguais a $16 \mu\text{C}$ e $4 \mu\text{C}$. Uma terceira esfera C, metálica e idêntica às anteriores, está inicialmente descarregada. Coloca-se C em contato com A. Em seguida, esse contato é desfeito e a esfera C é colocada em contato com B.

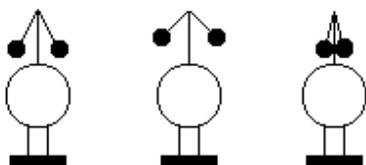
Supondo-se que não haja troca de cargas elétricas com o meio exterior, determine a carga final de C.

R: $6 \mu\text{C}$

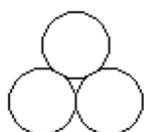
15) Três corpos iguais possuem originalmente cargas elétricas iguais a $+4\text{C}$, -2C e 0 . Se os dois primeiros corpos são colocados em contato, e depois, um deles é colocado em contato com o corpo originalmente neutro, qual será a carga final deste?

R: $0,5\text{C}$

16) Três esferas metálicas idênticas, mantidas sobre suportes isolantes, encontram-se inicialmente afastadas umas das outras, conforme indica a figura (a). Duas das esferas estão eletricamente carregadas, uma com $9 \times 10^{-6} \text{C}$ e a outra com $15 \times 10^{-6} \text{C}$, enquanto a terceira está descarregada. As três esferas são então colocadas em contato, de modo que se toquem mutuamente, conforme indica a figura (b). Determine os valores corretos das cargas elétricas que as esferas apresentam após terem sido postas em contato. R: Todas terão o mesmo valor: $8 \times 10^{-6} \text{C}$



a) Antes [vista lateral]



b) Depois [vista superior]

17) Um aluno tem 4 esferas idênticas, pequenas e condutoras (A, B, C e D), carregadas com cargas respectivamente iguais a $-2Q$, $4Q$, $3Q$ e $6Q$. A esfera A é colocada em contato com a esfera B e a seguir com as esferas C e D. Determine, ao final do processo, a carga da esfera A. R: $4Q$

1.2 Lei de Coulomb

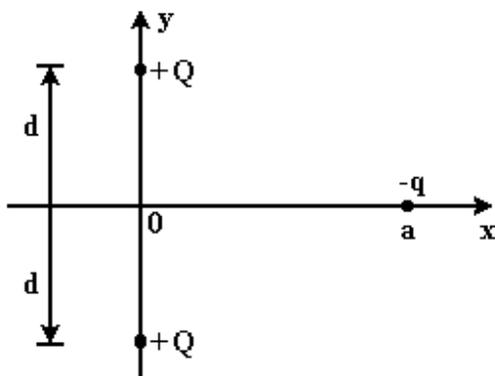
18) Dois corpos pontuais em repouso, separados por certa distância e carregados eletricamente com cargas de sinais iguais, repelem-se de acordo com a Lei de Coulomb.

a) Se a quantidade de carga de um dos corpos for triplicada, a força de repulsão elétrica permanecerá constante, aumentará (quantas vezes?) ou diminuirá (quantas vezes?)?

b) Se forem mantidas as cargas iniciais, mas a distância entre os corpos for duplicada, a força de repulsão elétrica permanecerá constante, aumentará (quantas vezes?) ou diminuirá (quantas vezes?)?

R: a) Triplica; b) Diminuirá 4 vezes.

19) Considere o sistema de cargas na figura. As cargas $+Q$ estão fixas e a carga $-q$ pode mover-se somente sobre o eixo x .



Solta-se a carga $-q$, inicialmente em repouso, em $x=a$.

a) Em que ponto do eixo x a velocidade de $-q$ é máxima?

b) Em que ponto(s) do eixo x a velocidade de $-q$ é nula?

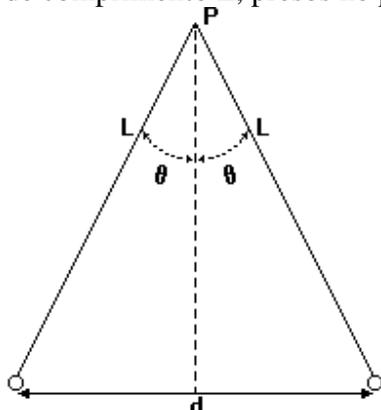
R: a) Ponto O; b) $x = +a$ e $x = -a$

20) Duas cargas puntiformes $q_1 = +2\mu\text{C}$ e $q_2 = -6\mu\text{C}$ estão fixas e separadas por uma distância de 600mm no vácuo. Uma terceira carga $q_3 = 3\mu\text{C}$ é colocada no ponto médio do segmento que une as cargas. Qual é o módulo da força elétrica que atua sobre a carga q_3 ?

Dados: constante eletrostática do vácuo $K = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

R: 2,4 N

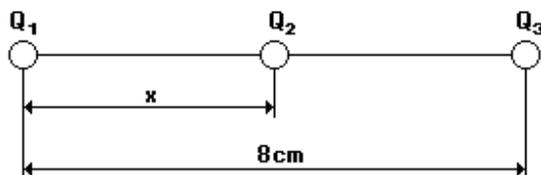
21) Duas bolinhas iguais, de material dielétrico, de massa m , estão suspensas por fios isolantes de comprimento L , presos no ponto P (ver figura a seguir).



As bolinhas são carregadas com cargas " q ", iguais em módulo e sinal, permanecendo na posição indicada. Calcule o ângulo θ em função de " m ", " g ", " q ", " d " e ϵ_0 (permissividade elétrica do ar). R: $\text{tg}\theta = \epsilon_0 q^2 / d^2 mg$

22) Uma partícula de massa igual a 10g e carga igual a 10^{-3}C é solta com velocidade inicial nula a uma distância de 1m de uma partícula fixa e carga $Q=10^{-2}\text{C}$. Determine a velocidade da partícula livre quando ela encontra-se a 2m da partícula fixa, em km/s. (A constante da Lei Coulomb vale $9 \times 10^9 \text{N/C}$). R: 3 Km/s.

23) As cargas $Q_1 = 9\mu\text{C}$ e $Q_2 = 25\mu\text{C}$ estão fixas nos pontos A e B. Sabe-se que a carga $Q_3 = 2\mu\text{C}$ está em equilíbrio sob a ação de forças elétricas somente na posição indicada. Determine o valor de x . R: $x = 3 \text{ cm}$

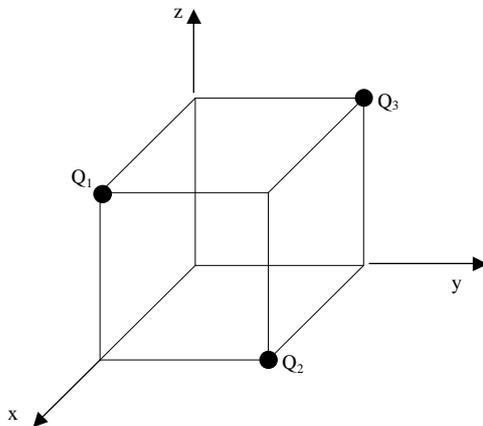


24) As cargas q_1 e q_2 se encontram sobre o eixo x , nos pontos $x = -a$ e $x = +a$, respectivamente. (a) Faça um desenho esquemático da situação; (b) Qual deve ser a relação entre q_1 e q_2 para que a força eletrostática sobre a carga $+Q$, colocada no ponto $x = +a/2$, seja nula? (c) Repita o item (b) com a carga $+Q$ colocada no ponto $x = +3a/2$.

R: b) $q_1 = 9q_2$; c) $-25q_2$

25) Três cargas, cada qual de 3nC , estão nos vértices de um quadrado de lado 5cm. Duas das cargas, em vértices opostos, são positivas e a outra negativa. Achar a força exercida por estas cargas sobre uma quarta carga elétrica $q = +3\text{nC}$ colocada no quarto vértice do quadrado. R: $2,09 \times 10^{-5} \text{N}$

26) A figura abaixo representa três cargas elétricas dispostas no vértices de um cubo de aresta 5cm. Determine a força elétrica sobre a carga Q_3 . Dados : $Q_1=1\mu\text{C}$; $Q_2=2\mu\text{C}$ e $Q_3=3\mu\text{C}$.



