

# E L E T R O S T Á T I C A

## CAPÍTULO I

### ATRAÇÕES E REPULSÕES ELÉTRICAS LEI DE COULOMB

- 1 - A carga de um elétron, também chamada "carga elétrica elementar", é igual, em valor absoluto, a  $1,6 \times 10^{-19}$  coulomb. Exprimir essa carga em unidades dos sistemas CGSEs e CGSEm.

Resp.  $4,8 \times 10$  stat-C e  $1,6 \times 10^{-20}$  ab-C

- 2 - Determinar a intensidade da força de repulsão que se exerce entre dois corpúsculos eletrizados que distam entre si de 100 cm sabendo-se que cada um deles possui uma carga de 0,001 coulomb, e encontram-se no vácuo .

Resp.  $9 \times 10^3$  newton

- 3 - Dois corpúsculos eletrizados encontram-se num meio cuja constante dielétrica é 3 ues CGSE a uma distância de 0,2 m um do outro. A intensidade da força de repulsão entre os corpúsculos é de 200 g\* e a carga de um deles é  $10^{-5}$  coulomb. Determinar a carga do outro.

Resp.: 7840 stat-coulomb

- 4 - Duas pequenas esferas idênticas eletrizadas positivamente são colocadas a certa distância uma da outra e originam uma força de repulsão de intensidade F. aproximam-se essas esferas até que entrem em contato e em seguida se afastam a uma distância igual ao dobro da precedente; observa-se então que a força de repulsão passa a ter intensidade F/3. Pede-se a relação entre as cargas primitivas das duas esferas.

- 5 - Duas pequenas esferas idênticas possuem cargas + 20 e - 10 stat-coulomb e encontram-se no vácuo a certa distância uma da outra. As esferas são postas em contato e em seguida recolocadas nas suas posições primitivas. Determinar a relação entre as intensidade das forças que atuam sobre as esferas antes e após o contato

Resp. 8

- 6 - Um pêndulo elétrico é constituído de um fio de seda PE que sustenta na sua extremidade livre uma pequena esfera E eletrizada de massa 2g. Uma segunda esfera E' eletrizada com carga de sinal contrário à de E, mantém esta esfera em equilíbrio numa posição tal que o segmento EE' cujo comprimento é 5 cm e horizontal e o fio PE forma com a vertical um ângulo de  $45^\circ$ . Determinar a intensidade da força de atração entre as duas esferas quando EE' = 20 cm. Supõe-se que  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Resp.: 122,5 dine

- 7 - Dois corpúsculos eletrizados encontram-se à distância D um do outro e são carregados com cargas  $q_1$  e  $q_2$ . Determinar qual deve ser o diâmetro mínimo de um fio de seda com que devem ser unidos os dois corpúsculos para que possa resistir à repulsão entre eles. Sabe-se que um outro fio, da mesma seda, de diâmetro  $d_1$  resiste, no máximo a uma força de tração de intensidade F. A constante dielétrica do meio é  $\mu$  .

- 8 - Duas esferazinhas idênticas A e B são colocadas sobre uma lâmina de vidro plana e horizontal a uma distância d uma da outra. A esferazinha A encontra-se

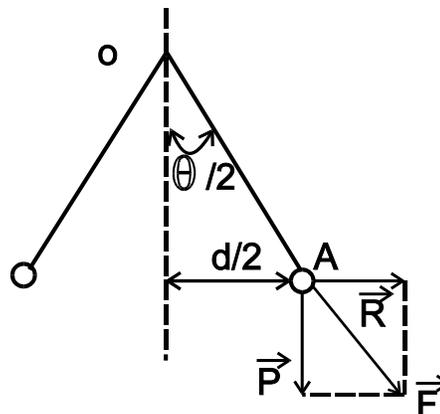
primitivamente neutra e B, eletrizada. Uma terceira esferasinha C idêntica às duas primeiras, inicialmente neutra é posta em contato com B e em seguida com A. Pergunta-se a que distância  $x$  de A sobre a reta AB, é necessário colocar C para que permaneça em equilíbrio.

- 9 - Dois corpúsculos eletrizados A e B cujas cargas valem respetivamente 3 e 75 stat-C são mantidos a uma distância de 60 cm um do outro. Calcular a que distância de A sobre AB, deve ser colocado um terceiro corpúsculo eletrizado C para que permaneça em equilíbrio. As cargas dos três corpúsculos são de mesmo sinal.
- 10 - Duas esferas condutoras A e B cuja distância entre os centros é de 50 cm possuem: a primeira uma carga  $Q = 16$  stat-coulomb e a segunda uma carga  $Q' = 4$  stat-coulomb. Uma terceira esfera C idêntica as duas primeiras é móvel sobre a reta que as une e se encontra primitivamente neutra. Esta esfera é posta em contato com A e em seguida abandonada a si própria sobre a reta que passa pelos centros de A e B. Pede-se a posição de equilíbrio de C. Discutir a estabilidade.

Resp.  $AC = 29,3$  cm; equilíbrio estável

- 11 - Duas pequenas esferas condutoras idênticas possuem massa 0,51g cada uma e se encontram suspensas num mesmo ponto por meio de dois fios cujos comprimentos são 40 cm. Carregadas essas esferas e postas em contato observa-se que as mesmas se colocam a 20 cm uma da outra (no vácuo).  
 a) Determinar a carga de cada esfera após o contato.  
 b) Submergindo as duas esferas carregadas (após o contato) em tolueno a distância que as separa na posição de equilíbrio passa a ser de 14 cm. Determinar a constante dielétrica do tolueno. Desprezam-se os empuxos sofridos pelas esferas no líquido. É dado  $g = 980 \text{ cm} \times \text{s}^{-2}$ .

- 12 - Dois fios de mesmo comprimento  $\lambda$  e peso desprezível estão presos por uma de suas extremidades a um mesmo ponto fixo e sustentam nos extremos livres duas pequenas esferas idênticas de massa  $m$ . Carrega-se cada esfera com uma carga  $q$  e observa-se que na posição de equilíbrio os fios formam entre si um ângulo  $\alpha$ . Sendo  $K$  a constante dielétrica do meio e  $g$  a aceleração da gravidade no lugar considerado, determinar o valor da carga de cada esfera.



- 13 - Três pêndulos elétricos idênticos cujos fios suspensos num mesmo ponto, têm 20 cm de comprimento cada um e são carregados com a mesma quantidade de eletricidade, se repelem dois a dois com uma força de intensidade 300 dine. Na posição de equilíbrio os centros das três esferazinhas determinam uma circunferência de raio 10 cm. Calcular a carga e o peso de cada esfera, admitindo que se encontram no vácuo.

Resp. 300 stat-coulomb; 900 dine

- 14 - Nas extremidades A e B do diâmetro de uma circunferência se encontram dois corpúsculos com cargas elétricas positivas  $q_1$  e  $q_2$  respetivamente. Um terceiro corpúsculo com carga negativa é obrigado a permanecer sobre a circunferência. Determinar a posição do ponto C em que é preciso colocá-lo para que permaneça em equilíbrio exprimindo essa posição pelo ângulo  $CAB = \alpha$ .

- 15 - Segundo a teoria de Bohr sobre a estrutura do átomo de hidrogênio, um elétron negativo gravita numa órbita circular em torno do núcleo carregado positivamente. Representando as cargas do elétron e do núcleo, em valor absoluto, por  $e$  e a massa do elétron por  $m$ , pede-se:  
 a - a expressão da velocidade angular  $\omega$  do elétron quando o raio da órbita é  $a$   
 b - O valor de  $\omega$  sabendo que  $a = 0,53 \times 10^{-8}$  cm;  $m = 9 \times 10^{-28}$  g,  $e = 4,8 \times 10^{-10}$  ues CGSq.  
 c - Determinar o valor da energia cinética do elétron durante esse movimento.
- 16 - Dois pêndulos elétricos iguais situados no vácuo com o mesmo ponto de suspensão e de comprimento igual a 10 m receberam a mesma carga eletrostática  $q$ . Afastaram-se então da vertical de um ângulo igual a  $45^\circ$ . Supondo-se que as esferas se descarregam bruscamente e que no choque entre elas, metade da energia cinética das duas esferas foi capaz de evaporar 0,053 gramas de água a  $100^\circ\text{C}$  sob pressão de uma atmosfera, pedem-se:  
 a - O peso de cada esfera;  
 b) A carga eletrostática de cada uma delas.  
 São dados ainda, o calor latente de vaporização da água igual a 540 calorias/grama e o equivalente mecânico do calor  $J$  igual a  $4,18 \times 10^7$  erg/caloria.
- Resp. a) 40,83 newton b) 2 856 280 stat-C
- 17 - Três pêndulos elétricos de comprimento  $l$  e peso  $P$  estão eletrizados cada um deles com uma carga  $q$ . Na posição de equilíbrio os fios, suspensos por um mesmo ponto formam com a vertical um ângulo  $\theta$ . Calcular  $q$ , sendo  $\epsilon$  a constante dielétrica do meio.

Resp.  $q = l \operatorname{sen} \theta \sqrt{\epsilon P \sqrt{3} \operatorname{tg} \theta}$

## CAPÍTULO II

### CAMPO ELÉTRICO. POTENCIAL. TRABALHO NO CAMPO ELÉTRICO. FLUXO DE FORÇA. DENSIDADE ELÉTRICA E TENSÃO ELETROSTÁTICA.

- 18 - Um corpúsculo eletrizado com carga 160 stat-C encontra-se num ponto P de um meio de constante dielétrica 80 ues. Determinar: a) a intensidade do campo elétrico num ponto A que dista 0,2 m de P. b) O potencial do mesmo ponto. c) O trabalho realizado no deslocamento de uma carga puntiforme de  $5 \times 10^{-6}$  coulomb do ponto A ao infinito. d) A intensidade da força que atua sobre a carga em A.
- 19 - Dois pequenos corpúsculos eletrizados A e B com cargas +400 e +100 ues CGSq respectivamente estão separados por uma distância de 200 cm no vácuo. Determinar: a) a posição do ponto P neutro deste campo. b) a posição do ponto P no caso da carga de B ser -100 ues CGSq. c) o potencial em P nos dois casos.
- Resp.: a) A 133,33 cm do ponto A, entre A e B sobre a reta AB.  
 b) A 400 cm do ponto A sobre a reta AB no sentido de A para B.  
 c) 4,5 stat-volt e 0,5 stat-volt
- 20 - Uma esfera A possui uma carga +40 stat-C. e outra B uma carga -20 stat-C. As duas esferas consideradas como puntiformes são postas em contato e em seguida colocadas no vácuo em posições tais que exercem entre si uma força de repulsão de intensidade 0,25 dine. Calcular: a) a intensidade do campo no ponto médio do segmento determinado pelas duas esferas; b) o potencial no mesmo ponto.

Resp. a) 0 b) 2 stat-volt

21 - Duas cargas puntiformes de 50 stat-coulomb cada uma, ocupam dois vértices de um triângulo equilátero de 1 m de lado. Calcular a intensidade do campo elétrico no terceiro vértice, supondo que o meio seja o vácuo .

22 - Em cada um dos vértices de um quadrado cujo lado tem 1 m de comprimento coloca-se uma carga de 50 stat-C. Determinar o potencial elétrico no centro do polígono, supondo que a constante dielétrica do meio é  $\sqrt{2}$  ues CGS $\mu$ .

Resp. 2 stat-V

23 - A, B, C e D são os vértices de um quadrado cujo lado mede  $5\sqrt{2}$  cm. Colocam-se nesses vértices cargas elétricas puntiformes positivas de 100, 200, 300 e 400 stat-C respectivamente. Determinar a posição do ponto P do plano do quadrado no qual deve ser colocada uma carga positiva de  $200\sqrt{2}$  stat-coulomb para anular o campo elétrico produzido pelas outras cargas no centro O do quadrado.

Resp. A 5 cm do ponto O sobre a bissetriz do ângulo BOA

24 - A, B e C são os vértices de um triângulo equilátero inscrito numa circunferência de 10 cm de raio. Uma carga positiva de 10 stat-coulomb é colocada em A, uma negativa de 10 stat-coulomb em B e outra negativa de 5 stat-coulomb em C. Determinar a intensidade da força a que fica submetida uma carga positiva de 3 stat-coulomb colocada no centro da circunferência. O meio é o vácuo.

Resp. 0,54 dine

25 - ABCD é um losango tal que  $\angle BAD = \angle DCB = 60^\circ$ . Em cada um dos vértices A e C coloca-se um corpúsculo eletrizado com uma carga +q e no vértice B uma carga -2q. Calcular o potencial no vértice D.

Resp. 0

26 - A, B e C são três pontos de uma reta tais que  $AB = 15$  cm e  $BC = 5$  cm. Em A encontra-se uma carga puntiforme de +60 stat-coulomb. Calcular o trabalho realizado ao se deslocar um corpúsculo eletrizado com carga +0,5 stat-coulomb de C a B. O meio é o vácuo.

27 - Calcular a velocidade adquirida por uma pequena esfera condutora de massa igual a 4 g, e carregada com uma carga positiva de  $10^{-5}$  coulomb, quando passa de um ponto de potencial + 1200 volt a outro de potencial - 2 000 volt.

28 - Duas pequenas esferas isoladas A e B encontram-se no vácuo, à distancia de 84 cm uma da outra e estão carregadas com cargas de 7 e 18 stat-coulomb respectivamente. Determinar o trabalho que se deve realizar contra as forças repulsivas das duas esferas, para diminuir a sua distância de 21 cm.

Resp.  $\frac{1}{2}$  erg

29 - Calcular a carga elétrica de uma esfera de raio 25 cm e cuja densidade elétrica superficial é de  $5/\square$  ues CGS $\mu$ .

30 - O número que mede a carga elétrica de uma esfera é igual ao que mede a sua densidade elétrica superficial, no sistema MKS Giorgi. Calcular o raio dessa esfera.

31 - A relação entre as cargas elétricas de duas esferas é  $3/4$  e a de seus raios  $5/8$ . Determinar a relação entre as suas densidades elétricas.

Resp. 48/25

32 - Duas esferas eletrizadas de raios  $R_1$  e  $R_2$  respectivamente possuem uma carga total  $Q$ . A razão de suas densidades elétricas é igual à razão de seus raios. Calcular: a) as cargas elétricas das duas esferas em função de  $R_1$ ,  $R_2$  e  $Q$ ; b) os valores numéricos dessas cargas no caso de se ter  $R_1 = 2$  cm,  $R_2 = 10$  cm e  $Q = 100$ . stat-coulomb.

33 - Uma esfera de 5 cm de raio afastada de todo e qualquer outro condutor possui uma carga de 2 000 stat-C. Determinar: a) a densidade elétrica superficial; b) a tensão eletrostática num ponto da superfície; c) o potencial elétrico num ponto situado a 15 cm da superfície esférica. O meio é o vácuo.

Resp. a)  $20/\square$  ues CGS $\underline{u}$       b)  $800/\square$  barie      c) 100 stat-volt

34 - Um condutor esférico de 10 cm de raio situado no vácuo possui uma carga de  $10^{-6}$  coulomb. Determinar a força de repulsão entre os dois hemisférios obtidos quando se corta o condutor por um plano diametral, supondo que o meio seja o vácuo.

35 - Um condutor esférico de 10 cm de raio é carregado com uma carga de  $2 \times 10^{-4}$  coulomb e disposto no vácuo. Pedese: a) a intensidade de campo e o potencial num ponto de sua superfície; b) idem num ponto situado a 5 cm do centro.

Resp. a)  $3 \times 10^3$  dine x stat-C $^{-1}$        $6 \times 10^4$  stat-volt  
b) 0       $6 \times 10^4$  stat-volt

36 - Calcular, no sistema MKS, o fluxo que atravessa uma superfície fechada quando no interior da mesma são colocadas três cargas puntiformes de  $+2 \times 10^{-5}$  coulomb,  $+8 \times 10^{-5}$  coulomb e  $-15 \times 10^4$  stat-coulomb, supondo que o meio tenha constante dielétrica 3 no sistema C. G.S.E.s.

37 - Determinar, em volt, o potencial num ponto da superfície esférica de um condutor de 20 cm de raio situado no vácuo, sabendo-se que envolvido este condutor por uma superfície fechada o fluxo que atravessa é de 3,6 u MKS $\text{e}$ .

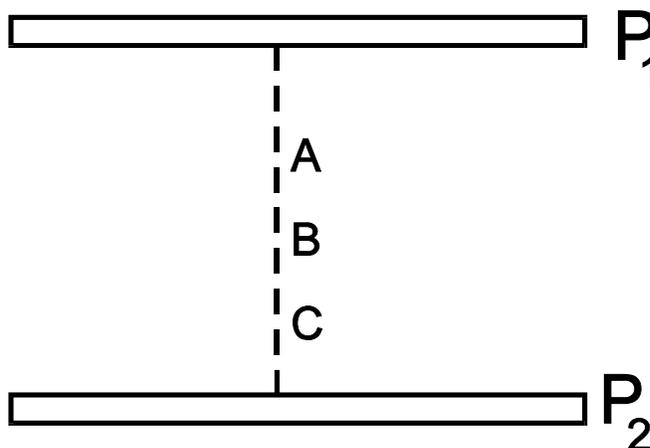
38 - Uma superfície plana e indefinida encontra-se uniformemente eletrizada. Numa região dessa superfície, que tem a forma de um triângulo equilátero de 50 cm de lado, encontra-se distribuída uma carga de  $3 \times 10^{-5}$  coulomb. Calcular a intensidade do campo elétrico num ponto próximo dessa superfície, supondo  $\epsilon_0 = 2$  no sistema CGSEs.

