PHYS-F-104 - Electricité
Correction séance 18 - Courant continu et circuits

1 Exercices

1.1 Courant continu

19.3) La quantité de charge traversant l'élément de surface pendant les $1000\,s$ est $6,022 \times 10^{23} \times 1,602 \times 10^{-19} C$. On divise alors par $1000\,s$ pour avoir l'intensité $I = 6,022 \times 10^{23} \times 1,602 \times 10^{-19} \times 10^{-3}\,C/s = 96,47\,A$.

19.13) Des ampères multipliés par des secondes donne effectivement des Coulombs on a donc $Q = 10 \times 3600 = 36\,000\,C$

19.76) L'efficacité se définie comme le rapport de la puissance délivrée P_{dlivre} sur la puissance reçue P_{reue}. La puissance délivrée correspond au produit de l'intensité avec la tension donc $P_{dlivre} = 5 \times 10^{-3} \times 0,45 = 2,25\,mW$. La puissance reçue par la pile solaire, sera le produit de sa surface par la puissance lumineuse par unité de surface qu'elle reçoit $P_{reue} = 0,5 \times 0,4 \times 100 \times 10^{-3} = 20\,mW$. L'efficacité est donc donnée par $Eff = 2,25/20 = 0,1$ (1 chiffre significatif).

19.78) La quantité de chaleur à fournir est donnée par $\Delta Q = C\Delta T\,m = 4,19 \times 10^3 \times 60 \times 10 = 2514 \times 10^3\,J$. La puissance nécessaire pour fournir cette énergie en 15 minutes est donc $P = \Delta Q/\Delta t = 2514 \times 10^3/900 = 2793W$. La puissance fournir par le chauffage est donnée par $P = RI^2$, on a alors $I = \sqrt{P/R} = \sqrt{2793/10} = 17\,A$.

1.2 Circuits

20.27) La charge d'un condensateur est donnée par la formule suivante

$$Q(t) = Q(1 - e^{-t/RC})\,.$$

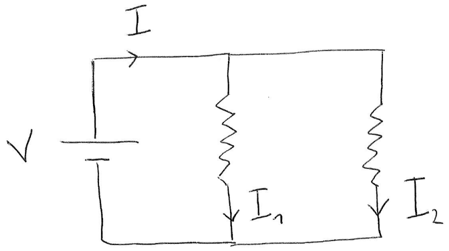
On a alors

$$e^{-t/RC} = 1 - \frac{Q(t)}{Q} \;\Rightarrow\; t = -RCln\left(1 - \frac{Q(t)}{Q}\right).$$

Comme le condensateur a atteint 63% de sa charge, le rapport $Q(t)/Q$ vaut donc bien $0,63$ on a donc apès substitution des valeurs numériques,

$$t = -5 \times 10^3 \times 800 \times 10^{-6} \times ln(0,37) = 3,9s\,.$$

20.32)



Les lois de Kirchoff du circuit pour I_1, I_2 et I(voir figure) s'écrivent,

$$V = I_1\,R_1 \quad (1)$$
$$I_1R_1 = I_2R_2 \quad (2)$$
$$I = I_1 + I_2 \quad (3)$$

A partir de la deuxième équation on obtient,

$$I_1 = I_2\frac{R_2}{R_1} = (I - I_1)\frac{R_2}{R_1}$$

où dans le membre de droite on a substitué I_2 à partir de la troisième équation. En réarrangeant les termes on obtient successivement,

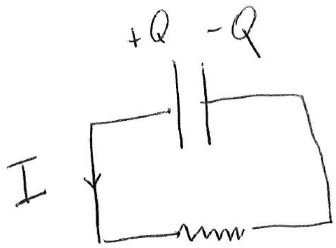
$$I_1\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = I\frac{R_2}{R_1} \;\Rightarrow\; I_1 = I\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

I_2 est obtenu de façon analogue.

20.34) Soit i, l'intensité traversant le circuit. On applique la loi des mailles $N(\epsilon - i\,r) = i\,R$. On obtient alors

$$i = \frac{N\epsilon}{R + Nr}$$

20.45)



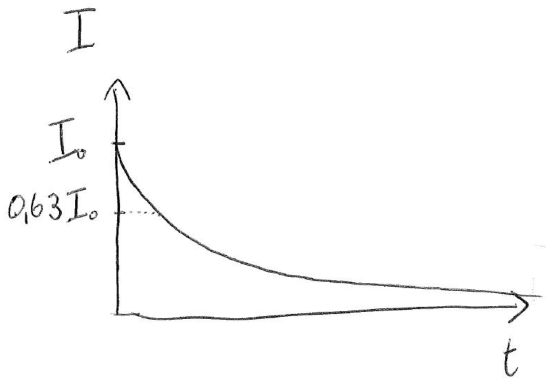
A l'instant initial $t = 0$ lorsque le condensateur est chargé on a $Q_0 = CV = 72\,\mu C$. La décharge d'un condensateur est donnée par $Q(t) = Q_0 e^{-t/RC}$. On peut alors trouver le courant en dérivant $Q(t)$ par rapport au temps,

$$I(t) = \frac{dQ}{dt} = -\frac{Q_0}{RC}e^{-t/RC}\,,\ \text{ et en } t = 0 \text{ on a } \quad I(0) = -\frac{Q_0}{RC} = -\frac{V}{R} = -0,12A$$

Le signe moins provient du fait que pendant la décharge le courant circule dans l'autre sens que pendant la charge.
L'évolution du courant est donnée par $I = I_0 e^{-t/RC}$, et le courant tombe à 37% de sa valeur lorsque $I/I_0 = 0,37$, donc,

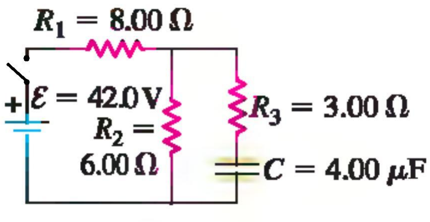
$$ln(I/I_0) = -t/RC \ \Rightarrow \ t = -RCln(I/I_0)$$

On trouve alors $t = 0,60ms$.