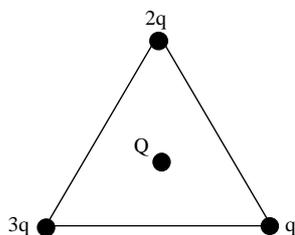
27) Cinco cargas elétricas estão dispostas sobre os vértices de um cubo de aresta 1m. A tabela abaixo mostra as coordenadas de cada carga e seu valor.

CARGA	VALOR	COORDENADAS
Q_1	$1\mu\text{C}$	$(0;0;0)$
Q_2	$2\mu\text{C}$	$(1;1;0)$
Q_3	$3\mu\text{C}$	$(0;1;0)$
Q_4	$4\mu\text{C}$	$(0;0;1)$
Q_5	$5\mu\text{C}$	$(1;1;1)$

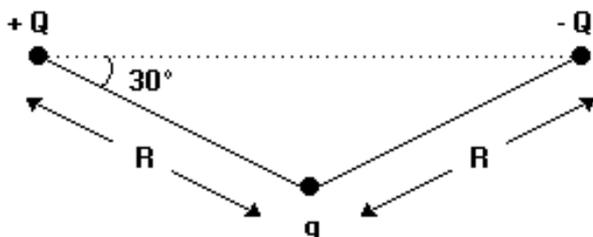
Desenhe o esquema que representa a situação e determine a força elétrica resultante sobre a carga Q_5 .

28) Cargas $q, 2q$, e $3q$ são colocadas nos vértices de um triângulo equilátero de lado a . Uma carga Q de mesmo sinal que as outras três é colocada no centro do triângulo. Obtenha a

força resultante sobre Q (em módulo, direção e sentido). R: $\frac{9\sqrt{3}qQ}{16\pi\epsilon_0 a^2} (\hat{i})$ (N)



29) Considere as três cargas pontuais representadas na figura adiante por $+Q$, $-Q$ e q . Determine o módulo, a direção e o sentido da força eletrostática total em Newton, que age sobre a carga q . R: $\sqrt{3}kQq/R^2 (\hat{i})$.

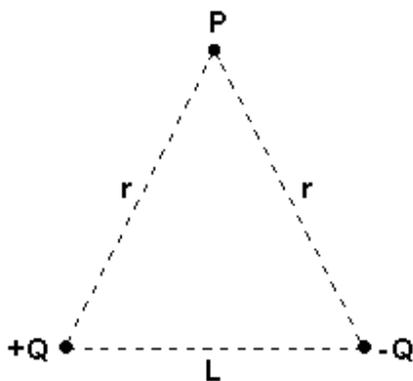


30) Duas esferas idênticas com cargas elétricas $+5,0\mu\text{C}$ e $-1,0\mu\text{C}$, a uma distância D uma da outra, se atraem mutuamente. Por meio de uma pinça isolante foram colocadas em contato e, a seguir, afastadas a uma nova distância d , tal que a força de repulsão entre elas tenha o mesmo módulo da força de atração inicial. Para essa situação, determine a relação D/d .

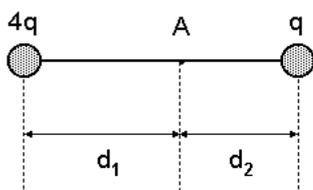
R: $\sqrt{5/4}$

1.3 Campo Elétrico

31) Um dipolo elétrico define-se como duas cargas iguais e opostas separadas por uma distância L . Se Q é o valor da carga, determine o módulo do campo elétrico, conforme a figura a seguir, no ponto P . R: LQ/r^3



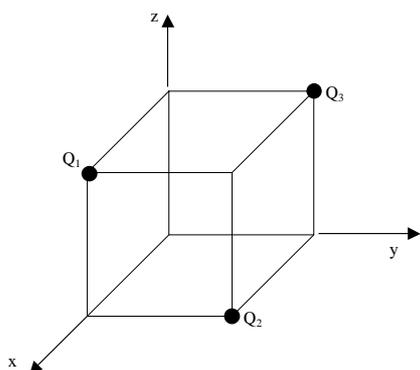
32) Sabendo-se que o vetor campo-elétrico no ponto A é nulo, determine a relação entre d_1 e d_2 . R: $d_1/d_2 = 2$



33) Uma distribuição de cargas é formada por duas cargas negativas: a primeira carga Q_1 , vale $4,0\mu\text{C}$ e está colocada sobre o eixo Qx , no ponto $x=-9,0\text{cm}$. A segunda carga, Q_2 , vale $16,0\mu\text{C}$ e está situada sobre o eixo Ox na origem do eixo. Desenhe o esquema que representa o problema e calcule a distância, em metros, entre a carga Q_1 e o ponto do eixo Ox no qual o campo elétrico resultante da distribuição de cargas é nulo.

34) Duas cargas positivas $q_1=q_2=6\text{nC}$ estão sobre o eixo dos y em $y_1=+3\text{cm}$ e $y_2=-3\text{cm}$. (a) Desenhe um esquema que representa o problema; (b) Qual o módulo e a direção do campo elétrico em $x=4\text{cm}$? (c) Qual a força elétrica exercida sobre uma carga de prova $q_0=2\text{nC}$ colocada no eixo dos x , em $x=4\text{cm}$? R: b) $3,45 \times 10^4 \text{ N/C}$ (\hat{i}) c) $6,90 \times 10^{-5} \text{ N}$ (\hat{i})

35) A figura abaixo representa três cargas elétricas dispostas no vértices de um cubo de aresta 5cm . Determine o campo elétrico sobre a carga Q_3 . Dados : $Q_1=1\mu\text{C}$; $Q_2=2\mu\text{C}$ e $Q_3=3\mu\text{C}$.

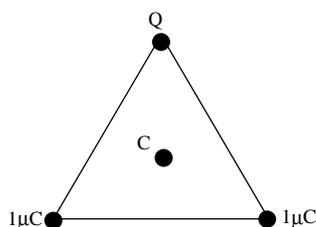


36) Cinco cargas elétricas estão dispostas sobre os vértices de um cubo de aresta 1m . A tabela abaixo mostra as coordenadas de cada carga e seu valor.

CARGA	VALOR	COORDENADAS
Q_1	$1\mu\text{C}$	$(0;0;0)$
Q_2	$2\mu\text{C}$	$(1;1;0)$
Q_3	$3\mu\text{C}$	$(0;1;0)$
Q_4	$4\mu\text{C}$	$(0;0;1)$
Q_5	$5\mu\text{C}$	$(1;1;1)$

Desenhe o esquema que representa a situação e determine o campo elétrico resultante sobre a carga Q_5 .

37) A figura representa três cargas elétricas colocadas nos vértices de um triângulo equilátero de lado a . Para que valor de Q o campo elétrico se anula no ponto C , localizado no centro do triângulo.



38) Quatro cargas elétricas estão dispostas sobre os vértices de um quadrado de aresta 5cm. A tabela abaixo mostra as coordenadas de cada carga e seu valor.

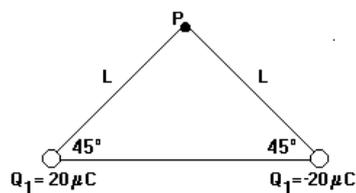
CARGA	VALOR	COORDENADAS
Q_1	$+1\mu\text{C}$	(0;0)
Q_2	$-2\mu\text{C}$	(5;5)
Q_3	$+3\mu\text{C}$	(5;0)
Q_4	$-4\mu\text{C}$	(0;5)

Desenhe o esquema que representa a situação e determine o campo elétrico resultante no ponto $P(2,5\text{cm};2,5\text{cm})$.