39 - Um elétron se move sob a ação de um campo uniforme de 100 volt/cm partindo, de um ponto, com velocidade nula. Determinar a distância percorrida, a velocidade e a aceleração do elétron depois de 0,010s segundos. É dada a relação entre a carga e a massa do elétron  $1.77 \times 10^8$  coulomb/grama.

Resp. 8,85 cm       $1,77 \times 10^7$  m x s $^{-1}$        $1,77 \times 10^{15}$  m x s $^{-2}$

40 - Uma pequena esfera de massa inercial 0,01g, carregada positivamente com 10 unidades eletrostáticas C.G.S. de carga, é abandonada no vácuo, sem velocidade inicial, no ponto A, no instante  $t = 0$ . Quando a esfera atinge o ponto B, estabelece-se, por meio das armaduras  $P_1$  e  $P_2$  de um condensador um campo elétrico de 100 volt/cm, uniforme, dirigido verticalmente

para baixo, na região onde se desloca a esfera. Calcular o tempo que esta levará para atingir o ponto C, sendo  $AB = BC = 20$  cm.



Adotar como aceleração da gravidade no local  $g = 980$  cm/seg<sup>2</sup> e tomar uma unidade eletrostática CGS de voltagem igual a 300 volt.

Resp. 0,28s

- 41 - Um pêndulo elétrico é constituído por uma pequena esfera condutora de raio 2mm, peso  $0,1g^*$  suspensa por um fio e carregada a um potencial de 600 volt. Coloca-se este pêndulo no campo elétrico criado por duas placas paralelas verticais distantes 10 cm uma da outra e estabelece-se uma diferença de potencial de 30000 volt entre elas. Pede-se: a) o ângulo que forma o fio com a vertical na sua posição de equilíbrio, supondo que entre as placas reina o vácuo. b) o mesmo ângulo no caso de se verter entre as placas água cuja constante dielétrica é 80 u.C.G.S. e peso específico  $1g^* \times cm^{-3}$ , supondo constantes os demais dados.

Resp. a)  $2^\circ 20'$  b)  $78^\circ 30'$

- 42 - Duas superfícies planas e paralelas, indefinidas, são dispostas verticalmente a 10 cm uma da outra. Uma se encontra ligada à terra e a outra em comunicação com uma máquina eletrostática que a mantém a 3 000 volt. Uma pequena esfera condutora de raio 2 mm e massa específica  $0,8 g.cm^{-3}$  após ter sido posta em contato com a superfície desprezível a 3 000 volt é suspensa por um fio isolante de massa desprezível, entre as duas superfícies de modo que o centro de suspensão seja eqüidistante de ambas. Pede-se o desvio angular do fio em relação à vertical supondo o meio o vácuo e  $g = 9,8 m.s^{-2}$
- 43 - Uma pequena esfera de massa 1 g carregada com uma carga  $q = 100$  ues CGSq é suspensa num fio isolante de massa desprezível e de comprimento  $\lambda = 1$  m de modo a constituir um pêndulo. Faz-se oscilar a esferazinha num campo elétrico uniforme vertical que atua inicialmente de cima para baixo e, em seguida, de baixo para cima. Sabendo-se que no 1º caso o período de oscilação do pêndulo é  $T_1 = \sqrt{2}$ s, calcular a intensidade E do campo elétrico e o período  $T_2$  no 2º caso. Dados:  $g = 10 m.s^{-2}$ .

### CAPÍTULO III

#### POTENCIAL, CAPACIDADE E ENERGIA DE UM CONDUTOR. POTENCIAL DE EQUILÍBRIO.

- 44 - Uma esfera de raio  $40/\sqrt{2}$  cm encontra-se eletrizada e a sua densidade elétrica superficial é  $10 \text{ stat-C} \times cm^{-2}$ . Calcular, o seu potencial, capacidade e energia, supondo que se encontre num meio de constante dielétrica 80 ues CGS.



54 - Um condutor esférico isolado é carregado a um potencial de 50 stat-volt. Calcular o potencial desse condutor após ter sido posto em contato com outro, também esférico e neutro de raio três vezes maior.

Resp. 3 750 volt

55 - Um condutor esférico de 15 cm de raio possui uma carga de  $5 \times 10^{-9}$  coulomb. Liga-se este condutor por meio de um fio delgado e comprido a um outro condutor também esférico de 36 cm de raio bem afastado do primeiro. As duas esferas encontram-se no vácuo e o potencial do conjunto após a ligação é de 180 volt. Pede-se determinar: a) a relação entre as densidades elétricas superficiais dos dois condutores antes da ligação; b) os potenciais primitivos dos dois condutores expressos em volt.

Resp. a) 5,54 b) 300 volt e 130 volt

56 - Duas esferas de raios  $R_1$  e  $R_2$  possuem respectivamente os potenciais  $V_1 = 10$  stat-volt e  $V_2$ . Ligam-se essas esferas por um fio longo e delgado e em seguida se aproximam de modo que a distancia entre os seus centros seja de 10 cm. Constata-se então que a força de repulsão entre as esferas é de  $6,25 \times 10^{-4}$  newton. Sabendo-se que o potencial comum das esferas após a ligação é  $4/5 V_2$  e que  $R_2/R_1 = 2$  determinar: a) o potencial  $V_2$ ; b) os raios das duas esferas; c) as capacidades das esferas em mlfrofarad; d) as cargas de cada esfera antes e após a ligação. Supõe-se que o meio seja o vácuo.

57 - Uma esfera de 120 cm de raio é carregada até um potencial de 3 000 volt. Uma segunda esfera condutora de raio 20 cm é levada ao potencial 120 volt. Determinar o trabalho realizado ao se estabelecer o equilíbrio quando se ligam as duas esferas por um fio longo e delgado de capacidade desprezível. O meio é o vácuo.

Resp. 790 erg

58 - Duas esferas cujos raios medem respectivamente 1 cm e 3 cm encontram-se eletrizadas e situadas no vácuo. Seus centros estando colocados a uma distância de 12 cm observa-se uma repulsão de 4 dina. Depois de tê-las posto em comunicação por um fio longo e delgado são separadas e recolocadas nas posições primitivas, observando-se então uma força de repulsão de intensidade 6 dine. Calcular as cargas primitivas das duas esferas.

59 - Os raios de duas esferas condutoras estão entre si na relação de 2/3. A menor tem uma carga positiva de massa elétrica igual a 1 ues CGS enquanto que a carga de maior é desconhecida. Após ligar as duas esferas mediante um fio fino condutor, sem alterar a posição relativa delas, nota-se que a força entre elas inverte de sentido mas continua com a mesma intensidade que tinha antes da ligação. Calcular o valor da carga da esfera maior.

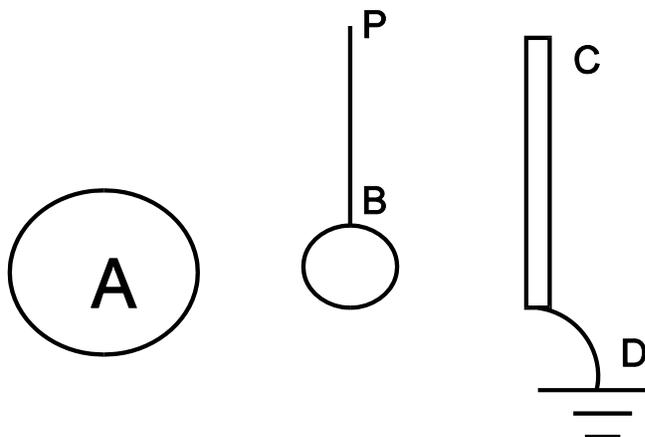
Resp. - 6 ou - 1/6 ues CGSq

60 - Uma esfera de raio 0,5 cm possui um potencial 10 OV. Outra de raio 1 cm encontra-se a um potencial 15 OV. Ligam-se essas esferas por um fio comprido e delgado e em seguida dispõem-se as mesmas esferas de maneira que a distância dos seus centros seja 10 cm. Pede-se: a) o potencial comum adquirido pelas duas esferas; b) a intensidade da força de repulsão que atua sobre as esferas. O meio é o ar.

Resp. a)  $4,4 \times 10^{-8}$  stat-volt b)  $9,8 \times 10^{-18}$  dine

61 - Uma campainha é constituída por um condutor esférico A de 16 cm de

diâmetro, uma pequena esfera metálica B de 8 mm de diâmetro que pode oscilar em torno do ponto P ao qual está ligada pelo fio isolante PB e uma chapa metálica C ligada à terra. O condutor A que é carregado, atrai a esfera B; esta uma vez carregada é repelida e se choca com a chapa C escoando-se a sua carga pelo condutor D; repete-se o fenômeno. O condutor A é carregado inicialmente a um potencial de 50 000 volt e a operação será possível enquanto o seu potencial for superior a 1 0000 volt.



Determinar o número de batidas da esfera B contra a chapa C. É dada uma tabela de logaritmos.

Resp. 34

- 62 - Duas gotas de água, isoladas, cujos raios são 0,4 mm e 0,6 mm são carregadas respectivamente com 80 e 120 ues CGSq. Pede-se: a) o potencial da gota que se forma pela união das duas primitivas; b) a variação de energia verificada. O meio é o ar.

## CAPÍTULO IV

### CONDENSADORES

- 63 - Duas placas metálicas paralelas têm uma superfície de área  $200 \text{ cm}^2$  cada uma e a distância que as separa é 0,5 cm. A constante dielétrica do material isolante interposto entre as placas é 7 unidades CGS. Determinar: a) a capacidade do conjunto; b) a quantidade de carga que se acumula numa placa quando a diferença de potencial entre as duas é de 10.000 volt; c) a intensidade de campo entre as placas; d) a energia armazenada nas condições do item b; e) a quantidade de calor equivalente a esta energia; f) a intensidade da força de atração entre as placas.
- 64 - Entre as armaduras de um condensador cuja capacidade é  $0,8 \text{ OF}$  é estabelecida uma diferença de potencial de 9.000 volt. Calcular a carga acumulada e a quantidade de calor que seria obtida por descarga completa desse condensador.

Resp.  $7,2 \times 10^{-3}$  coulomb e 7,75 cal

- 65 - Um condensador plano é constituído por armaduras de  $80 \text{ cm}^2$  de superfície separadas por um isolante de 5 mm de espessura e cuja constante dielétrica no sistema CGS é  $2 \square$ . Calcular a diferença de potencial entre as armaduras, sabendo-se que a sua energia é 1 joule.

Resp. 150.000 volt

- 66 - As armaduras de um condensador esférico tem raios 8 s 10 cm e estão separados por um isolante cujo poder indutor específico é 3 no sistema CGS. Supondo que se tenha estabelecido uma diferença de potencial de 1.500 volt entre essas armaduras, determinar a capacidade, a carga e a energia do condensador.

Resp. 120 stat-farad 600 stat-coulomb 1.500 erg

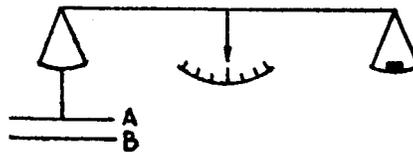
67 - A constante dielétrica de um isolante é 3,8 u CGS. Com este material deve-se construir um condensador cuja capacidade seja 1/100 de microfarad. Sabendo-se que a rigidez dielétrica do isolante é 120 kvolt x cm<sup>-1</sup>, determinar as dimensões deste condensador para uma diferença de potencial entre as armaduras de 600 volt.

Resp. 0,05 mm de espessura 148,8 cm<sup>2</sup> de área

68 - Uma nuvem cuja base é um círculo de raio 1 km é paralela ao solo e encontra-se a 1000 m de altitude. O potencial aumenta de 100.000 volt por metro à medida que se vai do solo à nuvem. Determinar a carga da nuvem e a energia na sua descarga.

Resp. 0,277 coulomb 1,38 x 10<sup>6</sup> joule

69 - O sistema representado esquematicamente na figura ao lado encontra-se em equilíbrio com a placa A suspensa sob um dos pratos da balança. A área da superfície de uma das faces de A é 200 cm<sup>2</sup> e a distância que separa A da placa B é 1 cm.



Qual é a massa que deve ser colocada no segundo prato, para restabelecer o equilíbrio da balança, quando entre A e B se estabelece uma tensão de 3 000 volt? É dado  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Resp. 2,5 g

70 - Duas lâminas metálicas quadradas, cada uma com área 0,10 m<sup>2</sup>, são dispostas uma em frente à outra, separadas entre si por uma distância igual a 1,0 cm. Com o auxílio de um gerador eletriza-se uma das lâminas ao potencial 10 000 volt, a outra lamina sendo mantida em ligação com a Terra. Realizado isto, desliga-se o gerador e aumenta-se a distância que separa as lâminas até 5,0 cm. a) Que força deve exercer o operador, para vencer a atração elétrica entre as lâminas? b) Qual é o trabalho realizado pelo operador? c) Qual é a nova tensão entre as lâminas? d) Qual é a variação de energia eletrostática do sistema? e) Comparar as grandezas calculadas em (b) e (d) e interpretar o resultado.

Resp. a) 0,44 N ; b) 0,0176 joule  
c) 50 kvolt ; d) 0,0176 joule

71 - Um condensador cujas armaduras têm 6 cm<sup>2</sup> de área cada uma e estão separadas por um isolante de 0,1 mm de espessura é descarregado totalmente através de um fio de 0,5 m de comprimento, 1 mm de diâmetro, massa específica 20/gxcm<sup>-3</sup> e calor específico 0,1 cal x g<sup>-1</sup>x°C<sup>-1</sup>. A diferença de potencial entre as armaduras do condensador antes da descarga é 45 000 volt e a elevação de temperatura do fio no fim da descarga é 12,92°C. Determinar a constante dielétrica do isolante.

Resp. 2,513 ues CGSM

72 - Uma associação em paralelo de 10 garrafas de Leyde de 20 cm de altura, 10 cm de diâmetro e 1mm de espessura é carregada a um potencial de 6000 volt. Determinar a energia armazenada pela bateria e a quantidade de calor equivalente. O poder indutor específico do isolante é 2,3 u.CGS.

73 - Dois condensadores ligados em série possuem uma energia de 50000 erg quando entre as armaduras da associação se estabelece uma diferença de potencial de 600 volt. Os mesmos condensadores ligados em paralelo sob a mesma diferença de

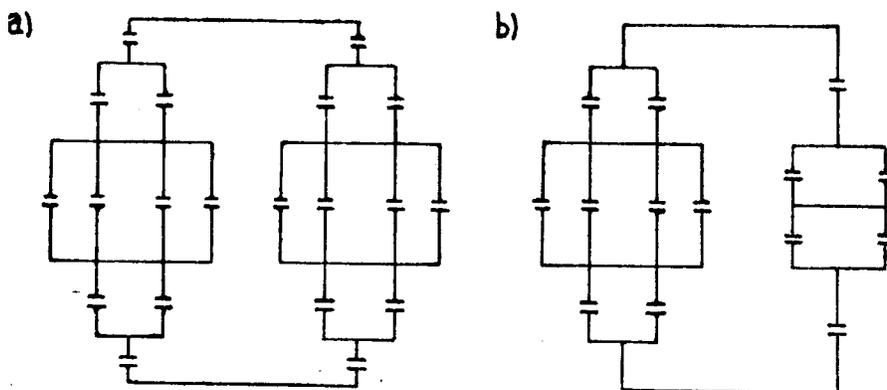
potencial anterior possuem uma energia de 200000 erg. Determinar as capacidades dos dois condensadores.

Resp. 50 000 stat-farads cada um

- 74 - Duas garrafas de Leyde postas em paralelo são carregadas a 24 000 volt. As garrafas tem 8 cm de raio e armaduras de 30 cm de altura. O dielétrico é o vidro de constante dielétrica 3 ues CGSE e a sua espessura é de 3 mm. Calcular: a) a capacidade do sistema; b) a sua carga em coulomb; c) a potência em cal x s<sup>-1</sup> desenvolvida quando se descarrega o sistema em forma de faísca durante 1/10 000 segundos.

Resp. a) 2720 stat-coulomb    b) 7,253 x 10<sup>-5</sup> coulomb  
c) 2082 cal x s<sup>-1</sup>

- 75 - Determinar as capacidades dos sistemas de condensadores esquematizados adiante supondo que a capacidade de cada condensador seja 1/F no caso a) e 20 F no caso b).



