

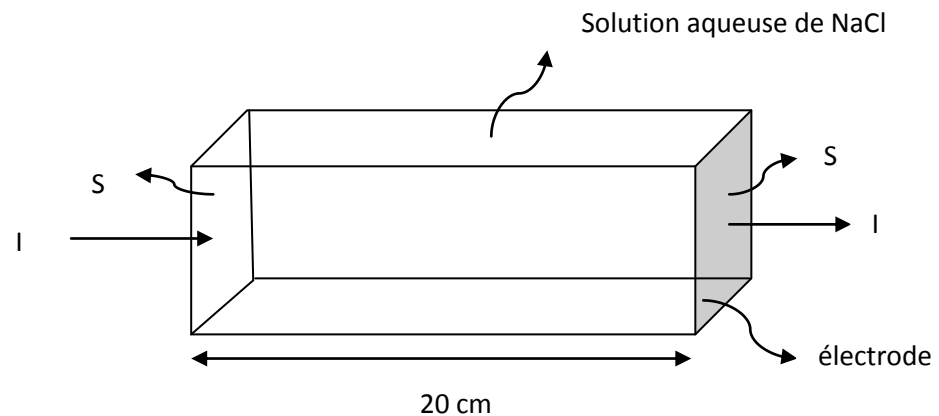
SERIE DE TD N° 7 SUR L'ELECTROCINETIQUE

Exercice 1: Vitesse des porteurs de charges :

On dissout une masse $m = 20$ g de chlorure de sodium NaCl dans un bac électrolytique de longueur $l = 20$ cm et de section $S = 10$ cm \times 10 cm rempli d'eau. La dissolution est totale. On fait passer un courant d'intensité $I = 100$ mA entre deux électrodes situées aux extrémités de la cuve.

Données : masses molaires : $M(\text{Cl}) = 35,5$ g.mol⁻¹ et $M(\text{Na}) = 23$ g.mol⁻¹ . Nombre d'Avogadro est $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹ ; charge élémentaire est $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Sachant que les vecteurs vitesse des ions chlorure et des ions sodium sont de sens opposés et dans le rapport 1,5, déterminer la vitesse de ces ions.



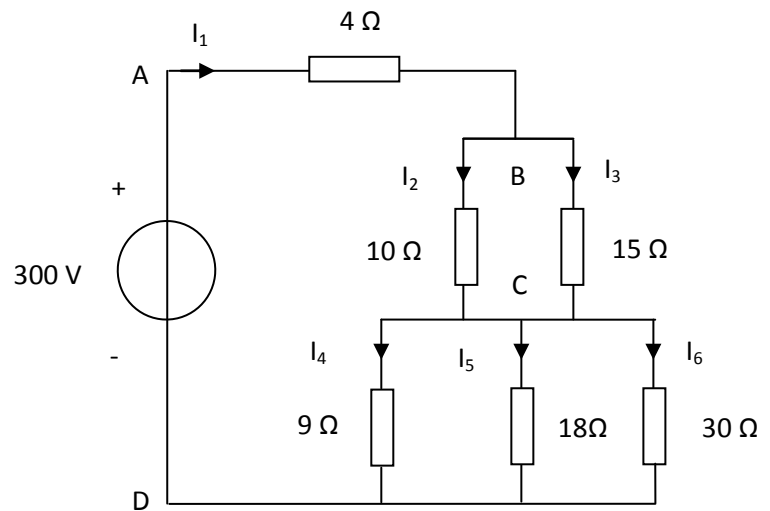
Exercice 2 :

Trouver la résistance d'une tige de cuivre qui mesure 2 m de long et 8 mm de diamètre. La résistivité du cuivre est égale à $1,756 \times 10^{-8}$ Ω .m.

Exercice 3:

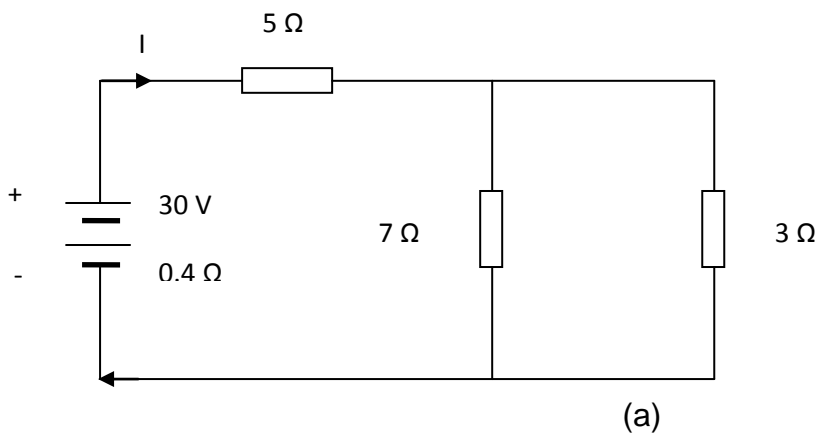
Déterminez pour le circuit de la figure ci-contre:

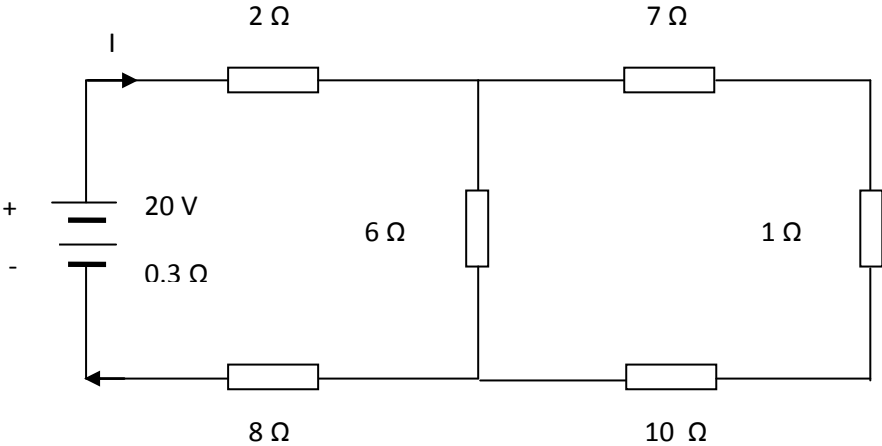
1. La résistance équivalente du circuit
2. Le courant total I_1 .
3. Le potentiel en A, B, C, D.
4. Le courant dans chaque résistance



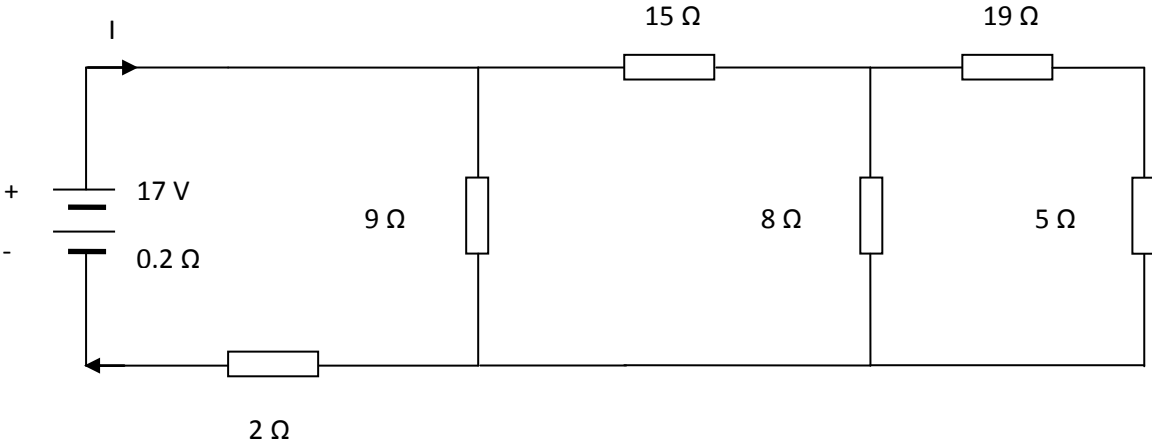
Exercice4:

Trouver le courant qui circule dans la batterie pour les trois circuits des figures (a), (b) et (c).





(b)



(c)

SOLUTION:

Exercice 1:

On a : $I = nS q_e v_m$ (1) avec: n=nombre d'électrons par m^3 , S=section du bac, q_e = charge des ions, v_m = vitesse moyenne des ions.

Calculons la masse volumique de NaCl ρ :

$\rho = \frac{m}{V}$ avec m=masse de NaCl et V=volume de NaCl.

$$V = S l$$

$$V = 0,1 \times 0,1 \times 0,2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Ce qui donne une valeur de $\rho = 10 \text{ Kg/m}^3$

Pour les ions positifs (Na), on va calculer le n:

$$n = ((1 \text{ électron/atome}) \times (\text{nombre d'Avogadro}) \times \rho) / (\text{masse molaire des ions Na})$$

En calculant le n, on trouve une valeur de $2,62 \cdot 10^{26}$ électrons/ m^3 .