39) As cargas puntiformes $q_1=20\mu\text{C}$ e $q_2=64\mu\text{C}$ estão fixas no vácuo ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$), respectivamente nos pontos A e B. Determine o módulo do campo elétrico resultante no ponto P. R: $3,6 \cdot 10^6 \text{ N/C}$

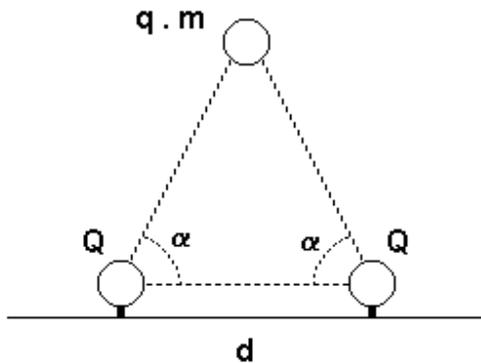


40) De acordo com a figura determine a direção, sentido e módulo do vetor campo elétrico no ponto P.



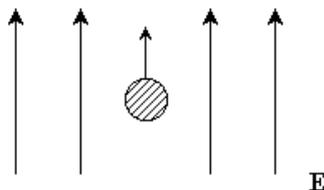
41) Uma pequena esfera de massa m e carga q , sob a influência da gravidade e da interação eletrostática, encontra-se suspensa por duas cargas Q fixas, colocadas a uma distância d no plano horizontal, como mostrado na figura. Considere que a esfera e as duas cargas fixas

estejam no mesmo plano vertical, e que sejam iguais a α os respectivos ângulos entre a horizontal e cada reta passando pelos centros das cargas fixas e da esfera. Determine a massa da esfera. R: $8/4\pi\epsilon_0 \cdot qQ/d^2 \cdot (\cos^2\alpha \operatorname{sen}\alpha)/g$



1.4 Carga Puntiforme num Campo Elétrico Uniforme

42) Uma gota de óleo de massa $m=1\text{mg}$ e carga $q=2\times 10^{-7}\text{C}$, é solta em uma região de campo elétrico uniforme E , conforme mostra a figura a seguir. Mesmo sob o efeito da gravidade, a gota move-se para cima, com uma aceleração de 1m/s^2 . Determine o módulo do campo elétrico, em V/m . R: 55 V/m

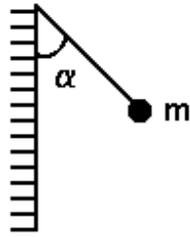


43) Um elétron é projetado num campo elétrico uniforme $\vec{E} = 100\text{N/C} \hat{i}$ com velocidade inicial $\vec{V}_0 = 2\times 10^6 \text{ m/s} \hat{i}$ na direção do campo. Qual a distância que o elétron percorre dentro do campo elétrico antes de ficar, momentaneamente parado? R: $1,14\text{cm}$.

44) Um elétron é projetado num campo elétrico uniforme $\vec{E} = -2000\text{N/C} \hat{j}$ com velocidade inicial $\vec{V}_0 = 10^6 \text{ m/s} \hat{i}$. a) Desenhar um esquema que representa o movimento da carga dentro do campo elétrico; b) Compara a força gravitacional que atua sobre o elétron com a força elétrica, que também atua sobre ele; c) Qual o desvio do elétron depois de ter percorrido 1cm , na direção x ? R: b) $F_{el} \gg \gg \gg \gg P$ c) $1,75\text{cm}$

45) Uma pequena esfera de massa m está suspensa por um fio inextensível, isolante, bastante fino (conforme a figura adiante) e em estado de equilíbrio. Sabe-se que a carga da

esfera é de q coulomb e que o plano vertical da figura está uniformemente eletrizado. Determine o módulo do campo elétrico, devido ao plano. R: $(m \cdot g \cdot \tan \alpha) / q$



46) Um elétron está numa órbita circular em torno de um próton estacionário. A força centrípeta é provocada pela atração eletrostática entre o próton e o elétron. O elétron tem energia cinética de $2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$. a) Qual a velocidade do elétron? b) Qual o raio da órbita do elétron?

47) Na experiência de Millikan, uma gota de raio $1,64 \mu\text{m}$ e densidade de $0,851 \text{ g/cm}^3$ fica suspensa na câmara inferior quando o elétrico aplicado tem módulo igual a $1,92 \times 10^5 \text{ N/C}$ e aponta verticalmente para baixo. Determine a carga da gota em termos de e (carga elétrica elementar). R: $-5e$

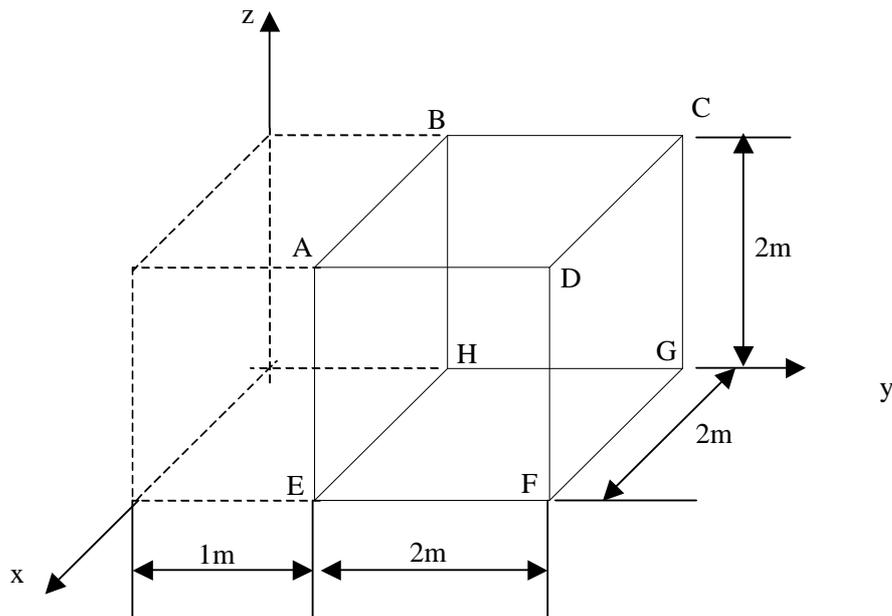
1.5 Lei de Gauss

48) Consideremos um campo elétrico uniforme $\vec{E} = 2000 \text{ N/C } \hat{i}$. a) Qual o fluxo deste campo através de um quadrado de lado 10 cm num plano paralelo ao plano yz ? b) Qual o fluxo através do mesmo quadrado se a normal do seu plano fizer um ângulo de 30° com o eixo dos x ?

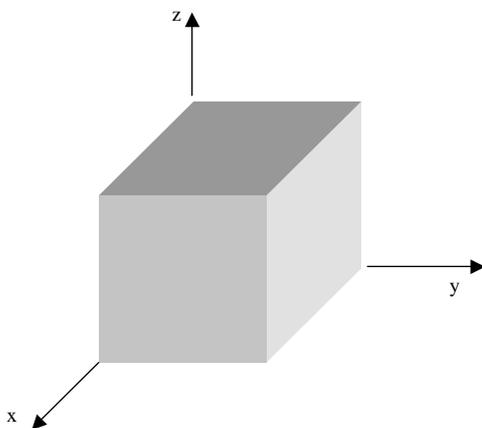
49) Uma carga puntiforme $q = +2 \mu\text{C}$ está na origem. Uma superfície esférica, de raio 3 m , esta com seu centro na origem dos eixos. Determine o fluxo do vetor campo elétrico através da superfície esférica.

50) Medições cuidadosas do fluxo elétrico na superfície de uma caixa preta mostram que o fluxo que sai da caixa é $6 \text{ KN} \cdot \text{m}^2 / \text{C}$. Determine a carga no interior da caixa.