- 76 - Tomam-se dois condensadores de capacitâncias respectivamente iguais a 1 microfarad e 5 microfarad. As armaduras externas acham-se ligadas ao solo e as internas estão a potenciais iguais a 40 volt e 100 volt. Em seguida as armaduras internas são ligadas por um fio de capacitância desprezível. Determinar a variação de energia do sistema.

Resp. 15 x 10<sup>-4</sup> joule

- 77 - Uma esfera de raio 2 cm é ligada por meio de um fio longo e delgado a um disco de 10 cm de raio que se encontra a uma distância de 2,5 mm de outro disco paralelo ao primeiro e em comunicação com o solo. Com o auxílio de uma máquina eletrostática é fornecida ao conjunto uma carga total de 1 coulomb. Determinar as cargas adquiridas pela esfera e pelo disco. O meio é o ar.

- 78 - Dois condensadores planos idênticos cujas armaduras têm área 100 cm<sup>2</sup> e estão separadas 2 cm uma da outra, estão ligados em série. O dielétrico de um é ar e o do outro água (  $\epsilon = 80$  ues CGS ). Determinar a capacidade do conjunto.

Resp. 1000/81 stat-farad

- 79 - Vinte condensadores idênticos de capacidades iguais a 0,10 F são associados em 4 séries ligadas em paralelo. Calcular a energia armazenada por essa bateria quando carregada sob uma diferença de potencial de 20 kvolt.

Resp. 16 joule

80 - Uma garrafa de Leyde tem a sua armadura externa ligada ao solo e a interna a um potencial de 60 kvolt. Liga-se esta última a uma das armaduras de um condensador de capacidade  $0,01 \text{ } \text{F}$  e a outra deste é posta em comunicação com o solo, observando-se então um potencial de equilíbrio de 24 kvolt. Pede-se determinar: a) a capacidade elétrica da garrafa de Leyde; b) a energia primitiva da garrafa; c) a quantidade de calor equivalente.

81 - Dispõe-se de um certo número de condensadores com as seguintes características: a) capacidade  $2 \text{ } \text{F}$ , b) diferença de potencial máxima que o dielétrico pode suportar 1000 volt. Com estes condensadores deve-se realizar uma associação cuja capacidade seja  $10 \text{ } \text{F}$  e que suporte uma diferença de potencial de 4000 volt. Pede-se determinar: a) como devem ser associados esses condensadores; b) quanto condensadores devem ser empregados; c) a energia armazenada pela associação.

Resp. a) 20 séries de 4, em paralelo b) 80 c) 80 joule

82 - Uma garrafa de Leyde cuja capacidade é  $0,1 \text{ s F}$  é carregada sob uma diferença de potencial de 30 000 volt: a) calcular a sua carga e sua energia; b) calcular a elevação de temperatura sofrida por  $10 \text{ cm}^3$  de água quando se descarrega o condensador através de um fio condutor delgado que a atravessa; c) estando carregada a garrafa liga-se a mesma, em paralelo, a uma outra de  $0,02 \text{ } \text{F}$  não carregada e descarrega-se o conjunto através do mesmo fio imerso em  $10 \text{ cm}^3$  de água. Calcular a elevação de temperatura neste caso.

Resp. a) 0,003 coulomb 45 joule b)  $1,07^\circ \text{C}$  c)  $0,89^\circ \text{C}$

83 - Uma esfera de raio 12 cm situada no ar é carregada a 12 000 volt. Põe-se esta esfera em contato com outra de raio 4 cm; afastam-se as duas esferas e descarrega-se a menor. Repete-se o contato, a separação e a descarga. Calcular a que potencial seria carregada uma garrafa de Leyde de 5 cm de diâmetro, 10 cm de altura de armadura e 3 mm de vidro se recebesse uma quantidade de eletricidade igual à restante na esfera de raio 12 cm após o segundo contato. Para o vidro  $\epsilon = 3$  unidades CGS.

Resp. 576 volt

84 - Associam-se em paralelo 60 condensadores planos iguais cujas placas têm, cada uma,  $2 \text{ dm}^2$  de área e são separadas por um isolante de 0,5 mm de espessura com poder indutor específico  $\epsilon$  ues  $\text{CGS} \epsilon$ . Carrega-se a bateria a 18 000 volt e em seguida descarrega-se totalmente a mesma através de um fio de 0,5 m de comprimento, 0,8 mm de diâmetro, massa específica  $7 \text{ g x cm}^{-3}$  e calor específico  $0,1 \text{ cal (g x } ^\circ \text{C)}^{-1}$ . Determinar a elevação da temperatura do fio.

Resp 14,6°C

85 - Três condensadores planos dos quais dois são iguais entre si, são constituídos por discos metálicos separados entre si 2 mm por um dielétrico de poder indutor específico  $10 \text{ ues CGS} \epsilon$ . Ligando os três condensadores em paralelo, o sistema obtido tem capacidade  $5 \times 10^{-2} \text{ } \text{F}$  e ligando-os em série a capacidade do sistema é  $0,5 \times 10^{-2} \text{ } \text{F}$ . Calcular os raios dos discos dos três condensadores.

86 - Uma nuvem carregada cuja base inferior pode ser considerada com a forma de um círculo de raio 2km encontra-se a 2000 m de altitude paralelamente ao solo suposto condutor e plano. Supondo que o campo elétrico entre a nuvem e a terra seja uniforme e de intensidade  $0,5 \text{ ues CGSE}$ , calcular a quantidade de calor que se desprenderia por descarga total da nuvem.

87 - Um condensador cuja capacidade é  $0,2\text{ }\mu\text{F}$  tem a sua armadura externa ligada ao solo, é carregado comunicando-se à armadura interna um potencial de 20 000 volt. Separa-se esse condensador da máquina com que foi carregado e ligam-se as suas armaduras às de um outro condensador primitivamente neutro de capacidade  $0,3\text{ }\mu\text{F}$  mantendo-se a ligação primitiva com a terra. Separam-se os dois condensadores e em seguida descarrega-se o primeiro ligando as suas armaduras entre si por um fio condutor. Calcular a quantidade de calor despreendida nesse fio condutor durante a descarga.

Resp. 1,53 cal

88 - Um condensador cuja capacidade é  $50\text{ }\mu\text{F}$  possui uma carga de 0,22 coulomb. Supondo que ao ser descarregado o condensador 80% de sua energia seja transformada em calor, determinar: a) a quantidade de água a  $100^\circ\text{C}$  que se poderia vaporizar com o calor desenvolvido durante a descarga; b) que volume tomariam 2 g de ar inicialmente a  $20^\circ\text{C}$  e sob pressão de 3 atm se absorvessem o calor produzido na descarga, sob pressão constante. Dados: calor latente de vaporização da água 539 cal/g; calor específico do ar sob pressão constante  $0,237\text{ cal (g x }^\circ\text{C)}^{-1}$ ; massa de 1 litro de ar nas condições normais: 1,293 g.

Resp. a) 0,142 g b)  $857,8\text{ cm}^3$

89 - Entre as armaduras de um condensador plano que distam entre si 2 cm, é estabelecido o vácuo e uma diferença de potencial 30 volt. Determinar o tempo que um elétron despreendido sem velocidade inicial da armadura negativa leva para atingir a positiva. É dada a relação entre a carga do elétron e a sua massa:  $1,77 \times 10^8\text{ coulomb x g}^{-1}$ .

Resp.  $1,2 \times 10^8\text{ s}$

90 - Os raios das armaduras de um condensador esférico medem respectivamente 10 cm e 10,2 cm. Coloca-se o condensador sobre um suporte isolante e carrega-se o mesmo unindo a sua armadura externa com a terra e a interna a uma máquina eletrostática. A armadura interna recebe deste modo uma carga de  $10^{-4}$  coulomb. Interrompem-se então as duas ligações e põe-se em comunicação a armadura interna com a terra. Pedem-se, no sistema CGSEs: a) o potencial da máquina eletrostática utilizada na carga do condensador; b) a capacidade do condensador, sendo o dielétrico o ar; c) a carga escoada para a terra.

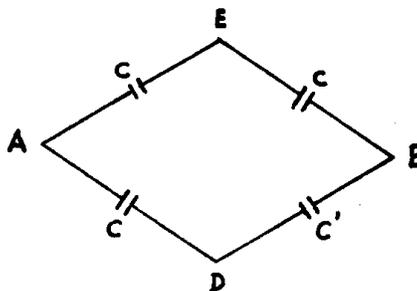
91 - Um condensador cujo dielétrico é o ar é formado por duas placas de 1 m de superfície separadas entre si por uma distância de 1 cm. A diferença de potencial entre as armaduras é de 10 stat-volt. Pedem-se: a) a carga de cada armadura; b) a força que se exerce sobre cada uma delas; c) estando carregadas afastam-se as armaduras a 10 cm uma da outra. Calcular o trabalho que é necessário realizar e a nova diferença de potencial.

Resp. a) 7958 stat-coulomb b) 39790 dine  
c) 358 300 erg; 100 stat-volt

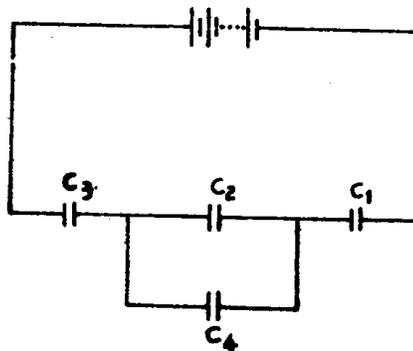
92 - Um condensador plano é constituído por duas armaduras metálicas de área  $200\text{ cm}^2$  separadas por uma distância de 2 mm. O dielétrico é o ar. Segundo um plano médio, é introduzida, uma nova lâmina metálica de espessura 0,8 mm é de mesma área que as armaduras. Determinar a nova capacidade do sistema.

Resp. 133 stat-farad

- 93 - Quatro condensadores dos quais três são idênticos e têm capacidade  $C = 10 \text{ OF}$  são ligados entre si como mostra a figura. Entre os pontos A e B é estabelecida uma diferença de potencial  $V_A - V_B = 500 \text{ V}$ . Medindo a diferença de potencial entre E e D encontra-se  $V_E - V_D = 100 \text{ volt}$ . Calcular  $C'$ .



- 94 - Quatro condensadores de capacidade  $C_1 = 12$ ,  $C_2 = 3$ ,  $C_3 = 24$  e  $C_4 = 5 \text{ OF}$  são ligados como mostra a figura, a uma bateria entre cujos polos existe uma diferença de potencial de 30 volt. Determinar: a) o potencial e a carga de cada condensador; b) a diferença de potencial que seria medida entre os extremos da associação se, retirada a bateria, se ligasse  $C_4$  em série com os outros três.



- 95 - O fundo e o pistão de um cilindro são metálicos e constituem as armaduras de um condensador plano. A distância entre eles é 3 cm e, no interior, se acha aprisionado um gás, cuja pressão é  $8000/2 \text{ b\u00e1rie}$ . Entre as armaduras é estabelecida então uma diferença de potencial de 200 stat-volt. Calcular a que distância do fundo vai parar o pistão. Admite-se que não há perda de calor nem variação de temperatura.

Resp. 2,5 cm

## CAPÍTULO V

### LEI DE OHM. ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES.

#### ENERGIA E POTÊNCIA DISSIPADA PELA CORRENTE ELÉTRICA

- 96 - Um fio condutor de níquel tem 50 m de comprimento e 0,5 mm de diâmetro. Entre os extremos deste fio aplica-se uma diferença de potencial de 110 volt. A resistividade do níquel é  $0,342 \text{ a} \times \text{mm}^2 \times \text{m}^{-1}$ . Pedem-se: a) a condutividade do níquel; b) a resistência do fio; a condutância do mesmo; d) a intensidade da corrente; e) a energia absorvida em 1 hora; f) a potência absorvida.
- 97 - Determinar a diferença de potencial necessária para produzir uma corrente de 15 A através de um fio condutor de cobre de 120 m de comprimento e 5 mm de diâmetro, sabendo-se que a condutividade do cobre é  $57 \text{ ohm} \times \text{m} \times \text{mm}^{-2}$ .
- 98 - Determinar a resistência de um conjunto de 3 resistores de 5 ,8 e 12  $\Omega$  respectivamente supondo-os associados: a) em série; b) em paralelo.

Resp. 1,6 volt

Resp. a) 25 $\Omega$  b) 2,44 $\Omega$

99 - Com 10 fios de cobre de mesmo comprimento e 1,5 mm de diâmetro deseja-se efetuar uma associação em paralelo cuja resistência seja  $0,01\phi$ . Sendo  $0,017\phi \times \text{mm}^2 \times \text{m}^{-1}$  a resistência específica do cobre, calcular o comprimento de cada fio.

Resp. 10,39 m

100 - Dois fios condutores A e B têm o mesmo comprimento; a resistência de B é  $1/4$  da de A e a resistência específica de A é 9 vezes a de B. Sendo o diâmetro de A 4 mm, determinar o de B.

Resp.  $8/3$  mm

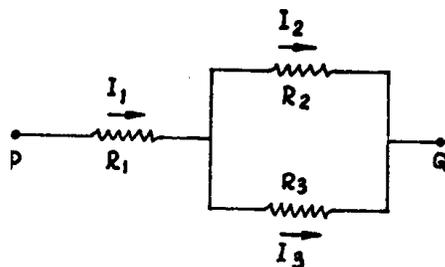
101 - Tem-se um fio metálico de comprimento  $\lambda$ , peso  $p$  e resistência  $R$ . Determinar a resistência de outro fio do mesmo material com comprimento  $\lambda_1$  e peso  $p_1$ .

102 - No instante em que se liga um determinado fio condutor a um circuito observa-se que sob certa diferença de potencial o fio é percorrido por uma corrente de 3 A estando ele a  $20^\circ\text{C}$ . Depois de um certo tempo observa-se que a intensidade da corrente através do mesmo passou a ser 2,5 A sob a mesma diferença de potencial anterior. Determinar a temperatura atingida pelo fio sabendo-se que o seu coeficiente de temperatura é  $0,004^\circ\text{C}^{-1}$ .

Resp.  $70^\circ\text{C}$

103 - Dois fios condutores de resistência  $R_1$  e  $R_2$  são ligados em derivação entre dois pontos A e B entre os quais é estabelecida uma diferença de potencial de 30 volt. Sendo  $R_1 = 2R_2$  e de 3 ampère a intensidade da corrente fora da derivação, determinar  $R_1$  e  $R_2$ .

104 - Três fios condutores são ligados entre si segundo o esquema indicado na figura. Sendo  $R_1 = 30\phi$ ,  $R_2 = 30\phi$ ,  $R_3 = 60\phi$  e 60 volt a diferença de potencial entre os pontos P e Q, determinar as intensidades das correntes que percorrem os fios.

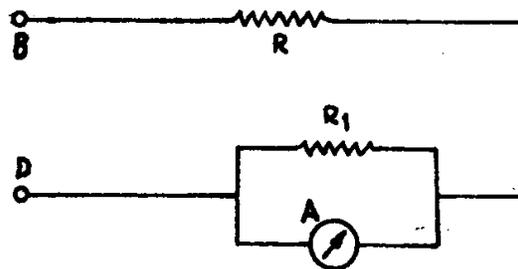


Resp.  $I_1 = 1,2\text{A}$ ;  $I_2 = 0,8\text{A}$  e  $I_3 = 0,4\text{A}$

105 - Três fios de resistências respectivamente  $9\phi$ ,  $3\phi$  e  $5\phi$  são intercalados entre dois pontos M e N. Sendo  $V_M - V_N = 18$  volt, pede-se: a) a intensidade da corrente em cada fio; b) a intensidade da corrente total; c) a resistência total entre M e N.

a) 2A, 6A e 3,6A      b) 11,6A      c)  $1,551\phi$

106 - No circuito esquematizado a diferença de potencial entre os pontos B e D vale 10 volt e a resistência  $R = 4,8\phi$ . Determinar o valor que deve ter a resistência  $R_1$  para que o amperímetro A acuse a passagem de 400 miliampère. É dada a resistência própria do amperímetro:  $0,2\phi$ .



Resp. 0,048  $\phi$

107 - Determinar as resistências que podem ser obtidas por associação de 3 resistores cujas resistências são 2, 4 e 6  $\phi$  empregando os 3 simultaneamente em cada associação.

108 - Um circuito elétrico é constituído de uma pilha e um galvanômetro associado a um shunt. Supondo que a resistência do shunt seja variável determinar o seu valor para que a intensidade da corrente que passe pelo galvanômetro seja 1/n da que circula no circuito principal.

Resp. 
$$R_s = \frac{R_G}{n-1}$$

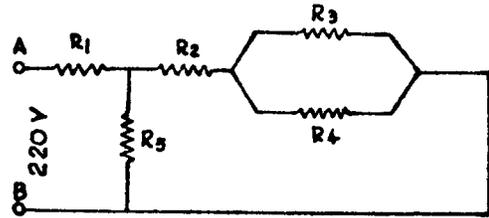
109 - Determinar a potência dissipada num fio de 50 cm de comprimento, 5 mm<sup>2</sup> de secção e resistência específica 0,6  $\phi$  cm quando submetido a uma diferença de potencial de 30 volt.