De l'équation (1) on aura:

$$v_m = \frac{I}{nS q_e}$$

Ce qui donne après calcul une valeur de la vitesse moyenne des ions positifs (Na) de:

$$v_m(\text{Na}) = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

Pour les ions négatifs (Cl): $v_m(\text{Cl}) = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} \times 1,5 = 3,6 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$

Exercice 2:

La résistance du fil du cuivre est donnée par la relation suivante:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1) \text{ avec } \rho \text{ est la résistivité du cuivre, } l \text{ sa longueur et } s \text{ est la section du fil.}$$

En calculant cette valeur on aura:

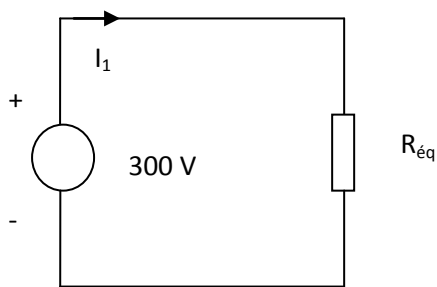
$$R = 1,756 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \times 2\text{m} / (1/4 \times \pi \times (8 \times 10^{-3} \text{ m})^2) = 6,99 \times 10^{-4} \Omega.$$

Exercice 3:

1. Calcul de la résistance équivalente du circuit:

$$R_{\text{éq}} = 4 + (10 // 15) + (9 // 18 // 30) = 4 + (10 \times 15) / (10 + 15) + (1/9 + 1/18 + 1/30)^{-1} = 15 \Omega.$$

Le circuit sera équivalent au circuit suivant:



ce qui donne $I_1 = (300\text{V}) / (15 \Omega) = 20 \text{ A}$

2. Calcul des potentiels en A, B, C et D:

On a $V_A = 300\text{V}$

$V_B - V_A = -R I_1$ donc $V_B = V_A - R I_1$, ce qui donne $V_B = 300 - 4 \times 20 = 220 \text{ V}$

On a : $V_B - V_C = (10 // 15) I_1$, ce qui donne $V_C = V_B - (10 // 15) I_1$

Donc $V_C = 220 - (10 \times 15 / (10 + 15)) \times 20 = 100 \text{ V}$

On a $V_C - V_D = (9 // 18 // 30) I_1$, ce qui donne $V_D = V_C - (9 // 18 // 30) I_1$

Donc $V_D = 0\text{V}$

3. Calcul des courants I_2, I_3, I_4, I_5 et I_6 :

$$I_2 = (V_B - V_C) / 10 = (220 - 100) / 10 = 12 \text{ A}$$

$$I_3 = (V_B - V_C) / 15 = (220 - 100) / 15 = 8 \text{ A}$$

$$I_4 = (V_C - V_D) / 9 = (100 - 0) / 9 = 11,11 \text{ A}$$

$$I_5 = (V_C - V_D) / 18 = (100 - 0) / 18 = 5,55 \text{ A}$$

$$I_6 = (V_C - V_D) / 30 = (100 - 0) / 30 = 3,33 \text{ A}$$

Exercice 4:

a) Les résistances de 3 et 7 Ω sont en parallèle. La résistance équivalente est:

$$1/R_1 = 1/3 + 1/7 = 10/21, \text{ ce qui donne } R_1 = 2,1 \Omega.$$

La résistance totale du circuit est égale à :

$$R = 2,1 + 0,4 + 5 = 7,5 \Omega$$

$$I = \varepsilon/R = 30/7,5 = 4 \text{ A}$$

b) La résistance équivalente aux résistances 7, 1 et 10 Ω est égale à 18 Ω (résistances montées en série) est montée en parallèle avec celle de 6 Ω . Leur résistance équivalente est donnée par :

$$1/R_1 = 1/18 + 1/6, \text{ ce qui donne } R_1 = 4,5 \Omega.$$

La résistance totale du circuit est égale à:

$$R = 4,5 + 2 + 0,3 + 8 = 14,8 \Omega.$$

$$I = \varepsilon/R = 20/14,8 = 1,35 \text{ A}$$

C) La résistance équivalente aux résistances de 5 et 19 Ω est égale à 24 Ω (résistance en série). On a 24 Ω montée en parallèle avec 8 Ω .

Leur résistance équivalente est égale à:

$$1/R_1 = 1/24 + 1/8, \text{ ce qui donne } R_1 = 6 \Omega.$$

Puis les 6 Ω sont montés en série avec une résistance de 15 Ω , d'où l'on a une résistance équivalente de 21 Ω . Cette dernière étant en parallèle avec la résistance de 9 Ω , on a :

$$1/R_2 = 1/21 + 1/9, \text{ ce qui donne } R_2 = 6,3 \Omega.$$

Enfin pour la résistance totale du circuit, il vient;

$$R = 6,3 + 2 + 0,2 = 8,5 \Omega$$

$$\text{et } I = \varepsilon/R = 17/8,5 = 2 \text{ A}$$