51) Dado um campo elétrico de intensidade $\vec{E} = 1000y \text{ N/C } \hat{j}$. Determine o fluxo elétrico através da superfície fechada da figura. R: 8000 Wb

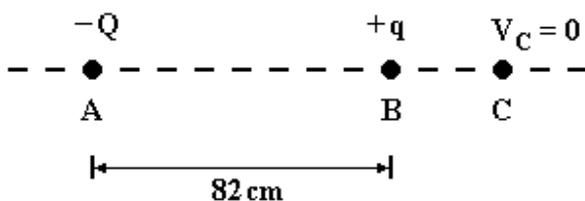


52) Um cubo de aresta 1,4m está orientado de acordo com a figura, numa região de campo elétrico uniforme. Determine o fluxo elétrico através da face da direita se o campo elétrico em Newtons por Coulomb, for dado por a) $6\hat{i}$, b) $-2\hat{j}$ e c) $-3\hat{i} + 4\hat{k}$. d) Qual o fluxo total através do cubo para cada um dos campos? R: a) zero; b) $-3,92\text{wb}$; c) zero; d) zero para cada campo.

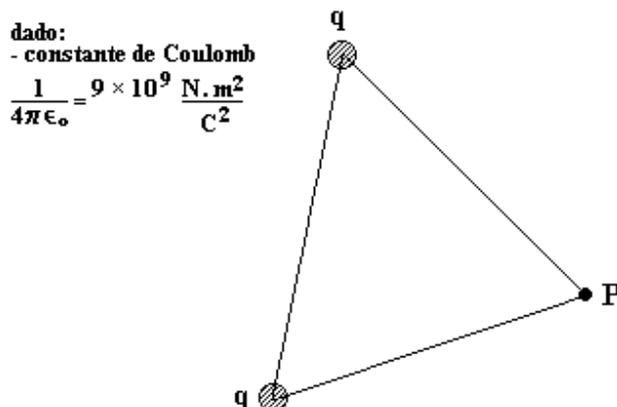


1.6 Potencial Elétrico de um Sistema de Cargas Puntiformes

53) Duas cargas elétricas $-Q$ e $+q$ são mantidas nos pontos A e B, que distam 82cm um do outro (ver figura). Ao se medir o potencial elétrico no ponto C, à direita de B e situado sobre a reta que une as cargas, encontra-se um valor nulo. Se $|Q|=3|q|$, qual o valor em centímetros da distância BC? R: 41cm



54) A figura a seguir mostra duas cargas iguais $q=1,0 \times 10^{-11} \text{C}$, colocadas em dois vértices de um triângulo equilátero de lado igual a 1cm. Qual o valor, em Volts, do potencial elétrico no terceiro vértice do triângulo (ponto P)? R: 18V



55) Quatro cargas puntiformes de $2\mu\text{C}$ estão nos vértices de um quadrado de 4m de lado. Determinar o potencial elétrico no centro do quadrado se a) todas as cargas forem positivas; b) três cargas forem positivas e uma negativa; c) duas forem positivas e duas forem negativas.

56) Três cargas puntiformes estão sobre o eixo dos x: q_1 na origem, q_2 em $x=3\text{m}$ e q_3 em $x=6\text{m}$. Achar o potencial no ponto $x=0, y=3\text{m}$, se a) $q_1 = q_2 = q_3 = 2\mu\text{C}$, b) $q_1 = q_2 = 2\mu\text{C}$ e $q_3 = -2\mu\text{C}$ c) $q_1 = q_3 = 2\mu\text{C}$ e $q_2 = -2\mu\text{C}$. R: a) $1,29 \times 10^4 \text{V}$; b) $7,55 \times 10^3 \text{V}$; c) $4,44 \times 10^3 \text{V}$.

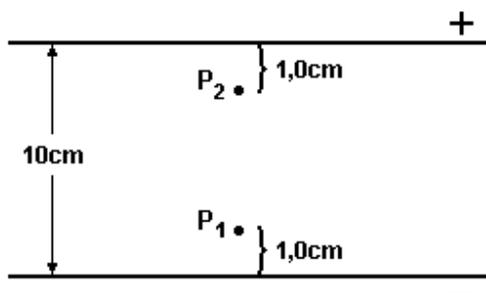
57) Os pontos A, B e C estão nos vértices de um triângulo equilátero de lado 3m. Em A e B estão cargas positivas e iguais a $2\mu\text{C}$. a) Qual o potencial elétrico no ponto C; b) Qual o trabalho necessário para trazer uma carga de $5\mu\text{C}$ do infinito até o ponto C, com as outras cargas fixas?

58) A diferença de potencial entre as duas placas condutoras paralelas indicadas no esquema é 500V.

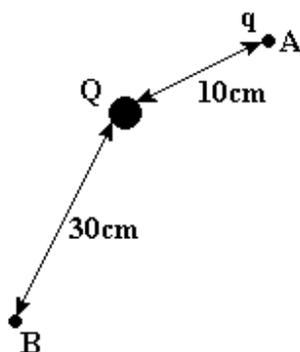
Dado:

carga do elétron = $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$

Determine o trabalho realizado pelo campo elétrico, em joules quando um elétron é transportado de P_1 a P_2 : R: $6,4 \times 10^{-17}$



59) Na figura a seguir, $Q=20\mu\text{C}$ e $q =1,5\mu\text{C}$ são cargas puntiformes no vácuo ($k=9.10^9\text{N.m}^2/\text{C}^2$). Determine o trabalho realizado pela força elétrica em levar a carga q do ponto A para o B. R: 1,8 J



1.7 Potencial Elétrico e Campo Elétrico

60) Um campo elétrico é dado por $\vec{E} = 2000x^3 \text{ N/C } \hat{k}$. Achar a diferença de potencial entre os pontos sobre o eixo do x em $x=1\text{m}$ e $x=2\text{m}$. R: 7500V

61) Uma carga puntiforme $q=3\mu\text{C}$ está na origem. a) Achar o potencial V sobre o eixo dos x, em $x=3\text{m}$ e em $x=3,01\text{m}$. b) O potencial aumenta ou diminui quando s aumenta? Calcular $-\Delta V / \Delta x$. c) Achar o campo elétrico em $x=3\text{m}$ e comparar o resultado com o calculado na parte b). d) Achar o potencial, com a três algarismos significativo, no ponto $x=3\text{m}$, $y=0,01\text{m}$, e comparar o resultado com o potencial sobre o eixo dos x em $x=3\text{m}$.

62) Nas expressões seguintes, V está em volts e x em metros. Achar o Campo elétrico E_x quando a) $V(x)=2000+3000x$; b) $V(x)=4000+3000x$; c) $V(x)=2000-3000x$; e d) $V(x)=-2000$. R: a) -3000V/m ; b) -3000V/m ; c) 3000V/m ; d) zero.

2. ELETRODINÂMICA

2.1 Corrente Elétrica

78) Uma corrente de 5A percorre um resistor de 10Ω durante 4 min. Quantos (a) coulombs e (b) elétrons passam através da seção transversal do resistor nesse intervalo de tempo?

R: a) 1200C , b) $7,5 \times 10^{21}$

79) A corrente num feixe de elétrons de um terminal de vídeo é de $200\mu\text{A}$. Quantos elétrons golpeiam a tela a cada segundo?

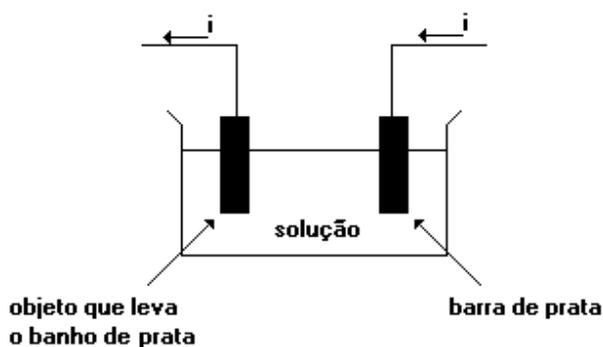
80) Mediante estímulo, 2×10^5 íons de K^+ atravessam a membrana de uma célula nervosa em 1,0 mili-segundo. Calcule a intensidade dessa corrente elétrica, sabendo-se que a carga elementar é $1,6 \times 10^{-19}\text{C}$. R: $3,2 \times 10^{-11}\text{A}$

81) Pela secção reta de um condutor de eletricidade passam 12,0C a cada minuto. Nesse condutor, determine a intensidade da corrente elétrica, em ampéres. R: 0,20

82) Uma lâmpada permanece acesa durante 5 minutos por efeito de uma corrente de 2A, fornecida por uma bateria. Determine, nesse intervalo de tempo, a carga total (em C) liberada pela bateria. R: 600.

