❖ les définitions d'une résistance infinie et d'une résistance nulle ainsi que celle de la résistance équivalente, de la capacité équivalente, du générateur équivalent et du récepteur équivalent.

❖Les différentes lois de l'électrocinétique

❖Les différents théorèmes de l'électrocinétique

EXE 1

Considérons le circuit de la figure 2 où I_1 et I_2 sont les courants continus débités par les générateurs de f.e.m. E_1 et E_2 respectivement.

1) Déterminer I, à l'aide du théorème de Thévenin.
2) Retrouver, à l'aide des lois de Kirchhoff, le courant I.
3) A.N : Calculer I si $R = 1\ M\Omega$, $E_1 = 2/3$ V et $E_2 = 15/2$ V
4) Montrer que le courant qui traverse la résistance R' du circuit de la figure 3 est aussi égale à I.

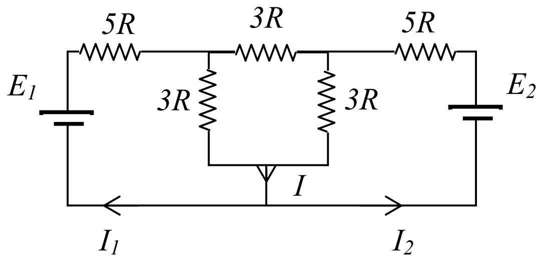


Figure 2

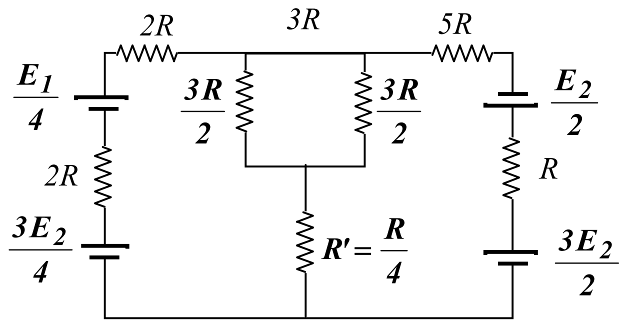


Figure 3

EXE 2

Considérons le circuit de la figure 4 où X est une résistance variable et $E > 0$.

1) Déterminer, à l'aide du théorème de thévenin, le courant I qui traverse la résistance R.
2) Quelle condition doive vérifier la résistance X pour que :
a- I soit nul.
b- I soit dirigé de A vers B.
c- I soit dirigé de B vers A.

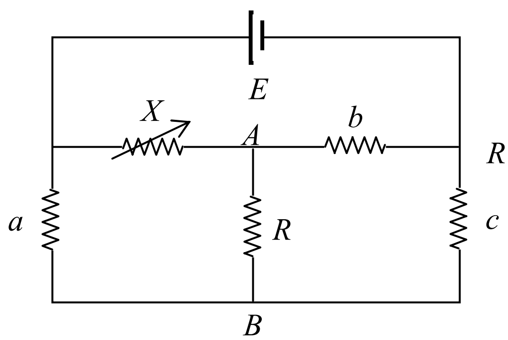


Figure 4

EXE 3

1- Déterminer, par la méthode de votre choix, le courant I débité par le générateur E du circuit de la figure 5.

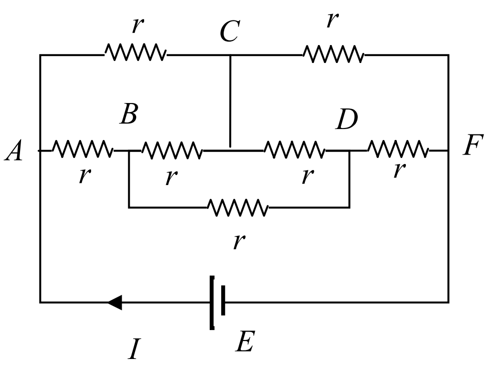


Figure 5

2- Faire l'application numérique si $E = 8\ V$ *et* $r = 7\ k\Omega$.

EXE 4

Calculer le courant de chaque branche du circuit de la figure 6, sachant que le courant qui traverse la résistance de $8\ k\Omega$ est nul.

