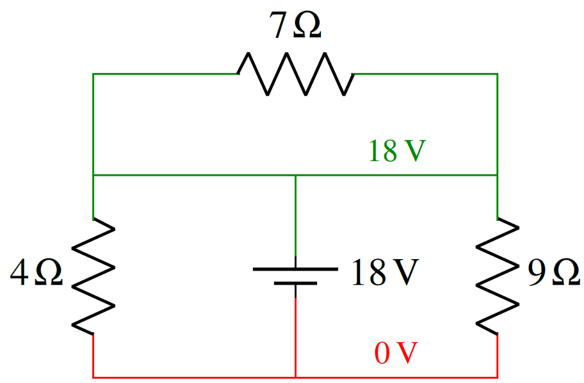
Solutionnaire du chapitre 4

1. En posant que le fil du bas est à 0 V, l'image suivante vous montre les potentiels des fils.



On remarque alors que les deux côtés de la résistance de 7 Ω sont au même potentiel. Il n'y a donc pas de différence de potentiel aux bornes de cette résistance, et il n'y a donc pas de courant dans cette résistance.

On remarque ensuite qu'il y a 18 V de différence de potentiel aux bornes des deux autres résistances. Les courants sont donc

$$I_{4\Omega} = \frac{18V}{4\Omega} = 4,5A$$

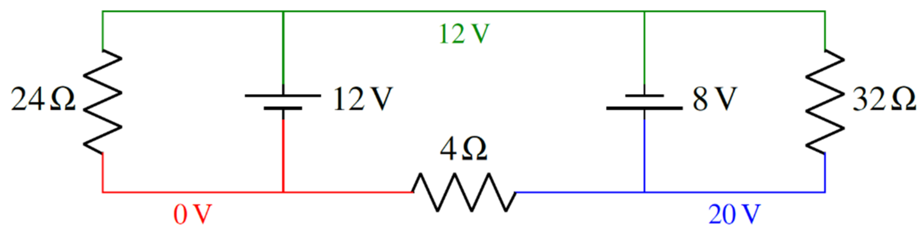
$$I_{9\Omega} = \frac{18V}{9\Omega} = 2A$$

Ces courants sont tous les deux vers le bas, soit du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.

Nos réponses sont donc :

Résistance de 7 Ω : courant nul.
Résistance de 4 Ω : courant de 4,5 A vers le bas.
Résistance de 9 Ω : courant de 2 A vers le bas.

2. En posant que le fil du bas à gauche est à 0 V, l'image suivante vous montre les potentiels des fils.



On remarque qu'il y a une différence de potentiel de 12 V aux bornes de la résistance de 24 Ω. Le courant est donc

$$I_{24\Omega} = \frac{12V}{24\Omega} = 0,5A$$

Ce courant est vers le bas, soit du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.

On remarque qu'il y a une différence de potentiel de 20 V aux bornes de la résistance de 4 Ω. Le courant est donc

$$I_{4\Omega} = \frac{20V}{4\Omega} = 5A$$

Ce courant est vers la gauche, soit du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.

On remarque qu'il y a une différence de potentiel de 8 V aux bornes de la résistance de 32 Ω. Le courant est donc

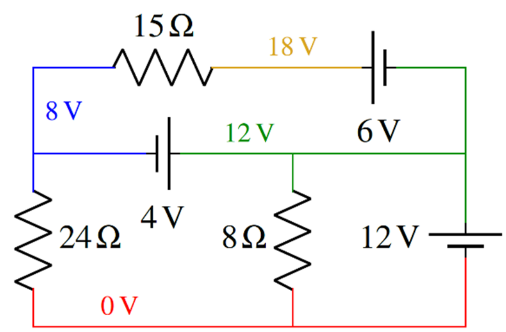
$$I_{24\Omega} = \frac{8V}{32\Omega} = 0,25A$$

Ce courant est vers le haut, soit du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.

Nos réponses sont donc :

Résistance de 24 Ω : courant de 0,5 A vers le bas.
Résistance de 4 Ω : courant de 5 A vers la gauche.
Résistance de 32 Ω : courant de 0,25 A vers le haut.

3. En posant que le fil du bas est à 0 V, l'image suivante vous montre les potentiels des fils.



On remarque qu'il y a une différence de potentiel de 12 V aux bornes de la résistance de 8 Ω. Le courant est donc

$$I_{8\Omega} = \frac{12V}{8\Omega} = 1,5A$$

Ce courant est vers le bas, soit du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.