83) Um condutor tem uma corrente permanente de 2A. a) Qual a carga que flui através da área da sua seção reta, em 5 min? b) Quantos elétrons passam pela área da seção reta durante este intervalo de tempo? R: a) 600C , b) $3,75 \times 10^{21}$

84) A figura a seguir mostra como se pode dar um banho de prata em objetos, como por exemplo em talheres. O dispositivo consiste de uma barra de prata e do objeto que se quer banhar imersos em uma solução condutora de eletricidade. Considere que uma corrente de 6,0A passa pelo circuito e que cada Coulomb de carga transporta aproximadamente 1,1 mg de prata.



a) Calcule a carga que passa nos eletrodos em uma hora.

b) Determine quantos gramas de prata são depositados sobre o objeto da figura em um banho de 20 minutos.

R: a) 21600 C , b) 7,92 g

2.2 Resistência e Lei de Ohm

85) A área da seção transversal do trilho de um bonde elétrico é de 56cm^2 . Qual é a resistência elétrica de 10km de trilho? A resistividade do aço é $3 \times 10^{-7} \Omega\text{m}$.

85) Um fio condutor tem um diâmetro de 1mm, um comprimento de 2m e uma resistência de $50\text{m}\Omega$. Qual é a resistividade do material? R: $2 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$

86) Uma barra de alumínio de 1,3m de comprimento tem uma seção reta quadrada de 5,2mm de lado. a) Qual é a resistência entre as suas extremidades? b) Qual deve ser o diâmetro de uma barra de cobre de mesmo comprimento e seção circular, para que sua resistência seja igual à barra de alumínio?

87) Uma lâmpada incandescente (100W, 120V) tem um filamento de tungstênio de comprimento igual a 31,4cm e diâmetro $4,0 \times 10^{-2}\text{mm}$. A resistividade do tungstênio à temperatura ambiente é de $5,6 \times 10^{-8} \text{ohm} \times \text{m}$.

a) Qual a resistência do filamento quando ele está à temperatura ambiente?

b) Qual a resistência do filamento com a lâmpada acesa?

R: a) 14Ω , b) 144Ω

88) Uma cidade consome $1,0 \cdot 10^8 \text{W}$ de potência e é alimentada por uma linha de transmissão de 1000km de extensão, cuja voltagem, na entrada da cidade, é 100000volts. Esta linha é constituída de cabos de alumínio cuja área da seção reta total vale $A=5,26 \cdot 10^3 \text{m}^2$. A resistividade do alumínio é $\rho=2,63 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$.

a) Qual a resistência dessa linha de transmissão?

b) Qual a corrente total que passa pela linha de transmissão?

c) Que potência é dissipada na linha?

R: a) $5,0 \Omega$, b) $1,0 \cdot 10^3 \text{A}$, c) $5,0 \cdot 10^6 \text{W}$

89) Um aluno necessita de um resistor que, ligado a uma tomada de 220 V, gere 2200W de potência térmica. Ele constrói o resistor usando fio de constante N°30 com área de seção transversal de $5,0 \cdot 10^{-2} \text{mm}^2$ e condutividade elétrica de $2,0 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$.

a) Que corrente elétrica passará pelo resistor?

b) Qual será a sua resistência elétrica?

c) Quantos metros de fio deverão ser utilizados?

R: a) 10,0 A, b) 22,0 Ohms, c) 2,20 m

90) Um fio condutor de 10m de comprimento e resistência $0,2\Omega$, é percorrido por uma corrente de 5A. a) Qual a diferença de potencial no fio? b) Qual o campo elétrico no fio?
R: a) 1V, b) 1V/m

91) Num certo resistor, uma diferença de potencial de 100V provoca uma corrente de 3A .
a) Qual a sua resistência , b) Qual a corrente quando a diferença de potencial for de 5V?

92) Um bastão de carvão, com raio de 0,1mm. é usado para fazer-se um resistor. A resistividade deste material é $3,5 \times 10^{-5} \Omega \text{m}$. Qual o comprimento do bastão de carvão necessário para se ter um resistor de 10Ω ?

2.3 Energia e Potência nos Circuitos Elétricos

93) Qual a potência dissipada num resistor de 10Ω , se a queda de potencial no resistor for de 50V? R: 250W

94) Achar a potência dissipada num resistor ligado a uma fonte de diferença de potencial constante 120V, sendo a sua resistência igual a a) 5Ω e b) 10Ω .

95) Um calefator de 1kW está projetado para operar a 240V. a) Qual a sua resistência e qual a corrente de operação? b) Qual a potência dissipada nesse resistor se ele operara 120V? Admitir que a resistência seja constante.

96) Se o custo de energia for de 9 centavos por kWh a) qual o custo da operação de uma torneira elétrica, durante 4 min, sabendo que a resistência é 11Ω e que ele opera a 120V? b) Qual o custo da operação de um calefator de 5Ω ligado em 120V, durante 8h?

97) Um calefator de 1200W fica constantemente ligado para aquecer um aposento. Se o custo da energia for 9 centavos por kWh, qual o custo do aquecimento num mês de 30 dias?

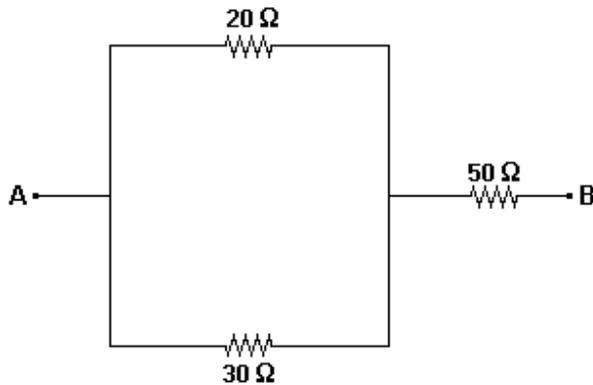
98) Um elemento calefator é feito mantendo-se um fio de Nicromo, com seção transversal de $2,6 \times 10^{-6} \text{m}^2$ e resistividade de $5 \times 10^{-7} \Omega \text{m}$, sob uma diferença de potencial de 75V. . a) Sabendo-se que o elemento dissipa 5000W, qual é o seu comprimento? b) Para obtermos a mesma potência usando uma diferença de potencial de 100V, qual deveria ser o comprimento do fio?

99) Um aquecedor de 1250W é construído para operar sob uma tensão de 115V. a) Qual será a corrente no aquecedor? b) Qual a resistência da bobina de aquecimento? c) Que quantidade de energia térmica é gerada pelo aquecedor em uma hora?

100) Uma lâmpada de 100W é ligada a uma tomada padrão de 120V. a) Quanto custa para deixar a lâmpada acesa durante um mês? Suponha que a energia elétrica custe 6cents/kWh. b) Qual é a resistência da lâmpada? c) Qual é a corrente na lâmpada? d) A resistência é diferente quando a lâmpada está desligada?