Resp. 1,5 watt

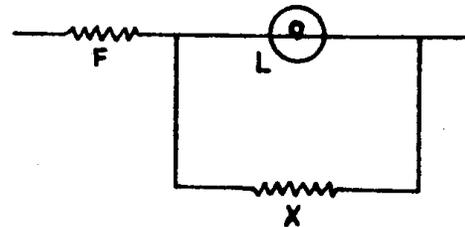
110 - Dois fios condutores ligados em paralelos suportam entre suas extremidades uma diferença de potencial de 40 volt. A resistência de um dos fios é 10 A e, a potência absorvida pelos dois é 240 watt. Calcular a resistência do segundo fio.

Resp. 20  $\phi$

111 - No circuito esquematizado, determinar as intensidades das correntes nos diferentes trechos, a potência total dissipada e a energia consumida em 2 horas. São dados:  $R_1=12 \phi$  ;  $R_2 = 8 \phi$  ;  $R_3 = 20 \phi$  ;  $R_4 = 30 \phi$  e  $R_5 = 20 \phi$  .



112 - Na figura F é um fusível que suporta uma corrente máxima de 5A e L é uma lâmpada que consome 330 watt sob uma diferença de potencial de 110 volt. Determinar a resistência mínima X que pode ser ligada em paralelo com a lâmpada sem queimar o fusível.



Resp. 55  $\phi$

113 - Dois fios condutores de resistências 6  $\phi$  e 4  $\phi$  respectivamente são ligados em série. Determinar a diferença de potencial estabelecida entre os extremos da associação quando no primeiro fio a potência desenvolvida é de 150 watt.

Resp. 50 volt

114 - Determinar o comprimento  $\lambda$  e o raio R do filamento cilíndrico retilíneo de uma lâmpada de incandescência sabendo-se que a resistividade do material de que é constituído é  $\rho$  ohm.cm, a potência consumida pela lâmpada é W watt, a diferença de potencial entre os seus terminais V volt e que a potência recebida é irradiada pela face lateral à razão de W watt por cm<sup>2</sup>.

- 115 - Um fio de lâmpada possui nas condições de funcionamento um comprimento de 1 cm, raio 0,02 mm e resistividade  $5 \times 10^{-5}$  ohm.cm. Faz-se passar uma corrente de intensidade 0,25A. Admite-se que a potência calorífica despreendida pela corrente e irradiada pelo filamento é expressa em watt pela fórmula

$$W = 27 \times 10^{-21} S T^6$$

onde S é superfície exterior do filamento em  $\text{cm}^2$  e T a sua temperatura absoluta. Calcular a resistência do filamento e a sua temperatura.

Resp. 3,98  $\Omega$ ; 2730 $^{\circ}\text{C}$

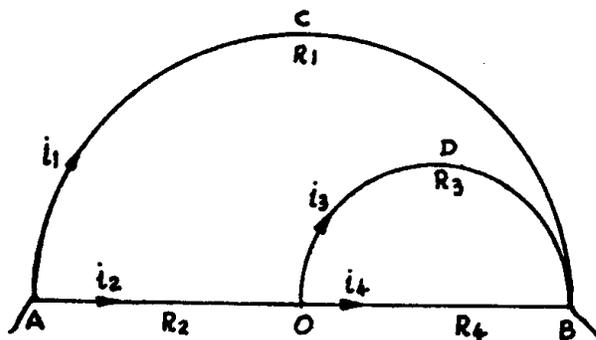
- 116 - Uma ponte de Wheatstone está em equilíbrio com uma resistência que o experimentador supõe seja igual a 1  $\Omega$ . A ponte permanece em equilíbrio quando se substituí o suposto ohm por um ohm padrão shuntado por um fio de manganin com 1 m de comprimento. Se a resistência específica do manganin é 0,000044  $\Omega\text{cm}$  e o diâmetro do fio é 0,1 mm calcular a resistência real do suposto ohm.

Resp. 0,982  $\Omega$

- 117 - Entre os terminais A e B de um gerador devem ser instaladas 100 lâmpadas idênticas. Sabe-se que cada lâmpada se estivesse sob uma tensão de 120 volt dissiparia 60 watt, condição em torno da qual a lâmpada deve funcionar quando se destina à iluminação. A tensão disponível entre A e B é de 110 volt. Fazer esquemas da instalação dessas lâmpadas colocadas: 1) em série; 2) em paralelo. Pede-se: I - Em cada caso: a) a resistência do conjunto de lâmpadas; b) a corrente que atravessa cada lâmpada; c) a potência total dissipada; d) se o quilowatt hora custa Cr.\$ 0,50, o preço da energia dissipada em 10 horas do consumo. II - Dizer qual dos esquemas 1) ou 2), no presente caso deve ser o utilizado se as lâmpadas se destinam à iluminação. Supor que a resistência das lâmpadas não varia com a tensão aplicada.

Resp. I - a) 24000  $\Omega$  e 2,4  $\Omega$       b) 0,0045A e 0,45A  
           c) 0,504W e 5041W      d) Cr.\$ 0,0025 e Cr.\$ 25,20  
 II - Esquema 2

- 118 - AB é uma porção retilínea de um condutor constituído por um fio cilíndrico homogêneo. Sobre AB como diâmetro imagine-se uma semicircunferência ACB formada do mesmo fio que AB. Seja O o ponto médio de AB e sobre OB como diâmetro imagine-se outra semicircunferência ODB do mesmo fio. Por A entra uma corrente que atravessa as derivações e sae por B. Calcular a relação entre as intensidades das correntes que atravessam a circunferência maior e menor.



- 119 - ABC é um triângulo equilátero formado por um fio metálico. Em dois pontos D e F do lado AC é estabelecida uma derivação DEF constituída do mesmo fio. O triângulo DEF formado é também equilátero e o seu lado é a metade do lado do triângulo ABC. Uma corrente elétrica penetra no circuito em A e sai em C. Determinar a relação entre as intensidades das correntes que percorrem AB e DE.

Resp. 5/4

120 - Um veículo cujo peso é 1 ton\* é animado de um movimento uniforme sobre um plano inclinado em relação ao horizonte de um ângulo cujo seno é 0,1. A sua velocidade é 36 km x h<sup>-1</sup>. Determinar: a) que parte da potência do motor é empregada para vencer a ação da gravidade; b) supondo que este motor seja um motor elétrico entre cujos terminais existe uma diferença de potencial de 220 volt, qual é o valor da intensidade da corrente necessária para produzir esta potência.

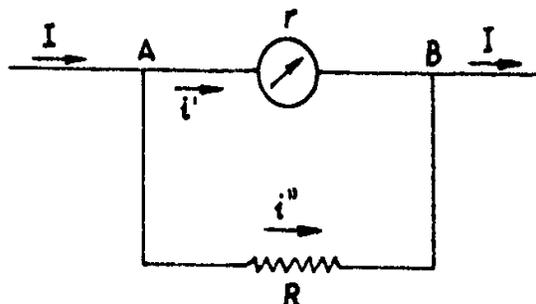
Resp. a) 9800 watt b) 44,54A

121 - Um elevador de peso igual a 1 ton\* desce de uma altura de 20 m submetido à ação de um freio graças ao qual a descida se efetua em 40s. A velocidade do elevador ao atingir o solo é 0,5 m x s<sup>-1</sup>. Sendo g = 10 m x s<sup>-2</sup>, pede-se determinar: a) o valor da energia com que o elevador se choca contra o solo; b) a quantidade de calor desenvolvida no freio durante a descida; c) qual deve ser a potência de um dínamo tal que ao ser movido por descida do elevador, seja capaz de absorver em cada descida a mesma quantidade de energia que o freio anterior; d) que intensidade de corrente produziria esse dínamo com uma diferença de potencial entre os seus terminais de 110 volt se o seu rendimento fosse 40%.

122 - Entre dois pontos A e B de um circuito ligam-se em paralelo dois fios condutores um AMB de resistência 10 Ω e outro ANB de resistência R desconhecida. Isto feito, intercala-se no fio AMB um galvanômetro de resistência 200 Ω e ao mesmo tempo em ANB um reostato de resistência também igual a 200 Ω verificando-se então que o galvanômetro acusa uma corrente de 0,0426A. Em seguida troca-se o galvanômetro pelo reostato e reciprocamente, verificando-se que o galvanômetro passa a acusar uma corrente de 0,0436A. Calcular o valor da resistência R.

Resp. 5,18Ω

123 - Um circuito compreende um galvanômetro de resistência r shuntado com uma resistência R de 0,042 Ω independente da temperatura. A resistência r entretanto varia com a temperatura com um coeficiente de variação α = 0,0038° C<sup>-1</sup>. A 27°C o galvanômetro assinala 53 divisões.



Determinar a intensidade I da corrente no circuito principal, sabendo-se que o galvanômetro assinala 100 divisões sob uma diferença de potencial de 0,04 volt a 15°C, temperatura na qual r = 0,75Ω.

## CAPÍTULO VI

### EFEITO JOULE

124 - Um vaso de latão cuja massa é 50 g contém 205,3 g de água que é aquecida de 15°C a 76°C por meio de um fio condutor percorrido por uma corrente de 1,3A sob uma tensão de 110V. A duração do aquecimento é de 7 minutos, e o calor específico do latão é 0,0939cal(gx°C)<sup>-1</sup>. Determinar: a) a capacidade calorífica do vaso; b) a quantidade de calor absorvida pelo conjunto calorímetro-água, c)

a potência e energia elétrica dissipadas no fio condutor; d) a quantidade de calor produzida pela corrente; e) o rendimento no processo de aquecimento.

- 125 - Dois fios condutores cujas resistências são respectivamente  $4 \ \Omega$  e  $3 \ \Omega$  são associados em paralelo. Pelo primeiro passa uma corrente de  $2,5A$ . Determinar: a) a intensidade da corrente que passa pelo outro fio; b) a potência absorvida pela associação; c) a quantidade de calor despreendida durante uma hora pela associação.

Resp. a)  $3,33A$  b)  $58,3W$  c)  $50239 \text{ cal}$

- 126 - Uma lâmpada de incandescência é alimentada sob uma diferença de potencial de  $110 \text{ volt}$  e mergulha num calorímetro de capacidade calorífica desprezível que contém  $1400g$  de um líquido de calor específico  $0,5 \text{ cal}(g \times ^\circ C)^{-1}$ . Observa-se então que no fim de  $5$  minutos a temperatura do líquido se eleva de  $10^\circ C$ . Liga-se em seguida com a lâmpada um fio mantido fora do calorímetro e aplica-se ao conjunto a mesma diferença de potencial de  $110 \text{ volt}$ , observando-se então que no fim de  $15$  minutos, a elevação de temperatura produzida no calorímetro é de  $20^\circ C$ . Pede-se: a) a resistência da lâmpada; b) a resistência do fio; c) a diferença de potencial entre os terminais da lâmpada no 2º caso.

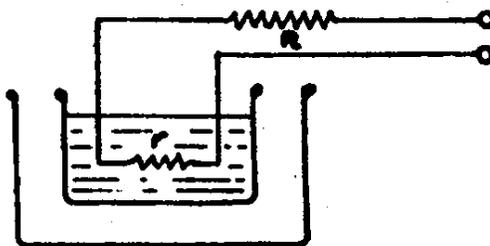
Resp. a)  $434,2 \ \Omega$  b)  $97,1 \ \Omega$  c)  $89,9 \text{ volt}$

- 127 - Dispõe-se de uma lâmpada para  $110 \text{ volt}$  que normalmente consome  $100 \text{ watt}$ . Deseja-se ligar esta lâmpada a uma rede elétrica de  $220 \text{ volt}$ . Para não "queimar" a lâmpada liga-se em série com a mesma um fio condutor. Calcular que valor deverá ter a resistência desse fio para que a lâmpada trabalhe em condições normais de  $110 \text{ volt}$  e  $100 \text{ watt}$ . Para dissipar o calor gerado no fio mergulha-se o mesmo num vaso de capacidade calorífica desprezível e que contém  $100g$  d'água a  $20^\circ C$ . Determinar a temperatura atingida pela água após  $3$  minutos.

Resp.  $121 \ \Omega$  e  $63,06^\circ C$

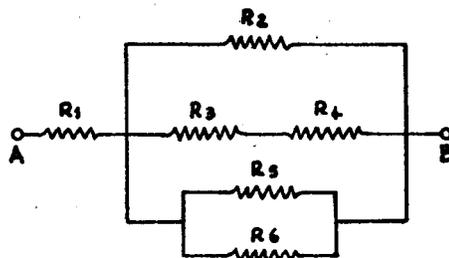
- 128 - Um calorímetro cuja massa é  $46,2g$  e calor específico  $0,217 \text{ cal} \times (g \times ^\circ C)^{-1}$  contém  $190g$  de água à temperatura de  $18^\circ C$ . Na água encontra-se imersa uma resistência  $r$  de  $2,3 \ \Omega$ . Deseja-se elevar a temperatura da água a  $60^\circ C$  em  $5$  minutos e se dispõe de uma fonte que fornece  $50 \text{ volt}$ . Calcular que resistência  $R$  deve ser posta em série com a do calorímetro, supondo que o rendimento do calorímetro seja  $90\%$ .

Resp.  $4,3 \text{ JL}$



- 129 - Entre os pontos A e B de um trecho de circuito representado na figura é aplicada uma diferença de potencial de  $50 \text{ volt}$ . Determinar a quantidade de calor despreendida neste trecho durante  $5$  minutos. São dados:

$R_1 = 5 \ \Omega$ ,  $R_2 = 8 \ \Omega$ ,  $R_3 = 1 \ \Omega$   
 $R_4 = 3 \ \Omega$ ,  $R_5 = 7 \ \Omega$ ,  $R_8 = 3 \ \Omega$



Resp.  $29053 \text{ cal}$

130 - Uma lâmpada de incandescência tem uma resistência de 220 A e é construída para suportar uma tensão de 110 volt. Calcular a potência dissipada sob a forma de calor pela lâmpada quando trabalha nas condições indicadas.

Resp.  $13,1 \text{ cal} \times \text{s}^{-1}$

131 - Uma corrente elétrica atravessa um fio condutor enrolado em espiral que mergulha no interior de um calorímetro de capacidade calorífica desprezível. Pelo calorímetro passam 20g de água por minuto, que entra a 20°C e sai a 28°C. Determinar a intensidade da corrente que passa pelo fio, sabendo-se que a sua resistência é  $10 \text{ } \Omega$ .

Resp. 1,05A

132 - Em 1000g de água mergulha-se durante 8 min. e 20 s um fio de resistência  $2 \text{ } \Omega$  percorrido por uma corrente de 10A. Calcular a elevação de temperatura da água.

Resp. 23,9°C

133 - Dois fios exatamente idênticos um de platina e outro de prata são ligados em série. Sabe-se que a resistividade da platina é de 9 micro ohm x cm e a da prata 1,5 micro ohm x cm. Pede-se: a) a relação entre as quantidades de calor desenvolvidas em cada fio; b) a relação correspondente no caso de um circuito em que tais fios ficassem dispostos em derivação.

Resp. a) 6 b) 1/6

134 - No interior de um bloco de alumínio pesando 320g encontra-se uma espiral de aquecimento isolada eletricamente. Faz-se passar através dessa espiral uma corrente constante de intensidade 0,2A durante 5 min. Um voltímetro ligado entre as extremidades da espiral indica uma diferença de potencial constante e igual a 15,6 volt. A temperatura do bloco de alumínio se eleva de 2,9°C durante a experiência. Calcular o calor específico do alumínio sabendo-se que a espiral de aquecimento possui uma capacidade calorífica de  $1,5 \text{ cal} \times \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

135 - Um fio condutor de 10 m de comprimento e  $1 \text{ mm}^2$  de secção é constituído de um metal cuja resistência específica é  $0,3 \text{ } \Omega \times \text{mm}^2 \times \text{m}^{-1}$  e mergulha num vaso de capacidade calorífica desprezível que contém 1 litro de água a 20°C. Determinar a temperatura atingida pela água no fim de 20 min, quando o fio é submetido a uma tensão de 24 volt, supondo que 10% da quantidade de calor desprendido sejam perdidos.

Resp. 69,6°C

136 - Dez litros de água devem ser aquecidos de 4°C a 70°C, em 10 minutos, por meio de um resistor percorrido por uma corrente. Pede-se calcular: a) a potência necessária em watt; b) a intensidade da corrente se a tensão entre os terminais do resistor é de 100 volt; c) a resistência do condutor; d) o custo do aquecimento sabendo-se que o preço do KWh é de Cr.\$ 0,60.