Retrouver, en utilisant la méthode des mailles indépendantes, le courant de chaque branche du circuit.

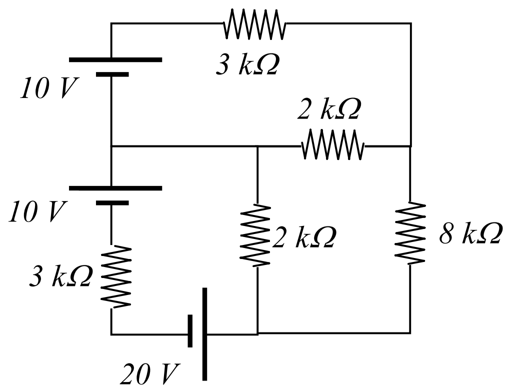


Figure 6

Electrocinétique

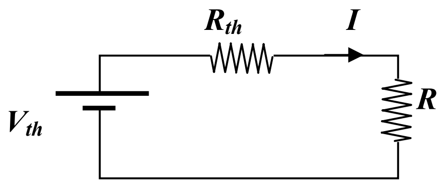
EXE 1

1- On transforme le triangle du milieu en étoile et on remplace les résistances en série par leur équivalent. Le circuit devient :
On débranchant R, nous aurons

$$R_{th} = 6R\,//\,4R = \frac{24}{10}R$$

$$V_{th} = E_1 - 4RI_0 = E_2 + 6RI_0$$

I_0 est le courant sortant de la borne (+) de E_1 quand R est déconnectée. $I_0 = \dfrac{E_1 - E_2}{10R}$ que l'on remplace dans l'une des expressions de V_{th}. On trouve : $V_{th} = (6\,E_1 + 4\,E_2)/10$. Le générateur de thévenin connecté à R est :



$$I = \frac{V_{th}}{R_{th} + R} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{3E_1 + 2E_2}{17R}$$

2- A l'aide des lois de Kirchhoff

Loi aux nœuds : $E_1 = 4R\,I_1 + RI.$ => $I_1 = \dfrac{E_1 - RI}{4R}$

$-E_2 = -\,6R\,I_2 - RI.$ => $I_2 = \dfrac{E_2 - RI}{6R}$

Loi aux mailles : $I = I_1 + I_2.$ => $I = \dfrac{(3E_1 + 2E_2)}{17R}$

3- A.N : $R = 1\ M\Omega$, $E_1 = 2/3\ V$ et $E_2 = 15/2$.
$I = 1\ \mu A$.

On remarque que
Entre B et C, il y a deux résistance en // qu'il faut ajouter à R' pour obtenir la résistance équivalente entre B et H.
Entre B et K, il y a deux générateurs en séries et deux résistances en série aussi.
Entre C et F, il y a un générateur et un récepteur en série et deus résistances en série aussi.

Tout calcul fait, on retrouve le même circuit que celui de la question précédente et donc on aura le même courant.