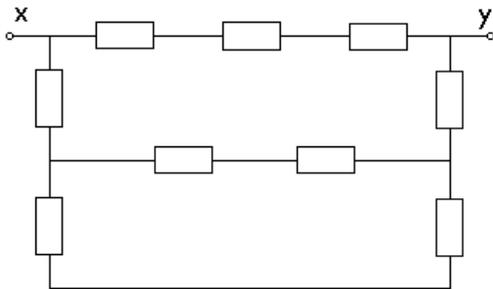
2.4 Associação de Resistores

101) Qual é a resistência equivalente entre os pontos A e B da associação a seguir? R: 62Ω

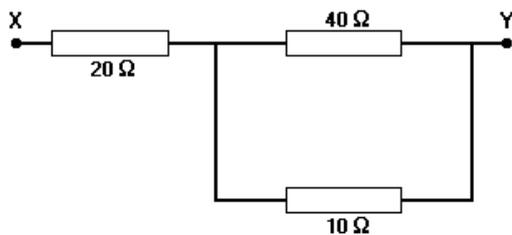


102) Um resistor de 10Ω no qual flui uma corrente elétrica de 3,0 ampéres está associado em paralelo com outro resistor. Sendo a corrente elétrica total, na associação, igual a 4,5 ampéres, determine o valor do segundo resistor, em ohms. R: 20

103) O valor de cada resistor, no circuito representado no esquema a seguir, é 10 ohms. Determine a resistência equivalente entre os terminais X e Y, em ohms. R: 15

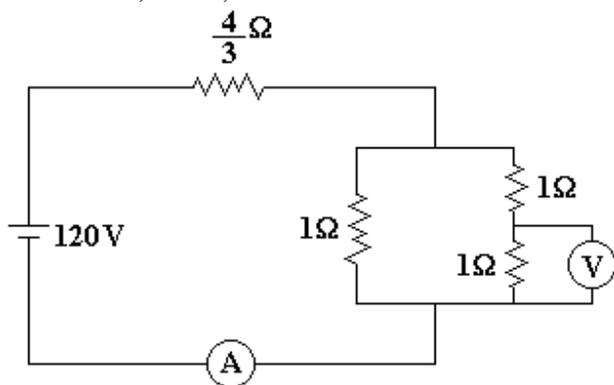


104) Considere o esquema a seguir.

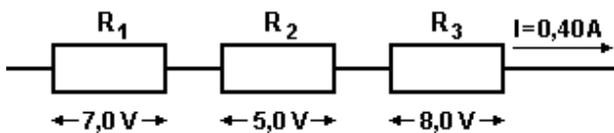


Determine a resistência equivalente do conjunto de resistores entre os pontos X e Y, em ohms. R: 28

105) Considere o circuito a seguir. Qual é a soma das leituras no amperímetro, em A, e no voltímetro, em V, considerando ideais ambos os instrumentos de medida? R: 80

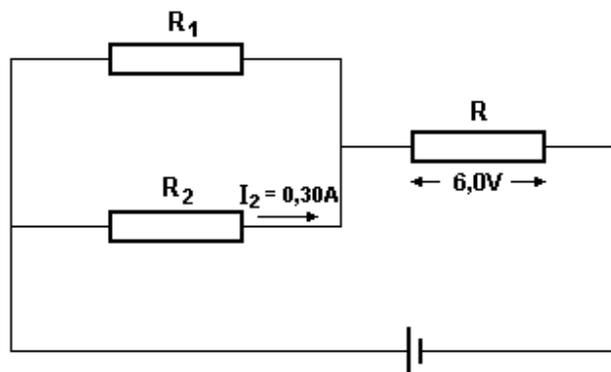


106) Considere os valores indicados no esquema a seguir que representa uma associação de resistores.



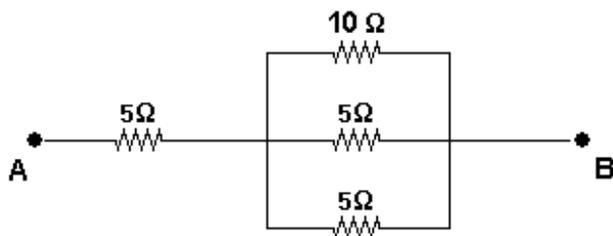
O resistor equivalente dessa associação, em ohms, vale: R: 50

107) No circuito representado no esquema a seguir, a resistência de R, é igual ao triplo da resistência R_1 .

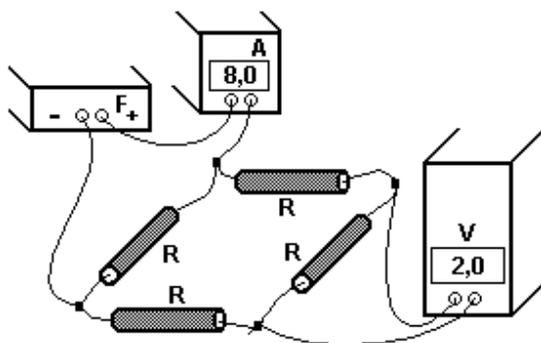


Determine o valor do resistor R, em ohms. R: 5,0

108) Sendo a diferença de potencial entre os pontos A e B igual a 100V, determine a corrente elétrica e a potência dissipada em cada resistor.



109) Considere a montagem adiante, composta por 4 resistores iguais R , uma fonte de tensão F , um medidor de corrente A , um medidor de tensão V e fios de ligação.



O medidor de corrente indica $8,0A$ e o de tensão $2,0 V$. Determine a potência total dissipada nos 4 resistores. $R: 48 W$

2.5 Amperímetro e Voltímetro

110) Um galvanômetro tem resistência de 140Ω . A sua deflexão máxima ocorre com a corrente de $1,2mA$. a) Qual a resistência que deve ser ligada em paralelo com o galvanômetro para que se tenha um amperímetro com deflexão máxima para corrente de $2A$? b) Qual a resistência que deve ser ligada em série com o galvanômetro para se ter um voltímetro com deflexão máxima com uma diferença de potencial de $5V$? $R: a) 0,0841\Omega, b) 4027\Omega$.

111) Os galvanômetros muito sensíveis podem perceber correntes tão pequenas quanto $1pA$. Quantos elétrons por segundo compõem esta corrente?

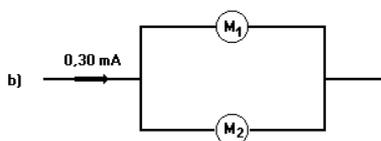
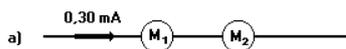
112) Um galvanômetro sensível tem resistência de 120Ω e tem a deflexão máxima com uma corrente de $1,4\mu A$. a) Achar o shunt necessário para construir um amperímetro com deflexão máxima numa corrente de $1mA$. b) Qual a resistência do amperímetro c) Qual a resistência necessária para construir um voltímetro com a deflexão máxima com uma diferença de potencial de $3V$? $R: a) 0,168 \Omega, b) 0,168 \Omega e) 2,14 \times 10^6 \Omega$.

113) Um galvanômetro com a resistência de 90Ω tem a deflexão máxima quando a corrente que o atravessa é $1,5mA$. É usado para construir um amperímetro que lê a leitura máxima

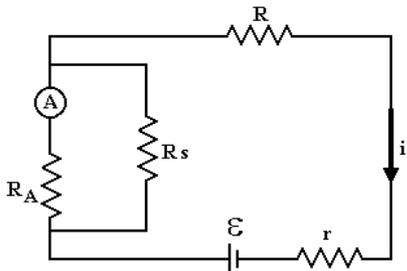
da escala com uma corrente de 200A. a) Qual a resistência em paralelo que se precisa? b) Qual a resistência do amperímetro? c) Se o resistor da derivação em paralelo for um fio de cobre, calibre 10 (diâmetro 2,59mm), qual seria o seu comprimento?

114) São dados dois miliamperímetros de marcas diferentes, M_1 e M_2 , cujas resistências internas são 50 e 100 ohms, respectivamente. Ambos podem medir correntes até $1\text{mA}=10^{-3}\text{A}$ (corrente de fundo e escala) e estão igualmente calibrados.