Resp. a) 4598 watt b) 45,96A c)  $2,17 \text{ } \Omega$  d) Cr.\$ 50,459

137 - Um fio de chumbo de 40 cm de comprimento e  $2 \text{ mm}^2$  de secção é intercalado num circuito elétrico. Supondo que todo o calor desprendido seja absorvido pelo fio, determinar a intensidade da corrente necessária para fundi-lo em 10 min. São dados: massa específica do chumbo  $11 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$ ; temperatura de fusão do chumbo 326°C; calor específico do chumbo  $0,03 \text{ cal} \times \text{g}^{-1} \times \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ; calor latente de fusão do chumbo  $5,4 \text{ cal} \times \text{g}^{-1}$ ; resistência específica do chumbo  $2 \times 10^{-5} \text{ } \Omega \times \text{cm}$ ; temperatura inicial do fio 26°C

Resp. 4,7A

- 138 - Aos terminais de um gerador são ligados em paralelo um galvanômetro de resistência  $40 \Omega$  e um fio de resistência  $8 \Omega$  imerso num calorímetro. O equivalente em água do calorímetro é 560g. A corrente circula durante 5 min e a elevação de temperatura observada no calorímetro é de  $3^\circ\text{C}$ . Determinar a intensidade da corrente indicada pelo galvanômetro e a diferença de potencial entre os terminais do gerador.

Resp. 0,274A e 10,96V

- 139 - Dentro de um vaso é introduzido um conjunto de fios condutores ligados entre si como mostra a figura. Entre os pontos A e B é estabelecida uma diferença de potencial de 10 volt. No vaso são introduzidos 20g de gelo a  $0^\circ\text{C}$  e um termômetro graduado na escala Reaumur. No fim de 7 min. 13s e  $1/3$  o termômetro assinala  $40,2^\circ\text{R}$ . Pergunta-se si é exata a indicação do termômetro. Supõe-se que todo calor dissipado seja absorvido unicamente pelo gelo ou água e é conhecido o calor latente de fusão do gelo  $80 \text{ cal} \times \text{g}^{-1}$ .

Resp. Não

- 140 - Deseja-se construir um fusível de chumbo que deve fundir em 8 segundo com uma corrente de 75A. Desprezando o calor irradiado pelo fio, determinar área da secção do mesmo. São dados: a) temperatura ambiente:  $21^\circ\text{C}$ ; b) temperatura de fusão do chumbo:  $327^\circ\text{C}$ ; c) resistividade do chumbo  $20 \Omega \cdot \text{cm}$ ; d) massa específica do chumbo:  $11 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$ ; e) calor específico do chumbo:  $0,032 \text{ cal} \times \text{g}^{-1} \times ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Resp.  $4,5 \text{ mm}^2$

- 141 - Mostrar que a lei das correntes derivadas  $R_1 I_1 = R_2 I_2$  corresponde a um efeito Joule mínimo num conjunto de dois resistores.

- 142 - A resistência de uma lâmpada de incandescência é  $100 \Omega$  a  $0^\circ\text{C}$  e, quando ligada, o filamento atinge  $2250^\circ\text{C}$ . Determinar a intensidade da corrente que alimenta a lâmpada sabendo-se que ela consome 300 watt e que a resistividade do filamento varia linearmente com a temperatura segundo a lei

$$R = R_0 (1 + t/250)$$

Resp. 0,547A

- 145 - Num vaso calorimétrico de cobre, cuja massa é 250 g vertem-se 10 litros de água destilada, e mergulha-se na massa líquida uma lâmpada de incandescência ligada a um circuito exterior. Lançando uma corrente de 5A através da lâmpada verifica-se que a temperatura da água passa de  $20^\circ\text{C}$  a  $30^\circ\text{C}$  em 15 minutos. Pede-se calcular: a) a potência da lâmpada; b) a diferença de potencial a que foi submetida a mesma. Supõe-se nula a troca de calor do vaso com o exterior e é dado o calor específico do cobre:  $0,095 \text{ cal} \times (\text{g} \times ^\circ\text{C})^{-1}$ .

Resp. a) 465,5 watt b) 93,1 volt

## CAPÍTULO VII

### GERADORES. RECEPTORES LEIS DE KIRCHOFF, POUILLET E OHM GENERALIZADA

- 144 - Uma pilha de força eletromotriz 1,5 volt e resistência interna  $8 \Omega$  é ligada a um circuito externo de resistência  $22 \Omega$ . Calcular a intensidade da corrente

originada e a diferença de potencial entre as extremidades do circuito externo.

Resp. 0,05A e 1,1 v

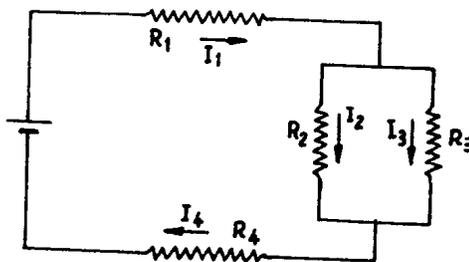
- 145 - Uma pilha tem f.e.m. 1,44v e resistência interna  $0,5 \Omega$ . Pede-se determinar a diferença de potencial entre os polos da mesma quando ligada a uma resistência externa de  $8,5 \Omega$  e a quantidade de calor dissipada nesta última em 1/4 hora.

Resp. 1,36v e 46,85 cal.

- 146 - A f.e.m. de um dínamo é 50 volt. Calcular a intensidade da corrente por ele fornecida a um circuito quando trabalha com 10 c.v.

Resp. 147A

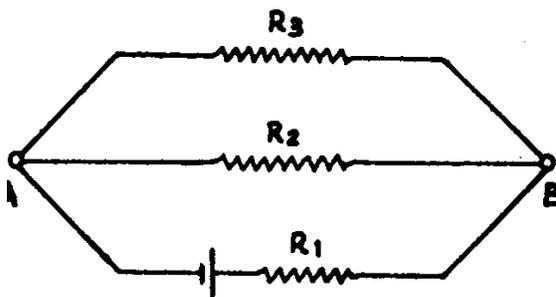
- 147 - No circuito esquematizado na figura ao lado determinar as intensidades da corrente e a potência consumida em cada um dos resistores indicados. A f.e.m. do gerador é 30 volt e as resistências valem  $R_1 = R_4 = 10 \Omega$  e  $R_2 = R_3 = 20 \Omega$ . É desprezível a resistência interna do gerador.



- 148 - A f.e.m. de uma bateria vale 15 volt. Ligando os seus polos por um fio de cobre, origina-se uma corrente de 1,5A e a diferença de potencial entre os polos torna-se 9 volt. Calcular a resistência do fio de cobre e a resistência interna da bateria.

Resp.  $6 \Omega$  e  $4 \Omega$

- 149 - Três fios são ligados em paralelo entre dois pontos A e B como mostra a figura. Num deles intercala-se uma pilha de f.e.m. 5 volt e resistência interna  $3 \Omega$ . As resistências dos fios valem  $R_1 = 0,5 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$  e  $R_3 = 6 \Omega$ . Determinar: a) a intensidade da corrente que atravessa a pilha; b) a intensidade da corrente que atravessaria a pilha se os três fios estivessem ligados em série.



Resp. a) 1A b) 0,435A

- 150 - Duas pilhas idênticas quando ligadas em série produzem num determinado fio uma corrente de 0,28A e quando ligadas em paralelo com o mesmo fio originam uma corrente de 0,2A. Determinar a relação entre a resistência do fio e a resistência interna de cada pilha.

- 151 - Montam-se em paralelo duas séries de 12 acumuladores idênticos tendo cada um uma força eletromotriz de 2 volt e resistência interna  $0,2 \Omega$ . Os terminais da bateria são unidos por um circuito externo que compreende em série um condutor de resistência  $4 \Omega$  e um amperímetro cuja resistência é  $3 \Omega$  shuntado por uma resistência "x". Calcular "x" sabendo-se que o amperímetro acusa 0,83A.

Resp.  $0,75\phi$

152 - Cem acumuladores possuindo cada uma f.e.m. de 2 volt e resistência interna  $0,1\phi$  são associados em série. A bateria assim constituída é ligada a um circuito de resistência  $90\phi$ . Determinar: a) a diferença de potencial entre os terminais da bateria; b) quanto tempo deve permanecer fechado o circuito para que a quantidade de calor desprendida no circuito externo seja de 43750 cal.

Resp. a) 180v b) 8 min. 28s

153 - Oito pilhas idênticos de resistência interna  $0,4\phi$  e f.e.m. 1,8 volt são associadas em paralelo e ligadas a um circuito externo de  $1,5\phi$ . Determinar a intensidade da corrente que percorre o circuito.

Resp. 1,16A

154 - Uma bateria é constituída de 48 pilhas de f.e.m. 2v e resistência interna  $2\phi$ , cada uma, distribuídas em séries de 12 ligadas em paralelo. Esta bateria é ligada a um circuito externo que compreende 4 fios condutores de resistência 10, 20, 30 e  $14,5\phi$ . Destes, os três primeiros estão dispostos em paralelo e o conjunto em série com o quarto. Determinar: a) a intensidade da corrente que atravessa a resistência de  $14,5\phi$ ; b) a potência total dissipada nos fios em paralelo.

Resp. a) 0,92A b) 4,61W

155 - No circuito externo de um gerador de f.e.m. 3,16v intercala-se um galvanômetro de resistência  $35\phi$ . Sabe-se que as resistências do circuito e do gerador (excluído o galvanômetro) somam  $45\phi$ . Pede-se: a) a intensidade da corrente no circuito; b) intercalando entre os terminais do galvanômetro um shunt de  $2,5\phi$ , qual a intensidade da corrente que atravessa o galvanômetro; c) a quantidade de calor desprendida durante 1s no galvanômetro, no caso do item b.

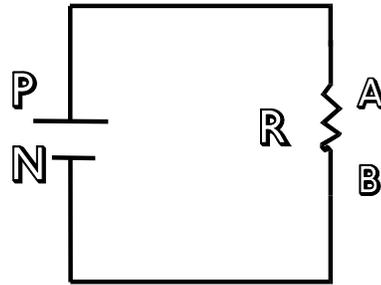
Resp. a) 0,0395A b) 0,0044A c) 0,00016 cal

156 - No circuito de uma pilha de 3 elementos associados em série, cada um dos quais possui uma resistência interna de  $0,5\phi$  intercala-se um galvanômetro de resistência  $0,5\phi$  e observa-se que esse último acusa uma corrente de 1,5A. Ligando em paralelo com o galvanômetro um fio de resistência R constata-se que o galvanômetro passa a acusar apenas uma corrente de 0,6A. Desprezando as resistências dos fios de ligação, calcular a f.e.m. de um elemento de pilha e o valor de R.

Resp. 1v e 0,25

157 - Um circuito elétrico compreende um gerador de f.e.m.  $E = 50$  volt e resistência interna  $R = 2\phi$ . Entre os seus terminais liga-se uma resistência externa x. Pede-se: a) calcular x para que a potência dissipada nesta resistência seja máxima; b) qual é a intensidade da corrente.

158 - Uma pilha de f.e.m. 2 volt e resistência desconhecida está intercalada num circuito condutor PABN. A resistência dos fios de ligação PA e BN é de  $4 \Omega$ . Sabendo-se que a diferença do potencial entre as extremidades da resistência R é igual a 1,5 volt e que a potência absorvida por esta resistência é de 0,15 watt, pede-se:



a) a intensidade da corrente que circula no circuito; b) a resistência R de AB; c) a resistência da pilha; d) a diferença de potencial entre os terminais da pilha  $V_P - V_N$ ; e) qual seria a carga que tomaria um condensador de capacidade igual a  $10^{-6}$  F intercalado entre os pólos da pilha.

Resp.      a) 0,1 ampère              b) 15 ohm              c) 1 ohm  
               d) 1,9 volt                    e)  $2 \times 10^{-6}$  coulomb

159 - Para determinar a resistência de um fio intercala-se o mesmo no circuito externo de uma bateria de 5 elementos Bunsen em série, e anota-se a intensidade de corrente. Numa segunda experiência observa-se que duplicando o comprimento do referido fio a intensidade da corrente diminui de 0,2A em relação à primeira. Pede-se a resistência do fio, na primeira experiência, sabendo-se que a f.e.m. de um elemento Bunsen é 1,8v, a sua resistência interna vale  $0,24 \Omega$  e a resistência dos demais fios de ligação vale  $2,8 \Omega$ .

Resp.       $16 \Omega$  ou  $1/2 \Omega$

160 - Cinco pilhas idênticas quando associadas em série fornecem a um circuito externo de resistência igual a  $2 \Omega$  uma corrente de intensidade 2A. As mesmas pilhas associadas em paralelo fornecem ao mesmo circuito externo uma corrente de 0,72A. Determinar a f.e.m. e a resistência interna de cada pilha.

Resp.      1,48v;  $0,344 \Omega$

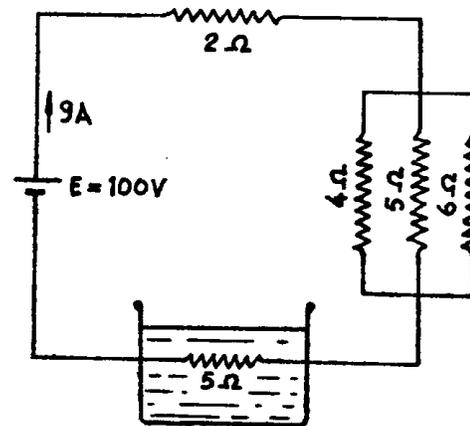
161 - Uma pilha de f.e.m. e resistência interna desconhecidas é ligada a um circuito cuja resistência é de  $50 \Omega$ . Um voltímetro ligado em paralelo com a pilha entre os seus terminais, assinala então uma diferença de potencial de 1,2 volt. Interrompendo o circuito o mesmo voltímetro passa a acusar uma diferença de potencial de 1,5 volt. Determinar a f.e.m. e a resistência interna da pilha.

Resp.      1,5v;  $12,5 \Omega$

162 - Um circuito elétrico é constituído de pilhas associadas em série e um número n de lâmpadas postas em paralelo entre 2 pontos A e B do circuito. Cada pilha possui uma f.e.m. de 1,861V e resistência na  $0,005 \Omega$ . A diferença de potencial entre A e B é 110 volt. Pede-se determinar: a) o valor de n para que lâmpada seja percorrida por uma corrente de 0,5A; potência total absorvida pelas lâmpadas.

Resp.      a)  $n = 11$               b) 605 watt

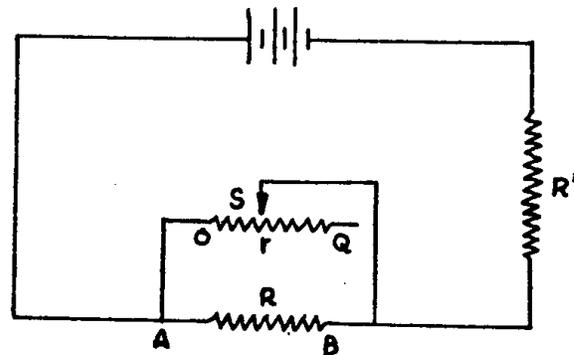
163 - Uma caixa com 250 litros de água é aquecida mediante uma resistência de  $5 \Omega$ . A corrente elétrica é contínua e se estabelece no circuito representado. Pedem-se: 1° a intensidade da corrente em cada um dos ramos do circuito paralelo envolvido; 2° a queda de tensão no circuito externo e a tensão a que está submetido o resistor aquecedor da água; 3° estando a água inicialmente a  $18^\circ\text{C}$ , calcular sua temperatura após 30 segundos.



Resp. 1°) 3,65A; 2,92A; 2,43A  
3°)  $18,0116^\circ\text{C}$

2°) 77,6V; 45V

164 - No circuito esquematizado à figura seguinte estão montados: um gerador de corrente contínua de f.e.m. igual a 600V e resistência interna desprezível; dois resistores de resistência  $R = 2000 \Omega$  e  $R' = 1000 \Omega$  e um resistor de resistência variável que, mediante deslocamento de um cursor S, pode assumir valores compreendidos entre zero (cursor em O) e  $R'$  (cursor em Q). Determinar: 1 - Para qual das posições limites do cursor S (O ou Q) tem-se a maior diferença de potencial aplicada entre A e B.



Calcular essa diferença de potencial. 2 - Colocado o cursor na posição limite encontrada em 1- determinar: a) qual a intensidade da corrente que atravessa  $R'$ ; b) qual seria a carga de dois condensadores ligados entre si em série, sendo um de 60 microfarad e outro de 40 microfarad, se fossem ligados aos terminais A e B por suas extremidades livres. As resistências dos fios de ligação devem ser consideradas desprezíveis.

Resp. 1) Em Q; 300v      2a) 0,45A      2b)  $3 \times 10^{-2} \text{ C}$

165 - Uma bomba de poço eleva 120 litros de água por minuto a uma altura de 6 metros. Ela é acionada por um motor elétrico entre cujos terminais se mantém uma tensão constante de 220 volt e que é percorrido por uma corrente de 1 ampère. Admitindo que seja  $g = 9,8 \text{ m} \times \text{s}^{-2}$  e que 1 litro de água tenha massa 1 kg, pede-se:

1°) determinar a potência útil da bomba; 2°) supondo que o rendimento na transmissão do motor para a bomba seja 0,8, calcular, em C.V. a potência do motor; 3°) a f.c.e.m. e a resistência interna do motor; 4°) a quantidade de calor despreendida em 2 minutos no enrolamento do motor quando ele é impedido de girar.