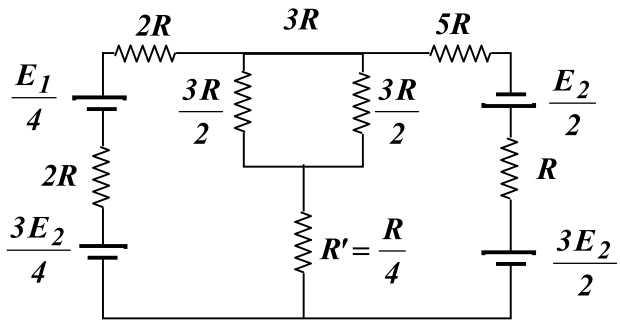


Figure 3

EXE 2

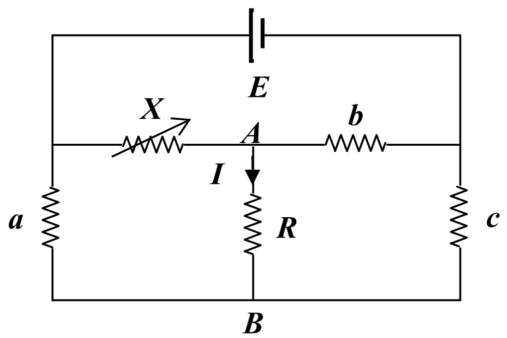


Figure 4

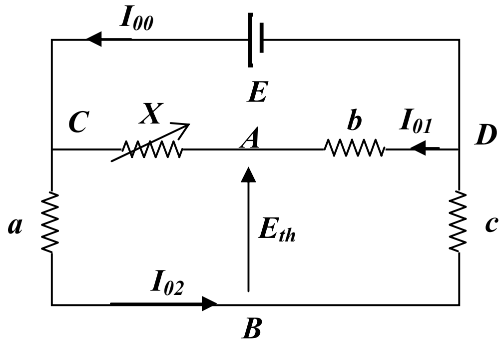


Figure 4 avec R déconnectée

1- On suppose d'abord que I se dirige de A vers B. On déconnecte la branche contenant le courant I à calculer. E_{th} est alors la d.d.p. entre A et B : $E_{th} = V_A - V_B$. Soit I_{00}, I_{01} et I_{02} les courants de ce circuit intermédiaire qui ne constitue qu'une étape de calcul.

⇨ $E_{th} = - b\, I_{01} - c\, I_{02} = X\, I_{01} + a\, I_{02}$.

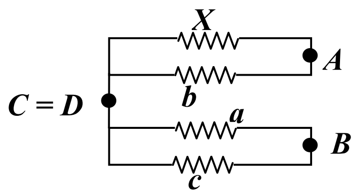
⇨ $- (a + c)\, I_{02} = (X + b)\, I_{01}$.

Cette dernière équation est aussi égale à E d'après les mailles contenant ce générateur. Ceci nous conduit à :

$$I_{01} = \frac{E}{X+b} \qquad et \qquad I_{02} = \frac{-E}{a+c}$$

Et donc $E_{th} = \dfrac{XE}{X+b} - \dfrac{aE}{a+c}$

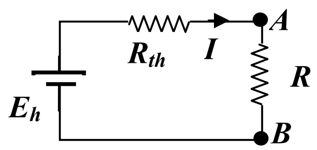
La résistance équivalente de Thévenin R_{th} se calcule en court-circuitant E. Dans ce cas C et D constituent électriquement un seul point. Le circuit devient :



On s'aperçoit facilement que $R_{th} = (X//b) + (a//c)$.

Soit : $R_{th} = \dfrac{Xb}{X+b} + \dfrac{ac}{a+c}$

Il reste maintenant à remplacer tout le circuit par le générateur de Thévenin et reconnecter R :



Selon la loi simple de Pouillet, nous avons $E_{th} = (R_{th} + R)\, I$. En remplaçant R_{th} et E_{th} par leurs expressions, on en déduit la valeur de I :

$$I = \frac{X(a+c) - a(X+b)}{Xb(a+c) - ac(X+b) + R(X+b)(a+c)} E$$

2-a- I nul. C'est la condition d'équilibre du pont

$$X = \frac{ab}{c}$$

b- I soit dirigé de A vers B. C'est-à-dire **I** positif : $X \succ \dfrac{ab}{c}$

c- ***I*** soit dirigé de ***B*** vers ***A***. C'est-à-dire ***I*** négatif : $X \prec \frac{ab}{c}$