Determine as correntes que indicarão esses miliamperímetros nas montagens representadas pelas figuras a seguir: R: a) Ambos indicam 0,30 mA, b) M_1 : 0,20 mA; M_2 : 0,10 mA

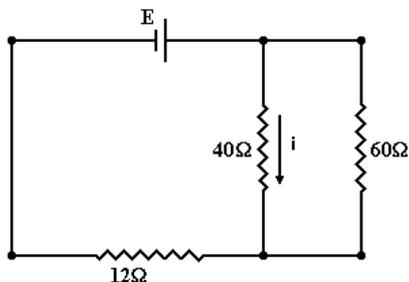


115) O amperímetro A descrito no circuito a seguir, possui resistência interna $R_A=9,0 \times 10^{-2}\Omega$. Devido às suas limitações, teve de ser "shuntado" com a resistência $R_s=1,0 \times 10^{-2}\Omega$. Nestas condições, intensidade de corrente medida em A é 1,0A. Determine a intensidade de corrente i . R: 10 A

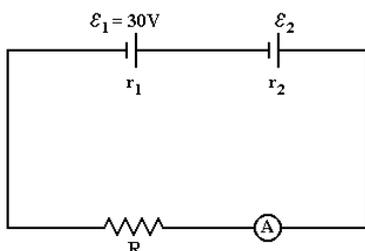


2.6 Geradores e Receptores

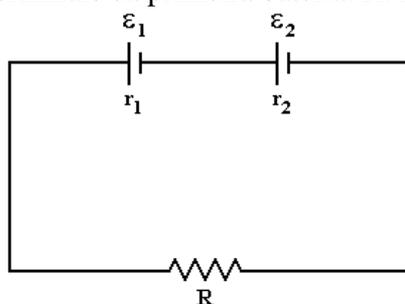
116) No circuito esquematizado, onde $i=0,6\text{A}$, determine a eletromotriz E. R: 36 V



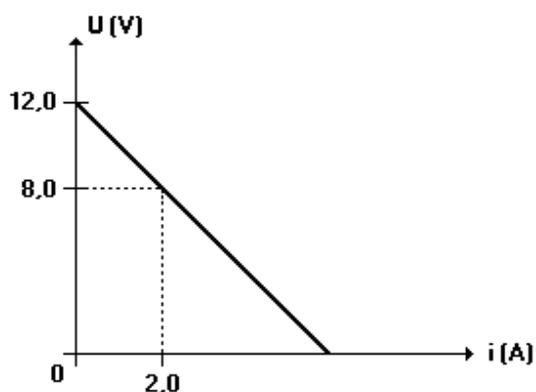
117) No circuito a seguir, a corrente que passa pelo amperímetro ideal tem intensidade 2A. Invertendo a polaridade do gerador de f.e.m. \mathcal{E}_2 , a corrente do amperímetro mantém o seu sentido e passa a ter intensidade 1A. A f.e.m. \mathcal{E}_2 vale:



118) Duas baterias têm mesma força eletromotriz ($\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$) e resistências internas respectivamente iguais a r_1 e r_2 . Elas são ligadas em série a um resistor externo de resistência R . Determine o valor de R que tornará nula a diferença de potencial entre os terminais da primeira bateria. $R: r_1 - r_2$

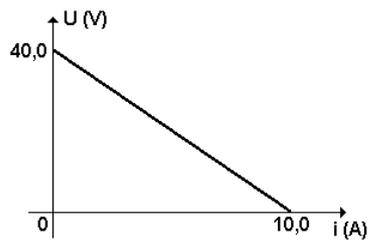


119) O gráfico a seguir, representa a ddp U em função da corrente i para um determinado elemento do circuito.



A partir do gráfico determine o elemento do circuito e a corrente elétrica quando a diferença de potencial entre os terminais do elemento for nula.

120) O gráfico a seguir representa a curva característica de um gerador, isto é, a ddp nos seus terminais em função da corrente elétrica que o percorre.

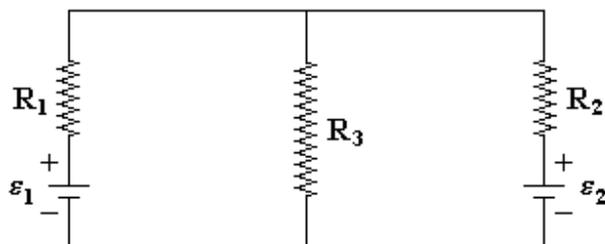


Determine

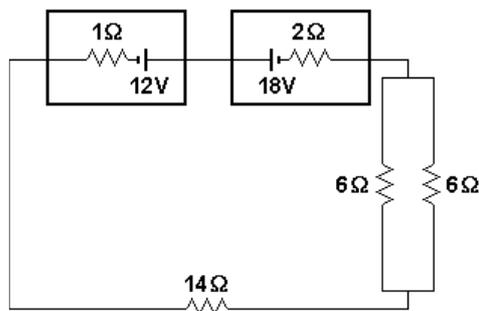
- a resistência interna do gerador;
- a equação do gerador;
- potência total, útil e dissipada para $i=3\text{A}$.
- rendimento para $i=5\text{A}$.

121) No circuito a seguir $\mathcal{E}_2=12\text{V}$, $R_1=8\Omega$, $R_2=4\Omega$ e $R_3=2\Omega$. De quantos Volts deve ser a fonte de tensão \mathcal{E}_1 , para que a corrente através da fonte de tensão \mathcal{E}_2 seja igual a zero?

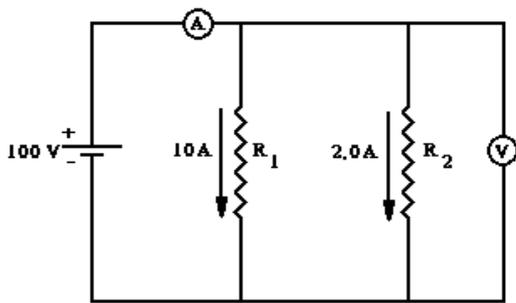
R: 20V



122) Determine o valor da intensidade de corrente (em A) no circuito a seguir. R: 0,30

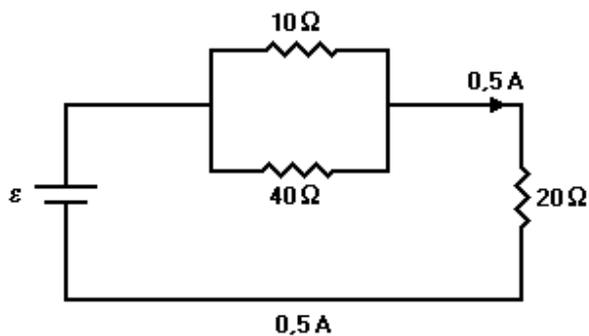


123) No circuito da figura adiante, A é um amperímetro de resistência nula, V é um voltímetro de resistência infinita. A resistência interna da bateria é nula.



- Qual é a intensidade da corrente medida pelo amperímetro?
- Qual é a voltagem medida pelo voltímetro?
- Quais são os valores das resistências R_1 e R_2 ?
- Qual é a potência fornecida pela bateria?

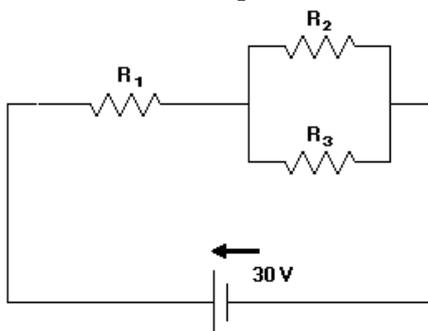
124) Três resistores, de 10, 20 e 40 ohms, e um gerador de força eletromotriz \mathcal{E} e resistência interna desprezível estão ligados como mostra a figura.



Supondo que o resistor de 20 ohms está sendo atravessado por uma corrente de 0,5A, determine:

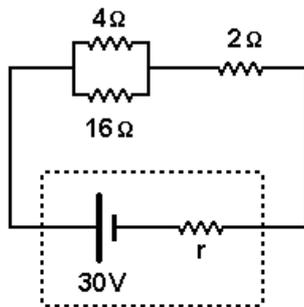
- A diferença de potencial entre os extremos dos resistores em paralelo.
- O valor da força eletromotriz \mathcal{E}

125) No circuito representado na figura a seguir, a fonte tem força eletromotriz de 30V e resistência interna desprezível. Os resistores têm resistências $R_1 = 20\Omega$ e $R_2 = R_3 = 60\Omega$.