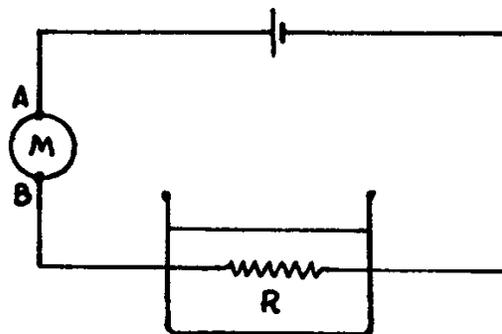
Resp. 1°)  $12 \text{ kgm} \times \text{s}^{-1}$ ; 2°) 0,2 C.V.; 3°) 147 volt e  $73 \Omega$   
4°) 18852 cal

166 - Ligando-se num determinado circuito um galvanômetro de resistência desprezível associado com um shunt cujo fator de multiplicação é 10 constata-se um desvio do ponteiro de 60. Ligando o mesmo galvanômetro sem shunt num circuito constituído por um elemento Daniell de resistência  $10 \Omega$  e uma caixa de resistência, é necessário introduzir no circuito por meio desta uma

resistência de  $560 \Omega$  para reconduzir o ponteiro aos  $60^\circ$ . Calcular a intensidade da corrente no primeiro circuito sabendo-se que a f.e.m. de um elemento Daniell é  $1,08V$ .

Resp.  $0,0189A$

- 167 - Um circuito elétrico compreende em série um gerado de f.e.m.  $E = 42$  volt e resistência interna  $R_i = 4 \Omega$ , um resistor de resistência  $R = 4,18 \Omega$  mergulhado num calorímetro e um motor. Constata-se então que: a) impedindo a rotação do motor, desprendem-se no calorímetro  $Q = 540$  cal por minuto; b) quando o motor funciona a quantidade de calor desprendida no calorímetro é  $Q' = 15$  cal por minuto. Determinar:



1° a intensidade da corrente que atravessa o circuito em cada um dos casos. 2° a resistência interna do motor; 3° a sua força contra eletromotriz; 4° a diferença de potencial entre os seus terminais no caso b.

- 168 - Uma queda d'água de  $100$  m de altura e cuja vazão é de  $30 \text{ m}^3$  por minuto, aciona um dínamo de corrente contínua com um rendimento de  $80\%$ . Este dínamo alimenta um circuito elétrico no qual se encontra intercalado um fio enrolado em espiral e que mergulha num calorímetro. Uma corrente de água de vazão constante circula através desse calorímetro entrando a  $0^\circ C$  e saindo a  $100^\circ C$ . A resistência interna do dínamo é  $1/9$  da resistência da espiral sendo desprezível as resistências dos demais fios de ligação. Calcular a vazão da corrente líquida no calorímetro. Admitir que a massa específica da água é  $1 \text{ g cm}^{-3}$  e  $g = 10 \text{ m x s}^{-2}$ .

Resp.  $861,2 \text{ cm}^3 \text{ x s}^{-1}$

- 169 - Um circuito elétrico é constituído por um gerador de f.e.m.  $100$  volt e resistência interna  $2 \Omega$ , uma resistência de  $10 \Omega$ , um voltímetro de  $\text{CuSO}_4$  com eletrodos de cobre cuja resistência é  $2 \Omega$  e um motor de resistência interna  $1 \Omega$ . A intensidade da corrente sendo  $5A$  calcular: a) a f.c.e.m. do motor; b) a diferença de potencial entre os terminais do gerador, da resistência, do voltímetro e do motor.

Resp. 1)  $25$  volt 2)  $90$  volt,  $50$  volt  $10$  volt e  $30$  volt

- 170 - Duas pilhas de mesma resistência interna  $1 \Omega$  e de forças eletromotrizes diferentes são ligadas em série num circuito cuja resistência é  $4 \Omega$ . Verifica-se então que a intensidade da corrente no circuito é  $0,5A$ . Ligando as pilhas em oposição o mesmo circuito passa a ser percorrido por uma corrente de  $0,1A$ . Determinar: a) a f.e.m. de cada pilha; b) a diferença de potencial entre os terminais de cada pilha quando ligadas em oposição.

Resp. a)  $1,8v$  e  $1,2v$  b)  $1,7v$  e  $1,3v$

- 171 - Um circuito elétrico é constituído por duas pilhas idênticas associadas em série. A f.e.m. de cada pilha é  $1,4$  volt, a sua resistência interna desconhecida e a resistência externa do circuito  $10\Omega$ . Liga-se então no circuito, em série com as duas primeiras, uma terceira pilha de f.e.m. desconhecida e resistência interna  $5 \Omega$  e constata-se que a intensidade da corrente que percorre o circuito é a mesma que a primitiva. Ligando entretanto essa terceira pilha em oposição com as duas primeiras a intensidade da

corrente é reduzida à metade da primitiva. Calcular: a) a resistência interna de cada uma das duas primeiras pilhas; b) a intensidade da corrente que percorre o circuito primitivo; c) a força eletromotriz da terceira pilha.

Resp. a)  $2,51\Omega$  b)  $0,186A$  c)  $0,93V$

172 - Um gerador de corrente contínua de f.e.m. constante e igual a  $110V$  e resistência  $1\Omega$  fornece corrente a um circuito que compreende, em série, um motor de resistência  $1\Omega$  e uma resistência de  $9\Omega$  mergulhada num vaso contendo  $1,28\text{ kg}$  de água à temperatura de  $20^\circ C$ . Impedindo-se o motor de girar por um meio artificial qualquer, determinar em quanto tempo ferverá a água no vaso.

Resp.  $7\text{ min. } 55,58s$

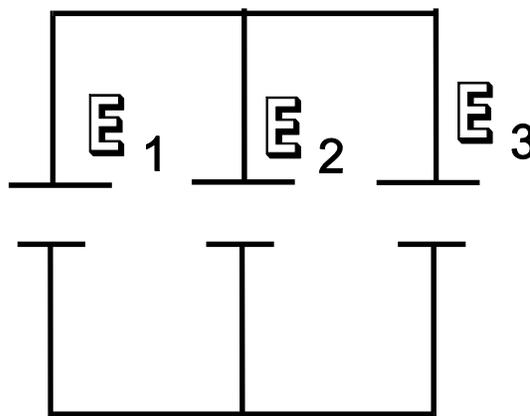
173 - No circuito de um gerador cuja f.e.m. é  $100\text{ volt}$  intercala-se um fio de resistência  $20\Omega$  mergulhado num calorímetro e um motor. Constata-se então que quando o rotor do motor não gira despreendem-se no calorímetro  $4000\text{ cal}$  por minuto. A força contra eletromotriz do motor é  $61,4\text{ volt}$ . Determinar: a) a resistência interna do motor; b) a quantidade de calor libertado no calorímetro por minuto quando gira o rotor; c) a diferença de potencial entre os terminais do motor no caso do item b).

Resp. a)  $6,8\Omega$  b)  $600\text{ cal}$  c)  $71,2V$

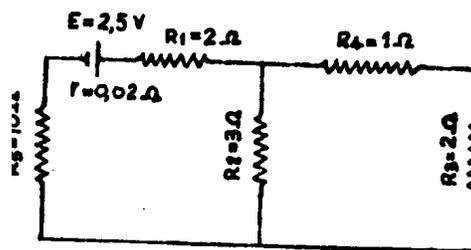
174 - Dispõe-se de  $n$  pilhas idênticas de f.e.m.  $E$  e resistência interna  $r$ . Estas pilhas são distribuídas em grupos de  $x$  em série, e estas séries são ligadas em paralelo. Pede-se: a) determinar o valor de  $x$  para que ligada a bateria assim obtida a um circuito de resistência externa  $R$ , a intensidade da corrente no circuito seja máxima; b) mostrar que no caso do item anterior a resistência interna da bateria é igual a resistência externa do circuito.

$$\text{Resp. } x = \sqrt{\frac{R}{r}} \times n$$

175 - Três pilhas cujas f.e.m. e resistências internas são respectivamente  $E_1 = 100\text{ volt}$ ,  $E_2 = 90\text{ volt}$  e  $E_3 = 80\text{ volt}$  e  $R_1 = 0,5\Omega$ ,  $R_2 = 0,2\Omega$  e  $R_3 = 1\Omega$  são ligadas por fios de resistência desprezível segundo o esquema indicado na figura. Pede-se determinar as intensidades das correntes nos diferentes trechos do circuito: a) no caso do esquema indicado; b) na hipótese de se substituir a pilha  $E_3$  por um fio  $R = 1\Omega$ .



176 - No circuito esquematizado calcular: 1º a intensidade da corrente em  $R_2$ ; 2º) a diferença de potencial entre os terminais de  $R_5$ ; 3º) a potência total fornecida pela pilha; 4º) a diferença de potencial entre os terminais da pilha.



Resp. 1°) 0,092A 2°) 1,85V 3°) 0,4625W 4°) 2,4963V

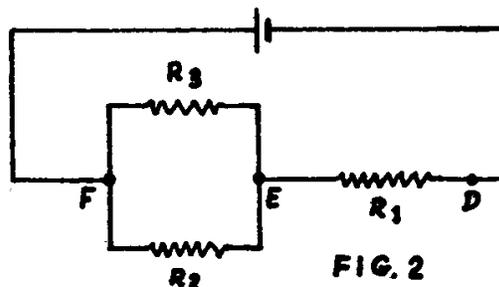
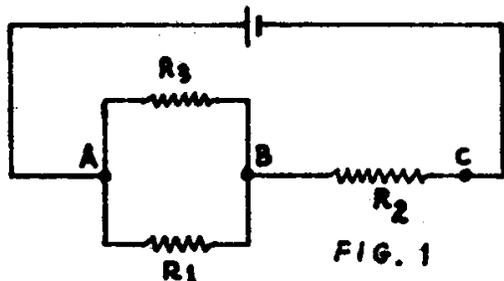
177 - Dois pontos A e B estão ligados por três condutores, como mostra a figura. Num deles é intercalada uma pilha de f.e.m. 1,751 volt, e num segundo uma pilha idêntica. A resistência total do 1° condutor incluída a da pilha é  $3 \Omega$  e a do 2° é  $5 \Omega$  (inclusive a resistência da pilha). A resistência do 3° fio é  $11 \Omega$ . Determinar as intensidades das correntes que circulam nos três condutores.

Resp. 0,085A; 0,051A e 0,136A

178 - Um fio condutor de secção constante e homogêneo cuja resistência é  $900 \Omega$  é dividido em três partes cujos comprimentos  $l_1$ ,  $l_2$  e  $l_3$  estão entre si como 1,3 e 5. Ligam-se esses três fios em paralelo entre dois pontos e no fio de comprimento  $l_1$  intercala-se uma pilha de f.e.m. 1,08 volt e resistência interna desprezível. Calcular as intensidades das correntes que circulam nos três fios.

Resp.  $3,75 \times 10^{-3} \text{ A}$ ;  $2,35 \times 10^{-3} \text{ A}$  e  $1,40 \times 10^{-3} \text{ A}$

179 - Em uma primeira experiência são ligadas três resistências  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  e uma bateria de f.e.m. igual a  $E$ , como indica a figura 1.



Numa 2ª experiência a ligação é feita conforme a figura 2. Sendo  $E = 40$  volt e  $R_3 = 100$  a calcular  $R_1$  e  $R_2$  sabendo-se que na 1ª ligação  $V_A - V_B = 20\text{v}$  e na 2ª ligação  $V_E - V_F = 10\text{V}$ . São desprezíveis a resistência interna da bateria e a dos fios de ligação.

Resp.  $R_1 = 100 \Omega$ ;  $R_2 = 50 \Omega$

180 - Um gerador possui uma f.e.m. de 20 volt e uma resistência interna de  $1 \Omega$ . Entre os seus terminais intercala-se em derivação três circuitos incluindo: o 1° uma resistência  $R_1 = 10 \Omega$ , o 2° uma resistência  $R_2 = 2 \Omega$  e o 3° um receptor de força contra eletromotriz 4 volt e resistência interna  $2 \Omega$ . Calcular a potência total consumida no receptor.

Resp. 33,92 watt

181 - No circuito representado esquematicamente na figura, determinar a diferença de potencial entre os pontos C e D sendo dados:

$$E = 10 \text{ volt}$$

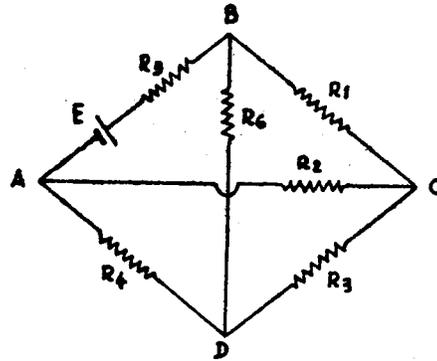
$$R_1 = R_3 = R_4 = 2 \Omega$$

$$R_2 = 1 \Omega$$

$$R_5 = 3 \Omega$$

$$R_6 = 4 \Omega$$

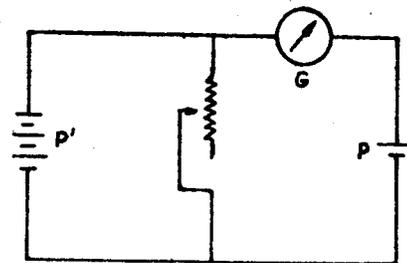
$$V_C - V_D = 0$$



182 - O circuito esquematizado na figura compreende: a) um elemento de pilha P de resistência interna desconhecida; b) um galvanômetro G; c) uma resistência variável R; d) uma associação de 4 elementos da pilha idênticos a P e ligados em oposições a P. Fazendo variar a resistência R verifica-se que quando  $R = 10,4 \Omega$  não passa corrente pelo galvanômetro. Determinar a resistência interna de P.

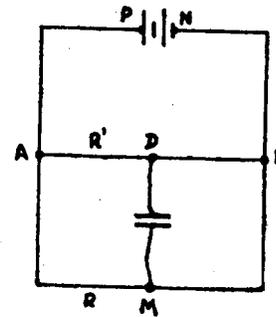
Resp.  $7,8 \Omega$

183 - No esquema figurado uma bateria de acumuladores de f.e.m.  $E = 20$  volt alimenta um circuito constituído por dois fios de resistências  $R = 20 \Omega$  e  $R' = 10 \Omega$ , ambos homogêneos e de secções constantes. As resistências dos fios de ligação PA e NB são desprezíveis.



Uma das armaduras de um condensador de capacidade  $C = 9 \mu\text{F}$  é ligada ao ponto M médio do fio de resistência R e a outra é ligada a um contato D deslizante sobre AB. Designando por x a relação entre as resistências das porções AD e DB pede-se: a) as intensidades das correntes em R e R';

b) estabelecer uma expressão que dê a carga do condensador em função de x. Aplicação numérica:  $x = 4/5$

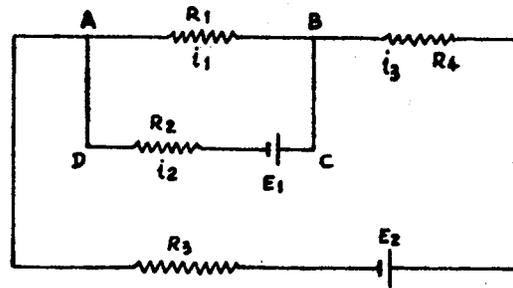


Resp. a) 1A e 2A      b)  $Q = \frac{CE}{2} \left( \frac{1-x}{1+x} \right)$        $Q = 10^{-5} \text{ C}$

184 - No circuito esquematizado são dados:

$R_1 = 100 \ \Omega$   
 $R_2 = 1000 \ \Omega$   
 $R_3 = 80 \ \Omega$   
 $R_4 = 40 \ \Omega$   
 $E_1 = 1,5\text{v}$   
 $E_2 = 5\text{v}$

Calcular  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$ .