EXE 3

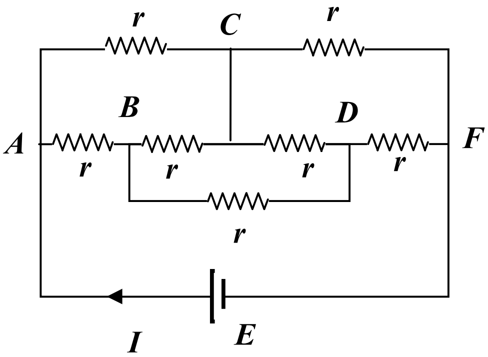
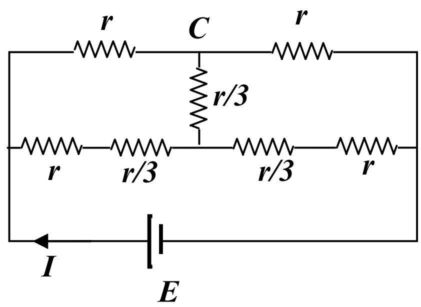
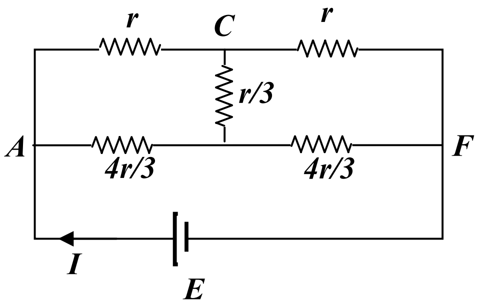


Figure 5

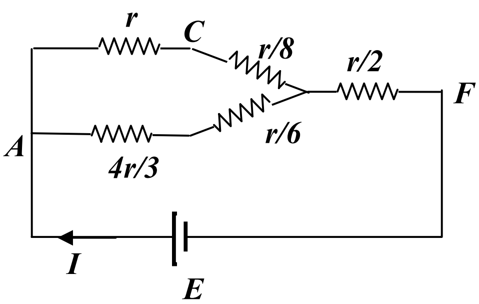
1- La méthode la plus simple et la plus rapide consiste à transformer le circuit.
La portion BCD est un triangle que l'on peut transformer en étoile. Le circuit devient :

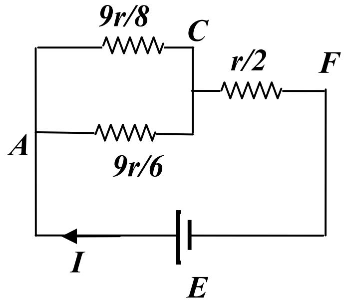


Equivalent à :

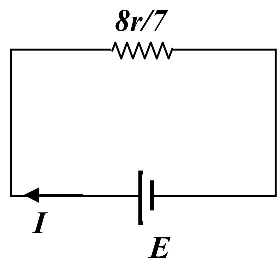


On doit maintenant appliquer la transformation de Kenelly soit du coté ***AC*** soit du coté ***CF*** et on fait la somme des résistances qui sont en série :
:





Ce qui est équivalent au circuit simple ci-contre :

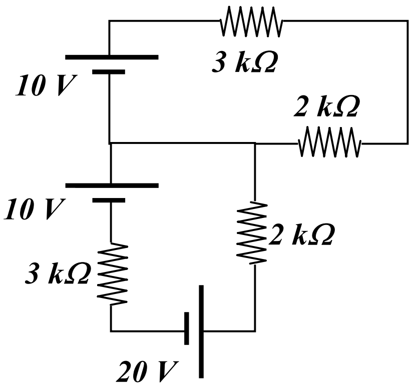


La loi de Pouillet nous permet alors d'écrire : $E = \frac{8r}{7} I$. Soit $I = \frac{7}{8r} E$

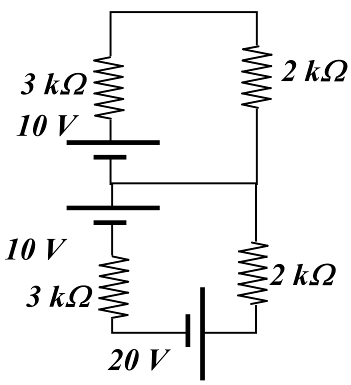
2- A. N. : $I = 1\ mA$.