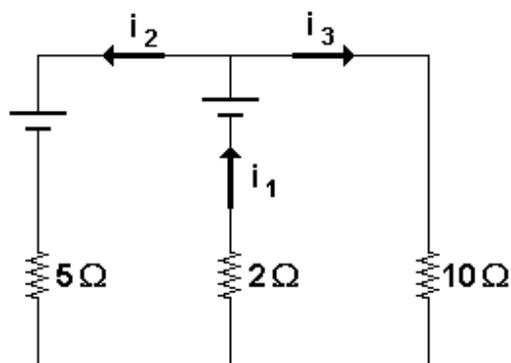
Determine a intensidade da corrente no resistor 2 e a potência elétrica dissipada no resistor 1. R: 0,3 A e 7,2 W.

126) No circuito a seguir, o resistor de resistência 4Ω dissipa a potência de 64W. Qual a resistência interna r do gerador? R: $0,8\Omega$

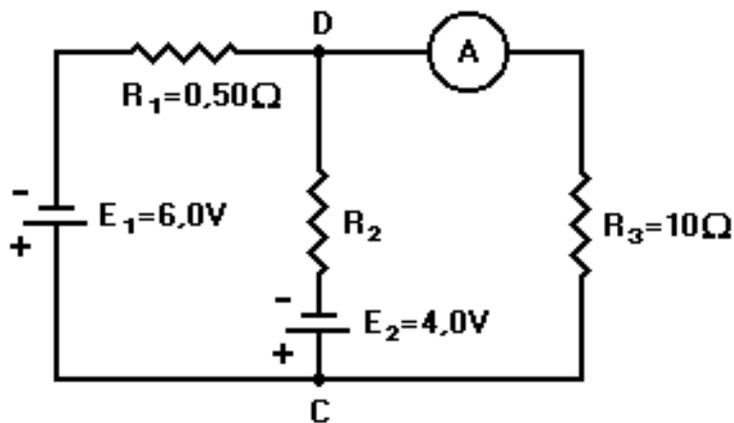


2.7 Leis de Kirchoff

127) No circuito elétrico representado adiante, os sentidos das correntes foram indicados corretamente e a intensidade de corrente i_3 é 3A. Sendo a força eletromotriz do gerador ideal igual a 40V, qual é a e a força contra eletromotriz do receptor ideal.

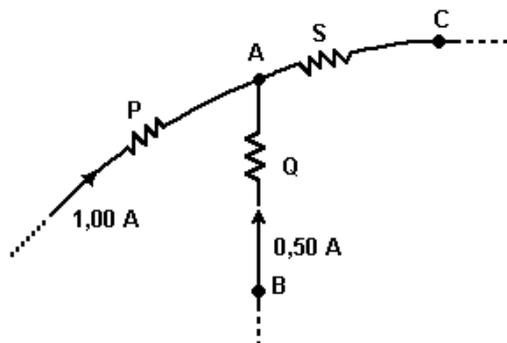


128) Considere o circuito representado esquematicamente na figura a seguir. O amperímetro ideal A indica a passagem de uma corrente de 0,50A. Os valores das resistências dos resistores R_1 e R_3 e das forças eletromotrizes E_1 e E_2 dos geradores ideais estão indicados na figura. O valor do resistor R_2 não é conhecido. Determine: R: a) 5,0 V, b) 12 W



- a) O valor da diferença de potencial entre os pontos C e D.
 b) A potência fornecida pelo gerador E_1 .

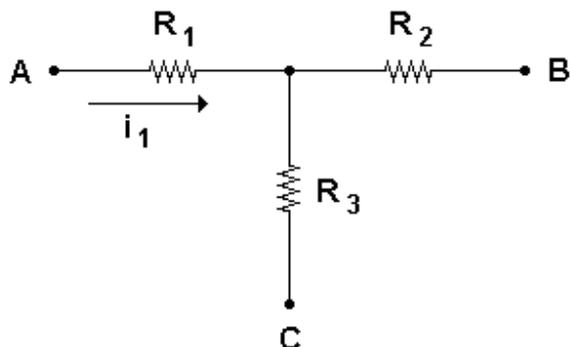
129) Três resistores, P, Q e S, cujas resistências valem 10, 20 e 20 ohms, respectivamente, estão ligados ao ponto A de um circuito. As correntes que passam por P e Q são 1,00A e 0,50A, como mostra a figura adiante. R: a) 30 V, b) 40 V



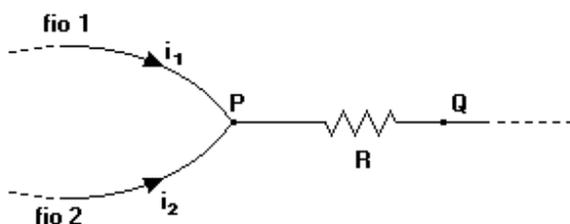
Determine as diferenças de potencial:

- a) entre A e C;
 b) entre B e C.

130) O esquema anterior representa o trecho de um circuito elétrico. A seu respeito sabe-se que: $R_1=300\Omega, R_2=400\Omega, i_1=0,12A$, e que a ddp entre A e B é nula. Assim, determine a intensidade da corrente elétrica que percorre R_3 , em ampères. R: 0,21

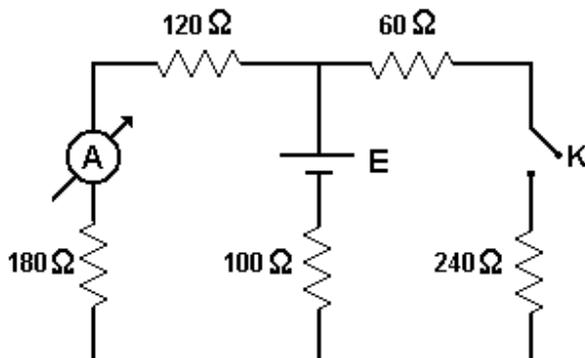


131) Um resistor de resistência R está inserido entre os pontos P e Q de um circuito elétrico, como mostra a figura adiante.



Sabendo que as correntes que passam pelos fios 1 e 2, que chegam a P , são, respectivamente, i_1 e i_2 , determine a diferença de potencial entre P e Q . R: $R(i_1+i_2)$.

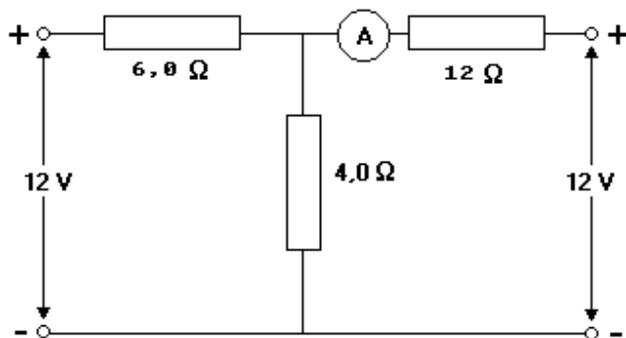
132) No circuito esquematizado a seguir, o amperímetro acusa uma corrente de 30mA



- Qual o valor da força eletromotriz fornecida pela fonte E ?
- Qual o valor da corrente que o amperímetro passa a registrar quando a chave k é fechada?

R: a) 12 V, b) 24 mA

133) Considere o circuito e os valores representados no esquema a seguir. Determine a corrente elétrica indicada pelo amperímetro ideal A . R: 0,50A



134) No circuito representado a seguir, a bateria é ideal e a intensidade de corrente i_1 é igual a 1,5A. Determine o valor da força eletromotriz \mathcal{E} da bateria. R: 30 V