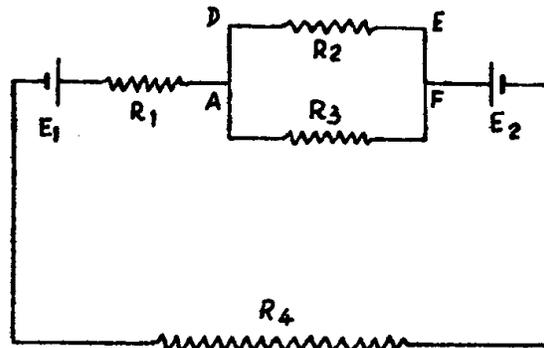


Resp.  $i_1 = 0,0253\text{A}$   $i_2 = 0,0013\text{A}$   $i_3 = 0,0266\text{A}$

185 - Um circuito elétrico compreende ligadas em série duas pilhas idênticas, um acumulador de f.e.m. 2 volt e resistência interna desprezível e um amperímetro de resistência  $9 \ \Omega$ . A intensidade da corrente assinalada pelo amperímetro no circuito considerado é  $0,56\text{A}$ , ao passo que ligando o acumulador em oposição o amperímetro passa a acusar uma corrente de apenas  $0,16\text{A}$  mas de mesmo sentido que a anterior. Estando o acumulador em oposição ligam-se os seus terminais por uma resistência de  $2 \ \Omega$ . Pede-se: a) calcular a intensidade da corrente nos diferentes trechos do circuito; b) determinar qual deve ser a resistência de um fio que substituindo o fio de  $2 \ \Omega$  faça com que o acumulador não seja atravessado por corrente alguma.

Resp. a)  $0,16$  e  $0,84\text{A}$  e  $1\text{A}$  b)  $12,5 \ \Omega$

186 - No circuito elétrico indicado, pedem-se: a) calcular a intensidade da corrente em DE; b) ligando entre A e F uma resistência de  $1,125 \ \Omega$  qual será o novo valor da corrente em DE; c) qual deveria ser o valor da resistência a ser ligada em paralelo com  $R_1$  para que a corrente em DE voltasse ao valor anterior. São dados:  $E_1 = 7,625\text{V}$ ,  $E_2 = 1,5\text{V}$ ;  $R_1 = 2 \ \Omega$ ,  $R_2 = 1,5 \ \Omega$ ,  $R_3 = 4,5 \ \Omega$  e  $R_4 = 3 \ \Omega$ .

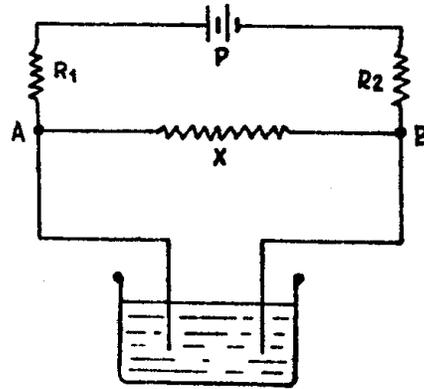


Resp. a)  $0,75\text{A}$  b)  $0,413\text{A}$  c)  $0,6 \ \Omega$

187 - Um amperímetro está ligado por condutores de resistência desprezível a uma pilha Danile de f.e.m.  $1\text{V}$  e resistência interna  $0,08 \ \Omega$ , indicando uma corrente de  $10\text{A}$ . Substitui-se essa pilha por um elemento de acumulador cuja f.e.m. é  $2\text{ volt}$  e resistência interna  $0,036 \ \Omega$ . Verifica-se então que para obter a mesma leitura no aparelho é preciso empregar um shunt. Calcular a resistência deste.

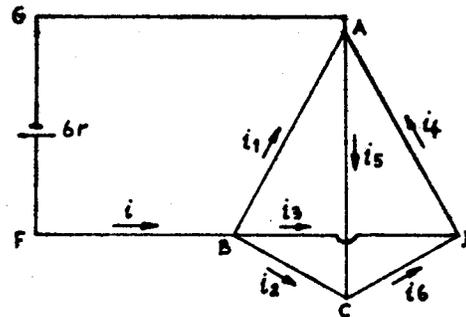
Resp.  $0,005 \ \Omega$

188 - Uma bateria P de f.e.m.  $E = 20 \text{ V}$  e resistência interna desprezível é ligada segundo o esquema a um voltímetro cuja f.c.e.m. de polarização é  $2 \text{ V}$  e cuja resistência é de  $8 \Omega$ . As resistências  $R_1$  e  $R_2$  valem  $5 \Omega$  cada. Calcular: a) a intensidade da corrente no circuito; b) a resistência  $X$  que se deve intercalar entre os pontos A e B para que a corrente no voltímetro seja nula.



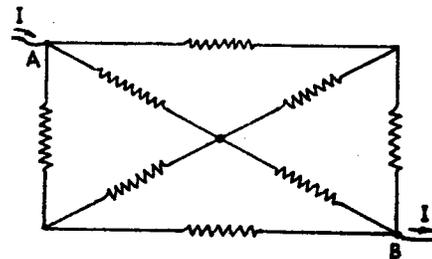
Resp. a)  $1 \text{ A}$  b)  $1,11 \Omega$

189 - Seis fios idênticos cada um dos quais possui uma resistência de  $2 \Omega$  são ligados entre si segundo as arestas de um tetraedro. Dois dos vértices desse tetraedro são ligados aos terminais de um gerador de f.e.m.  $6 \text{ V}$  e resistência interna desprezível. Determinar a intensidade da corrente que passa pela bateria.



190 - Um circuito é constituído por 4 resistências idênticas AB, BC, CD e DA iguais a  $R$  e dispostas segundo os 4 lados de um quadrado ABCD. Em derivação entre C e D liga-se um fio homogêneo CMD de resistência  $2R$ , sendo M o ponto médio de CD. Liga-se este circuito pelos pontos A e M aos polos de um gerador que lança no ponto A uma corrente de intensidade  $11 \text{ A}$ . Calcular as intensidades das correntes que circulam nos diferentes trechos do circuito e indicar o seu sentido.

191 - Dado o circuito representado esquematicamente na figura, determinar a sua resistência total entre A e B, sabendo-se que cada uma das resistências indicadas vale  $1 \Omega$ . A corrente entra em A e sai por B.



Resp.  $2/3 \Omega$

192 - Doze fios idênticos cada um com resistência  $3 \Omega$ , são ligados de modo a constituírem as arestas de um cubo. Entre dois vértices adjacentes aplica-se uma diferença de potencial de  $6 \text{ volt}$ . Calcular a intensidade total da corrente que se estabelece e a resistência do conjunto

Resp.  $24/7 \text{ A}$  e  $7/4 \Omega$

## CAPÍTULO VIII

## ELETRÓLISE

193 - Uma corrente de intensidade 10A atravessa um voltímetro contendo água acidulada por ácido sulfúrico. Calcular: a) o volume de gás desprendido no cátodo a 27°C e 700 mm de mercúrio em 15 min.; b) a resistência específica da solução, sabendo-se que a diferença de potencial aplicada é 10V e a f.c.e.m. do voltímetro 1,5V. Os eletrodos são planos de área 20 cm<sup>2</sup> cada um e separa-os por uma distância de 40 cm.

194 - Calcular a resistência de um fio colocado em paralelo com outro de resistência 120Ω, sabendo-se que o conjunto suporta uma diferença de potencial de 2 unidades CGS e é percorrido por uma corrente que em 1 hora deposita 10 g de cobre de uma solução de CuSO<sub>4</sub>. Massa atômica do cobre: 63,5.

Resp. 174,4 Ω

195 - Uma corrente de intensidade 5A atravessa um voltímetro contendo uma solução de HCl. Calcular o tempo necessário para se obter no cátodo 5,6 S de H<sub>2</sub> nas condições normais de temperatura e pressão.

Resp. 2h40 min 50s

196 - Calcular a intensidade de corrente necessária para depositar sobre uma medalha de superfície 10 cm<sup>2</sup>, em 40 minutos, uma camada de prata de espessura 0,05 mm. A massa atômica da prata é 108 e a sua massa específica 10,5 g x cm<sup>-3</sup>.

Resp. 0,19A

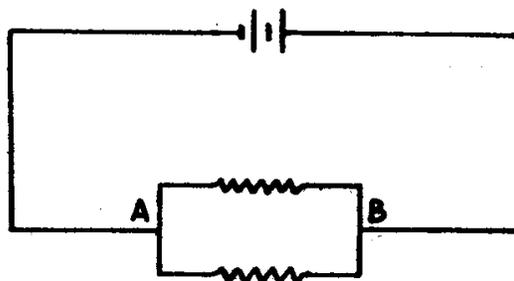
197 - Duas cubas eletrolíticas, uma contendo uma solução de CuSO<sub>4</sub> e a outra com solução de AgNO<sub>3</sub>, estão ligadas em série num mesmo circuito. Calcular a massa de prata depositada em 2 horas no cátodo da 2ª sabendo-se que em 15 min. se depositam na 1ª 2g de cobre. São dadas as massas atômicas Cu - 63,5; Ag - 108.

Resp. 54,4g

198 - Um circuito elétrico compreende uma pilha e um voltímetro contendo uma solução de AgNO<sub>3</sub>. Verifica-se que a corrente deposita 19,8 mg de prata por minuto. Se for intercalada no circuito uma resistência suplementar de 6,4 Ω, a corrente depositará apenas 6,6 mg de prata por minuto. Sendo 108 a massa atômica da prata, determinar a f.e.m. da pilha.

Resp. 0,94V

199 - No circuito representado ao lado, dos condutores em derivação entre A e B um tem resistência dupla da do outro e a intensidade da corrente no circuito principal é 0,24A. Calcular a massa de alumínio que seria depositada num voltímetro contendo uma solução de um sal deste metal, pela corrente que atravessa o fio de resistência menor, em uma hora. Massa atômica do alumínio: 27.



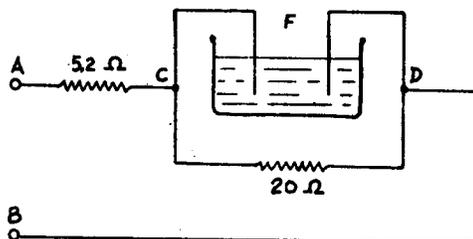
Resp. 0,053g

200 - No circuito de um gerador de f.e.m. 55 volt liga-se em série um reostato de resistência 20 Ω, um motor e uma cuba eletrolítica contendo uma solução de

$\text{CuSO}_4$  com eletrodos de cobre. Observa-se então que impedindo a rotação do motor, depositam-se sobre o cátodo 2,2g de cobre durante um certo tempo ao passo que funcionando o motor depositam-se apenas 1,1g de metal no mesmo tempo. Determinar a f.c.e.m. do motor e a sua potência. Desprezam-se as resistências do motor, do voltímetro e do gerador.

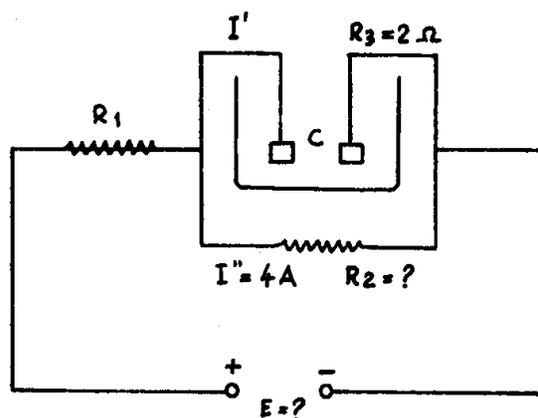
Resp. 27,5 volt e 37,81 watt

201 - É dado um trecho de circuito representado na figura. Entre A e B é aplicada uma diferença de potencial de 50V. O ramo CFD contém uma cuba eletrolítica com solução de  $\text{AgNO}_3$ , de resistência  $12 \phi$  e f.c.e.m. desprezível. Determinar a massa de prata depositada em 2. horas ( $\text{Ag} - 108$ ).



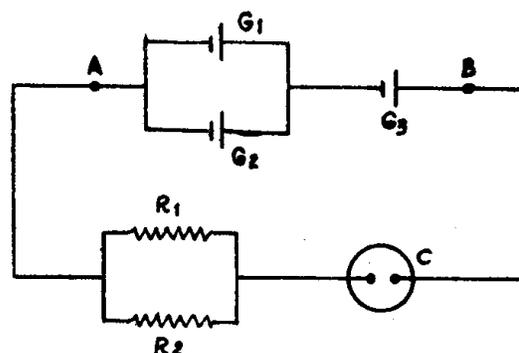
Resp. 19,5g

202 -  $R_1$  é uma resistência constituída de 50m de fio com secção de  $5 \text{ mm}^2$  e de resistência específica  $0,5 \phi \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ . C é uma cuba eletrolítica de nitrato de prata, pela qual está passando a corrente  $I'$ , constante, durante uma hora e 40 minutos; depositam-se nesse intervalo 6,708 g de prata; a resistência da cuba vale  $2 \phi$ . Pela resistência  $R_2$  passa 4 ampère. Determinar o valor de  $R_2$  e a f.e.m. da bateria E. (Equivalente eletroquímico da prata =  $0,001118 \text{ g} \times \text{coulomb}^{-1}$ ).



Resp.  $R_2 = 0,5 \phi$  e  $E = 27\text{V}$

203 - É dado um circuito representado esquematicamente na figura ao lado.  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_3$  são três geradores idênticos. A corrente por eles fornecida atravessa uma cuba eletrolítica C contendo  $\text{CuSO}_4$  e duas resistências  $R_1$  e  $R_2$  em paralelo. Constata-se que a massa de cobre depositada em 6 min. 26s sobre o cátodo de C é 0,636 g e que a quantidade de calor desprendida em  $R_1$  é 1,5 vezes maior que a desprendida em  $R_2$ . Os fios de conexão têm resistência desprezível.

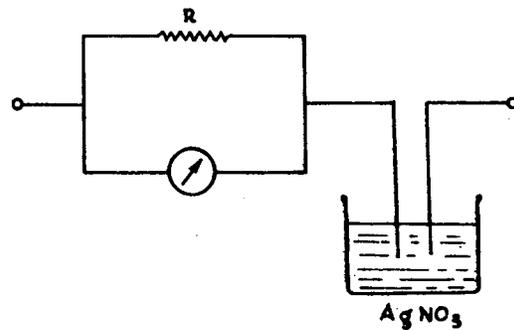


1º Calcular as intensidades das correntes na cuba C e em cada uma das resistências  $R_1$  e  $R_2$ .

2º Um voltímetro de grande resistência ligado entre os terminais A e B indica uma diferença de potencial de 6 volt. Abrindo o circuito constata-se que o voltímetro acusa 20 volt. Determinar a f.e.m. e a resistência de cada gerador ( $\text{Cu} - 63,6$ ).

Resp. 1°) 5A, 2A e 3A 2°) 10V e 1,86  $\phi$

204 - No circuito figurado, a quantidade de prata depositada no voltímetro ao cabo de 1 hora 20 minutos 27s é de 5,4g. Sabendo-se que  $R = 1 \phi$  e que a resistência do galvanômetro é de  $3\phi$ , pede-se a intensidade da corrente indicada pelo galvanômetro. Equivalente químico da prata 108. 1 Faraday = 96540 coulomb.



Resp. 1/4A

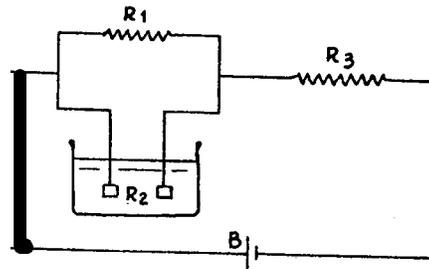
205 - Dispõe-se de 10 condensadores esféricos idênticos ligados em paralelo. Os raios das armaduras de cada condensador medem respectivamente 15 cm e 20 cm e a constante dielétrica do meio que separa as duas armaduras é 3 unidades CGS. A armadura externa da associação é ligada ao solo e a interna carregada a um potencial de 20 000 volt. Descarrega-se a bateria 1 000 vezes através de uma solução de  $AgNO_3$ . Determinar a massa de prata depositada sobre o cátodo. Peso atômico da prata: 107,8.

Resp.  $4,4 \times 10^{-5} g$

206 - Dispõe-se de 12 elementos de pilha cada um de f.e.m. 1,5 volt e resistência interna  $2 \phi$ . Associam-se essa 12 pilhas em 3 séries de 4 elementos e ligam-se essas 3 séries em paralelo. No circuito externo da associação intercala-se um voltímetro contendo água acidulada por ácido sulfúrico. A resistência desse voltímetro é  $2 \phi$  e a sua f.c.e.m. 1,5 volt. Determinar o volume de  $H_2$ , nas condições normais, desprendido no voltímetro, por hora.

Resp.  $402,9 cm^3$

207 - No circuito esquematizado ao lado B é uma bateria de f.e.m. 2 volt e resistência interna 0,8 ohm.  $R_2$  é a resistência de um voltímetro de prata e vale 5 ohm.  $R_1 = 15 ohm$  e  $R_3 = 3,2 ohm$ . Calcular a massa de prata depositada no cátodo do voltímetro em 1 hora ( $Ag - 108$ ).