EXE 4

Si le courant de la résistance de $8\ k\Omega$ est nul, on peut substituer cette branche par une résistance infinie. Le circuit devient :

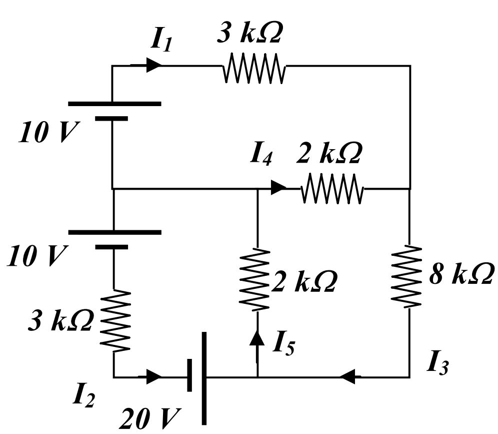


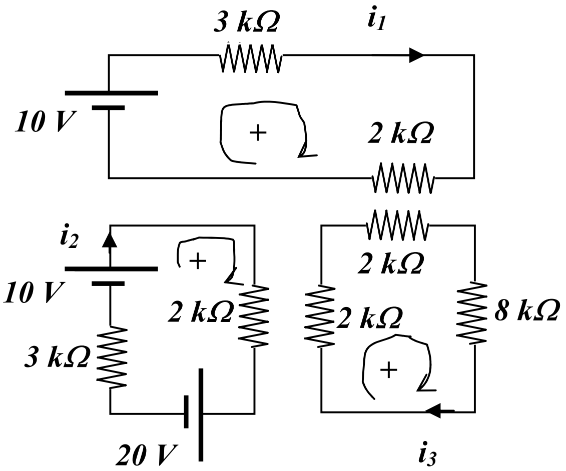
Equivalent à



Ce dernier circuit est symétrique, les courants des branches contenant les générateurs sont identiques. Pour une maille, nous avons : $10 = 5.10^3\ I$. Soit $I = 2\ mA$. A part le court circuit, toutes les branches sont parcourues par un courant égale à $2\ mA$.

__Mailles Indépendantes__





Il y a cinq courants réels inconnus. A l'aide des mailles indépendantes, on n'a que trois inconnues.

On écrit la loi de Pouillet corrigée pour toutes les mailles :

$10 = 5.10^3\, i_1 - 2.10^3\, i_3 \qquad \Rightarrow 10^{-2} = 5i_1 - 2i_3$

$10 - 20 = 5.10^3\, i_2 - 2.10^3\, i_3 \qquad \Rightarrow 10^{-2} = 2i_3 - 5i_2$

$0 = 12.10^3\, i_3 - 2.10^3\, i_2 - 2.10^3\, i_1 \qquad \Rightarrow 6\, i_3 = i_2 + i_1$

Les deux premières équations donnent $4\, i_3/5 = i_2 + i_1$ avec la troisième on en déduit que $i_3 = 0$. Dans ce cas $i_1 = -\, i_2 = 0{,}2\ A$.

On comparant les branches du circuit initial et du circuit éclaté, on en déduit :

$I_1 = i_1 = 0{,}2\ A$

$I_2 = -i_2 = 0{,}2\ A$

$I_3 = i_3 = 0\ A$. On retrouve le résultat de la question 1.

$I_4 = i_3 - i_2 = 0{,}2\ A$

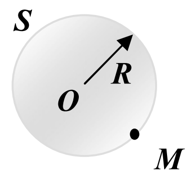
$I_5 = i_3 - i_2 = 0{,}2\ A$

Excepté la résistance de $8\ k\Omega$, le même courant parcourt toutes les branches.

Problèmes de révision

Pro1

Une sphère conductrice S de centre O et de rayon R, contient une distribution de charges uniforme qui crée donc en tout point de l'espace un champ électrostatique $\vec{E}$.



1- Donner et expliquer la nature de la distribution de charges.

2- Quelle est la valeur du champ à l'intérieur de S. Justifier votre réponse.

3- Calculer le champ à l'extérieur de **S** tout en restant au voisinage de la surface de celle-ci.

4- Schématiser les lignes de champ au voisinage de S. Justifier votre réponse.

5- En déduire le module E du champ en un point M de la surface de S.

6- Calculer le module df de la force électrostatique $\vec{df}$ exercée par les autres charges de la sphère sur une charge ponctuelle dq placée en M.

7- En déduire la pression électrostatique P exercée sur dq.