20.46) La charge est donnée par $Q(t) = Q_0 \times e^{-t/RC}$; on trouve alors $3,3nC$ car $t = 6,0ms = 10RC$.

26.72) (Benson)



a) Immédiatement après fermeture de l'interrupteur, la capacité est déchargée, on peut calculer les courants en sachant que la différence de potentiel aux bornes de la capacité est nulle. Pour calculer le courant I_1 passant dans R_1, on calcule la résistance équivalente du circuit $R_{eq} = R_1 + R_{23} = 10\Omega$ où R_{23} est la résistance équivallente de R_2 et R_3 en parallèle. On a alors $I_1 = \epsilon/R_{eq} = 4,2A$. Pour I_2 et I_3, la loi des mailles nous donne $I_1R_1 = I_2R_2$, de plus nous avons la loi des noeuds $I_1 = I_2 + I_3$. On a donc,

$$I_3 = \frac{R_2}{R_3}(I_1 - I_3) \Longrightarrow I_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_1 = 2,8A$$

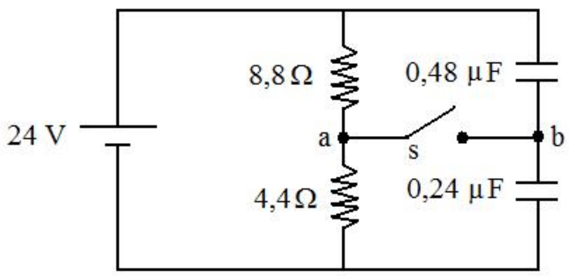
et de façon similaire

$$I_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I_1 = 1,4A\,.$$

b) Après un temps long, la capacité devient assimilable à un circuit ouvert et plus aucun courant ne circule dans R_3 donc $I_3 = 0$ et $I_2 = I_1$. Toujours en appliquant la loi des mailles on a $I_1 = \epsilon/(R_1 + R_2) = 3A$. On a par ailleurs que la tension aux bornes du condensateur est donnée par $V_c = Q/C$. Il ne reste alors plus qu'à appliquer la loi des mailles qui donne donc $\epsilon = I_1R_1 + V_c = I_1R_1 + Q/C$ et l'on a donc pour la charge,

$$Q = C(\epsilon - I_1R_1) = 72\mu C\,.$$

19.59)



Soit R_1 et C_1 la résistance et le condensateur du dessous, R_2 et C_2 la résistance et le condensateur du dessus, et E la force électromotrice fournie par le générateur.

a) Apres un temps long, les deux condensateurs sont complètement chargés et la totalité du courant I fourni par le générateur circule dans les deux résistances. Celui-ci est donc donné par $I = E/(R_1 + R_2) = 24/13,2 = 1,81A$. Le potentiel au point a est donc donné par $V_a = R_1 I = 8V$

b) Pour calculer le potentiel au point b, il nous faut connaître la charge accumulée après un temps long sur les bornes de chaque condensateur. Comme ceux-ci sont en série, cette charge est identique pour les deux, notons la Q. Calculons la capacité équivallente des deux condensateurs,

$$C_{eq} = (\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2})^{-1} = 0,16\mu F$$

La charge sera donc donnée par $Q = C_{eq}E = 3,84\mu C$. La tension au point b est donc calculée comme $V_b = Q/C_1 = 3,84 \times 10^{-6}/(0,24 \times 10^{-6}) = 16V$.

c) Lorsque l'intérrupteur est fermé, après un temps long il n'y a plus de courant circulant sur la branche verticale de droite, et l'on constate de plus que R_1 et C_1 sont maintenant en parallèle. On conclut donc que $V_a = V_b = 8V$.

d) Avant de fermer l'interrupteur, la charge contenue entre les deux condensateurs est nulle(toujous le cas pour deux condensateurs en série, en effet on a $+Q$ d'un côté et $-Q$ de l'autre). Par contre, une fois l'interrupteur fermé, les deux condensateurs ne sont plus en série et ils peuvent accumuler chacun une charge différente, ce qui signifie qu'un courant et donc une certaine quantité de charge ΔQ est passée par l'interrupteur S. Pour la déterminer il faut d'abord calculer quelle est la nouvelle charge accumulée par chacun des condensateurs. Pour le condensateur du dessous on a $Q_1 = C_1 V_a = 1,92\mu C$ et pour le condensateur du dessus $Q_2 = C_2(V - Va) = 7,68\mu C$ où l'on a utilisé le résultat du a) ainsi que la loi des mailles. La charge contenue entre les deux condensateurs est donc maintenant $\Delta Q = -Q_2 + Q_1 = -5,76\mu C$, on en conclu de plus qu'après fermeture de l'interrupteur, le courant au travers de celui-ci a circulé vers la gauche.