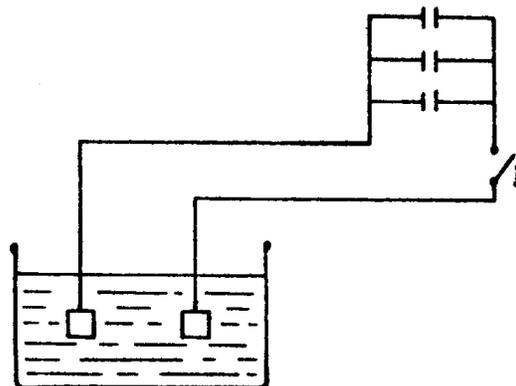
Resp. 0,75g

208 - Um circuito elétrico compreende em série: a) uma bateria de 2 acumuladores ligados em série; b) um resistor; c) Um amperímetro associado a um shunt; d) uma cuba eletrolítica contendo uma solução de  $AgNO_3$ . Fechando o circuito constata-se que após 30 min se depositam no cátodo 1,006 g de metal. A f.e.m. de cada acumulador é 2v, a resistência do amperímetro  $3\phi$  e o fator de multiplicação do shunt 1000. As demais resistências são desprezíveis. Pede-se: a) a intensidade da corrente no circuito; b) a intensidade da corrente que passa pelo amperímetro; c) a diferença de potencial entre os terminais do amperímetro; d) a resistência total do circuito. ( $Ag - 108,88$ ).

209 - Calcular o consumo de zinco e sulfato de cobre cristalizado ( $CUSO_4 \cdot 5H_2O$ ) por ampère-hora num elemento Daniell. São dadas as massas atômicas: H - 1; O -16; S-32; Cu-63,6 e Zn-65,4.

Resp. 1,213g e 4,63g

- 210 - Associam-se  $n$  condensadores idênticos de capacidade  $50\mu\text{F}$  em paralelo a uma cuba eletrolítica com uma solução de nitrato de prata. Com o interruptor I aberto, carregam-se todos os condensadores ao potencial comum de 10000 volt. Determinar o número  $n$  de condensadores necessários para que após o fechamento do interruptor I e descarga completa dos condensadores se tenha depositado no cátodo uma massa de 5,59 mg de prata. (Ag-107, 88).



Resp.  $n = 10$

- 211 - Entre os terminais de um gerador intercala-se um voltímetro contendo uma solução de um sal de cobre, cuja resistência é  $0,6\Omega$  e em paralelo com esse voltímetro um fio mergulhado num calorímetro. O fio tem 1 m de comprimento,  $0,2\text{ mm}^2$  de secção e a sua resistividade é  $1,5\Omega\text{cm}$ . Sabe-se que enquanto se depositam 0,5g de cobre no voltímetro se despreendem no calorímetro 45 calorias. Calcular quanto tempo permanece fechado o circuito. (Cu - 64,5).

Resp. 16h 22 min.10s

- 212 - Ligam-se em série entre os terminais de um gerador de f.e.m. 31,6 volt um voltímetro contendo água acidulada e uma cuba eletrolítica contendo uma solução de sulfato de cobre com eletrodos de cobre. No voltímetro recolhem-se em 1 minuto  $18\text{ cm}^3$  de gás detonante, medidos nas condições normais. A f.c.e.m. do voltímetro é 1,6v. 1° Determinar: a) a intensidade da corrente no circuito; b) o aumento de massa de massa em 1 hora no cátodo da cuba de  $\text{CuSO}_4$ . 2° Os eletrodos de cobre são substituídos por outros de platina de mesmas dimensões. Verifica-se então que agora são recolhidos por minuto apenas  $17,7\text{ cm}^3$  de gás no voltímetro. Calcular a f.c.e.m. da cuba de sulfato de cobre (Cu - 63,6).

Resp. 1°) a) 1,72A b) 2,04g 2°) 0,52v

- 213 - Um gerador de f.e.m.  $E$  e resistência interna  $r$  alimenta um circuito que compreende uma resistência  $r' = 11\Omega$  e um voltímetro de sulfato de cobre com eletrodos de cobre e resistência igual a  $3\Omega$ . Constata-se então que no fim de 1 h 23 min 20s a massa do cátodo aumenta de 0,4125g. 1° - Determinar a intensidade da corrente que percorre o circuito. 2° - Liga-se um paralelo com o 1° gerador um outro idêntico. Nestas condições o aumento de massa do cátodo no mesmo intervalo de tempo é 0,4400g. Determinar a f.e.m. do gerador (Cu - 63,6).

Resp. 1°) 0,25A 2°) 4V

- 214 - Um acumulador se descarrega em 3 horas com uma corrente de 42A. Pedese determinar: a) a capacidade do acumulador; b) com que intensidade de corrente pode ser carregado em 3,5 horas admitindo que o rendimento seja então de 90%; c) quanto tempo durará, a carga no caso de se diminuir, no caso do item b, a intensidade da corrente para 25A após 2,5 horas.

- 215 - Um acumulador fornece uma corrente de 4A durante 10 h a sua f.e.m. permanecendo constante e igual 2 volt. Pedese: a) a sua capacidade; b) o acumulador estando ligado a uma resistência externa, a diferença de potencial

entre os seus terminais é 1,95v e a corrente o circuito 4A; determinar a sua resistência interna; c) intensidade da corrente que o acumulador fornece em curto-circuito.

Resp. a) 40A x h b) 0,0125 $\phi$  c) 160A

216 - O polo de zinco de uma pilha de Leclanché tem massa 80g. Determinar a quantidade de eletricidade expressa em Ampère x hora que essa pilha pode fornecer. (Zn -65).

Resp. 66A x h

217 - Seis pilhas de Leclanché de f.e.m. 1,5V e resistência interna 0,5 $\phi$  são ligadas em 5 séries paralelas de 2 elementos cada uma e o conjunto ligado a um circuito externo de 1 $\phi$ . Determinar a massa de zinco consumida na pilha durante 1 hora de funcionamento (Zn-65).

Resp. 5,46g

218 - Carrega-se uma bateria de 20 acumuladores. No início a f.e.m. de cada elemento é 1,8V e no fim da carga 2,5v. Dispõe-se em série com a bateria, uma fonte de corrente contínua dando entre os seus terminais uma diferença de potencial V constante e uma resistência adicional R variável.

1° No início da carga R = 4  $\phi$  e a intensidade da corrente é 20A. Calcular V.

2° Efetua-se a carga sob intensidade constante igual a 20A. Calcular que valor deve ter a resistência R no fim da carga.

Resp. a) 116V b) 3,3 $\phi$

## ELETROMAGNETISMO

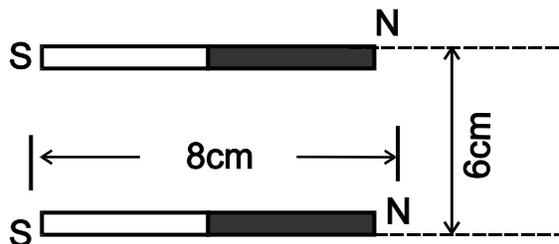
### CAPÍTULO IX

#### O CAMPO MAGNÉTICO DOS IMÃS E DAS CORRENTES

219 - Uma agulha magnética de 5cm de comprimento apresenta em cada um de seus polos uma "intensidade de polo" igual a 50 uem CGS, e encontra-se no vácuo. Determinar: a) a intensidade do campo magnético num ponto P situado a 3 cm do polo norte e a 4 cm do polo sul dessa agulha; b) a intensidade da força a que ficaria submetido um terceiro polo, de intensidade 10 uem CGS, se colocado em P; c) o potencial magnético em P devido apenas aos polos da agulha mencionada.

Resp. a) 6,3 oersted b) 63 dine c) 29,2 gilbert

220 - Dois imãs idênticos são dispostos no vácuo como mostra a figura. Cada um dos polos desses imãs tem uma intensidade igual a 60 uem CGS. Determinar a intensidade da força que atua sobre cada imã.



Resp. 156,8 dine

221 - Um ímã em forma de barra tem 25 cm de comprimento e uma intensidade de polo igual a 40 uem CGS. Calcular: a) o momento magnético desse ímã; b) o momento máximo do binário a que ficará submetido esse ímã num campo uniforme de intensidade 0,5 oersted.

Resp. a) 1 000 uem CGS M b) 500 d x cm

222 - Num campo magnético uniforme de intensidade 100 oersted é introduzido um imã em forma de barra de maneira tal que o seu eixo seja normal às linhas de força do campo. Para manter o imã nessa posição deve-se exercer sobre ele um binário cujo momento é  $40 \text{ g} \cdot \text{cm}$ . Qual é o momento magnético do imã?

Resp. 392 uem CGSM

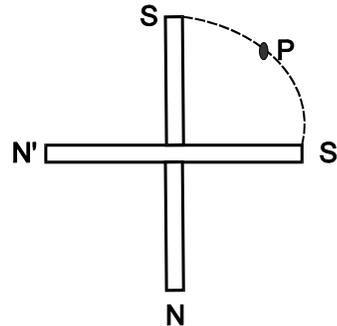
223 - Uma agulha imantada, retilínea, cujos polos distam entre si 12 cm, tem massa 1 g e encontra-se suspensa por um eixo horizontal que passa por um ponto da agulha situado a 4 cm do seu centro de gravidade. Num campo magnético uniforme, de intensidade 0,5 oersted, dirigido segundo um ângulo de  $60^\circ$  com o horizonte (no plano em que é móvel a agulha) o eixo da agulha permanece horizontal. O meio é o vácuo e  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Qual é a intensidade de cada um dos polos dessa agulha?

Resp. 754,3 uem CGS

224 - Uma agulha magnética, de inclinação, disposta segundo o plano meridiano magnético num dado lugar, orienta-se de modo que o seu eixo forma um ângulo de  $60^\circ$  com o horizonte. A intensidade da componente horizontal do campo magnético terrestre é, nesse lugar, igual a 0,2 oersted. Para torná-la horizontal é necessário acrescentar a essa agulha, a 5 cm do seu centro de gravidade, uma sobrecarga de 0,01 g. Sendo  $g = 980 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$ , determinar o momento magnético da agulha.

Resp. 142 uem CGSM

225 - Dois imãs NS e N'S', idênticos, de mesmo momento magnético M e comprimento L são ligados rigidamente em ângulo reto pelo seu ponto médio comum O. Calcular em função de M e L a intensidade do campo magnético P médio de SS'.



Resp. 
$$H = \frac{1}{\mu} \frac{64\sqrt{5}}{25L^3} M$$

226 - Uma corrente elétrica de intensidade constante é igual a 20A percorre:  
a) um fio retilíneo indefinido; b) uma espira circular de 8 cm de diâmetro;  
c) uma bobina chata constituída por 20 espiras de 8 cm de diâmetro;  
d) um solenóide de 50 cm de comprimento constituído por 1 000 espiras.  
Determinar a intensidade do campo magnético, no vácuo, num ponto situado:  
a) a 5 cm do fio retilíneo  
b) no centro da espira circular  
c) no centro da bobina  
d) num ponto situado no interior do solenóide. sobre o seu eixo.

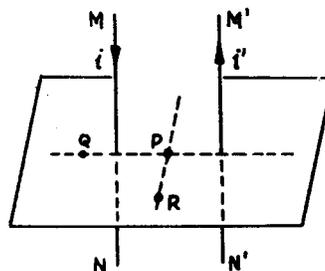
Resp. a) 0,8 oersted b)  $\square$  oersted  
c)  $20\square$  oersted d)  $160\square$  oersted

227 - Um solenóide cuja resistência ôhmica é 2 ohm apresenta 10 espiras por centímetro de comprimento A área da superfície delimitada por uma dessas espiras é  $25 \text{ cm}^2$ . Entre os terminais do solenóide é aplicada uma tensão constante em virtude da qual o fluxo de indução que atravessa uma espira do solenóide (na região axial) é de 28,4 maxwell. O meio é o vácuo. Calcular: a)

a) a intensidade da corrente no solenóide; b) a tensão aplicada ao solenóide; c) o módulo do vetor indução num ponto do eixo do solenóide.

Resp. a) 0,09 ampère b) 0,18 volt c) 1,136 gauss

228 - Na figura ao lado estão representados dois fios MN e M'N', ambos retilíneos e indefinidos, paralelos entre si e situados a 20 cm um do outro, no vácuo. As intensidades das correntes que fluem em MN e M'N' são respectivamente  $i = 40\text{A}$  e  $i' = 60\text{A}$ . Determinar:



- 1) A intensidade do campo magnético devido a essas correntes a) no ponto P, situado no plano dos dois fios à meia distância entre ambos; b) no ponto Q, situado no plano dos dois fios, a 5 cm de MN, conforme a figura; c) no ponto R, situado a 20 cm de cada um dos dois fios.
- 2) A intensidade da força, de origem eletromagnética, a que se encontra submetido um trecho, de 50 cm de comprimento, de um desses fios.

Resp. 1) a) 2 oersted b) 1,12 oersted c) 0,54 oersted  
2) 120 dine

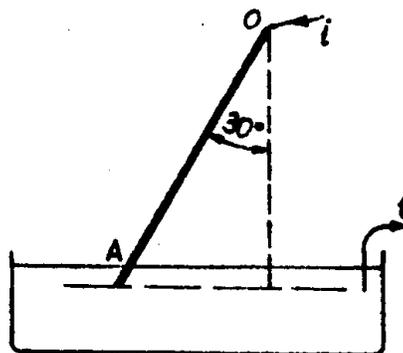
229 - A bobina de uma "bússola das tangentes" é constituída por 20 espiras de 10 cm de raio e encontra-se disposta de modo que o seu eixo é normal ao plano meridiano magnético no lugar da experiência. A intensidade da componente horizontal do campo magnético terrestre nesse lugar é 0,2 oersted. Calcular o ângulo de que se desvia a agulha, de sua posição primitiva de equilíbrio, quando se lança na bobina uma corrente de 0,1 A.

Resp. 57,9°

230 - No centro de uma espira circular de 50 cm de raio, situada no plano meridiano magnético de um dado lugar, suspende-se uma pequena agulha imantada, horizontal, móvel em torno de um eixo vertical que passa pelo seu centro de gravidade. No lugar em questão a componente horizontal do campo terrestre tem intensidade 0,2 oersted. Lança-se uma corrente na espira e, em consequência, a agulha se desvia. Invertendo o sentido da corrente, mas conservando a sua intensidade, observa-se que a agulha gira de um ângulo igual a 90°. Qual é a intensidade da corrente na espira?

Resp. 9,55 ampère

231 - Um fio condutor retilíneo OA é móvel livremente em torno do ponto O mantendo-se a sua extremidade A constantemente imersa num banho de mercúrio. O fio é disposto num campo magnético uniforme, horizontal, de intensidade igual a 500 oersted. Observa-se então que o fio se desvia da vertical de um ângulo igual a 30°. O comprimento útil do fio é 40 cm e a sua massa é 50g. Calcular a intensidade da corrente no fio. Assumir  $g = 980 \text{ cm} \times \text{s}^{-2}$ .



232 - Um circuito elétrico é constituído por uma bateria de 5 pilhas, cada uma das quais tem f.e.m. igual a 1,08 volt e resistência interna igual a 2,72 ohm, ligadas em série com um interruptor I, um amperímetro de resistência desprezível, um resistor de resistência 5348 ohm e uma bobina de 25 cm de comprimento. Esta bobina, cuja secção tem área 7,065 cm<sup>2</sup>, é constituída por 200 espiras circulares de um fio de cobre. Fechado o interruptor, o amperímetro acusa 1 miliampere. a) Qual e a resistência da bobina? b) Qual é a intensidade do campo magnético no centro da bobina? c) Dispõe-se a bobina de modo que o seu eixo seja normal ao plano meridiano magnético no lugar da experiência e no seu interior suspende-se uma agulha de declinação. A intensidade da componente horizontal do campo magnético terrestre nesse lugar é 0,2 oersted. De que ângulo se desvia a agulha ao ser fechado o circuito? d) A resistividade do cobre é  $1,6 \times 10^{-8}$  ohm x m. Qual é o diâmetro do fio da bobina?

Resp. a) 38,4 ohm b) 0,01 oersted c)  $3^0$  d) 0,1 mm

233 - O "quadro" de um galvanômetro de quadro móvel é constituído por 100 espiras retangulares de 2 cm x 4 cm e encontra-se suspenso, por um fio, num campo magnético uniforme de intensidade 500 oersted. Esse fio é tal que exige um binário de momento 1 cm x dine para que desvie o quadro de 1 radiano. Numa certa experiência, lançada uma corrente no galvanômetro, operando pelo método de Poggendorff, observa-se uma deflexão de 25 cm, do feixe refletido, sobre uma escala situada a 50 cm do quadro. Qual é a intensidade da corrente lançada no galvanômetro?

Resp.  $5,92 \times 10^{-6}$  A

234 - Num eletroimã, no qual a indução é de 15 000 gauss, a área total da superfície de contato dos polos com a armadura é 15 cm<sup>2</sup>. Qual é a intensidade da força portante desse eletroimã?

Resp. 450 kgf (aprox.)

235 - Um eletroimã empregado num guindaste apresenta uma superfície útil de área 4 dm<sup>2</sup>. o enrolamento, que pode ser assimilado como um solenóide, recebe 100 ampère-giro por centímetro de comprimento. Admitindo que a permeabilidade magnética do núcleo seja 100 gauss/ oersted, determinar a intensidade da força portante desse eletroimã.

Resp. 2 560 kgf