On remarque qu'il y a une différence de potentiel de 8 V aux bornes de la résistance de 24 Ω. Le courant est donc

$$I_{24\Omega} = \frac{8V}{24\Omega} = \tfrac{1}{3}A$$

Ce courant est vers le bas, soit du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.

On remarque qu'il y a une différence de potentiel de 10 V aux bornes de la résistance de 15 Ω. Le courant est donc

$$I_{15\Omega} = \frac{10V}{15\Omega} = \tfrac{2}{3}A$$

Ce courant est vers la gauche, soit du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.

Nos réponses sont donc :

Résistance de 8 Ω : courant de 1,5 A vers le bas.
Résistance de 24 Ω : courant de 1/3 A vers le bas.
Résistance de 15 Ω : courant de 2/3 A vers la gauche.

4. On va supposer que I_1 quitte le nœud à gauche de la résistance R_1. À ce nœud, on a alors

$$12A + 9A + 4A = I_1$$
$$I_1 = 25A$$

Le courant I_1 est donc de 25 A vers la droite.

Pour le nœud à droite de la résistance R_1, on a, en supposant que I_2 part du nœud,

$$25A + 4A = 6A + I_2$$
$$I_2 = 23A$$

Le courant I_2 est donc de 23 A vers la droite et vers le bas.

Pour le nœud à droite en bas et à droite de la résistance R_2, on a, en supposant que I_3 part du nœud,

$$23A = 3A + I_3$$
$$I_3 = 20A$$

Le courant I_3 est donc de 20 A vers le bas et un peu vers la gauche.

5. On va supposer que I_1 quitte le nœud à gauche de la résistance R_1. À ce nœud, on a alors

$$20A = I_1 + 9A$$
$$I_1 = 11A$$

Le courant I_1 est donc de 11 A vers la droite.

Pour le nœud à droite de la résistance R_1, on a, en supposant que I_2 part du nœud,

$$11A = 5A + I_2$$
$$I_2 = 6A$$

Le courant I_2 est donc de 6 A vers la droite.

Pour le nœud à droite de la résistance R_2, on a, en supposant que I_3 part du nœud,

$$6A + 8A = I_3$$
$$I_3 = 14A$$

Le courant I_3 est donc de 14 A vers le bas.

Pour le nœud en bas de la résistance R_3, on a, en supposant que I_4 part du nœud,

$$14A = 4A + I_4$$
$$I_4 = 10A$$

Le courant I_4 est donc de 10 A vers le bas.

6. a)

On va supposer que le courant va dans le sens des aiguilles d'une montre. On va faire la loi des mailles en allant aussi dans le sens des aiguilles d'une montre en partant du coin supérieur droit (point B). On a alors

$$-7\Omega \cdot I - 12V - 12\Omega \cdot I - 14\Omega \cdot I + 20V - 19\Omega \cdot I + 5V = 0$$
$$-52\Omega \cdot I - 13V = 0$$
$$I = 0,25A$$

Puisque la réponse est positive, le courant est dans le sens supposé, donc dans le sens des aiguilles d'une montre.

b) On va passer du point B au point A en suivant les mêmes règles que pour les lois de Kirchhoff. On va passer par le fil de droite et le fil du bas. On a alors

$$\begin{aligned}\Delta V &= -7\Omega \cdot 0,25A - 12V - 12\Omega \cdot 0,25A \\ &= -16,75V\end{aligned}$$

La réponse négative veut simplement dire que le potentiel du point d'arrivée (point A) a un potentiel plus bas que le point de départ (point B). Comme on demandait la différence de potentiel entre ces points, le signe n'a pas d'importance. La différence de potentiel est donc de 16,75 V.

(On aurait pu aussi passer par le fil du haut et le fil de gauche pour passer de B à A. On aurait eu alors

$$\begin{aligned}\Delta V &= -5V + 19\Omega \cdot 0,25A - 20V + 14\Omega \cdot 0,25A \\ &= -16,75V\end{aligned}$$

qui est la même réponse.)

c) La puissance de la source de 20 V est

$$\begin{aligned} P &= I\mathcal{E} \\ &= 0,25A \cdot 20V \\ &= 5W \end{aligned}$$

Cette source fournit de l'énergie.

La puissance de la source de 5 V est

$$\begin{aligned} P &= I\mathcal{E} \\ &= 0,25A \cdot 5V \\ &= 1,25W \end{aligned}$$

Cette source fournit de l'énergie.

La puissance de la source de 12 V est

$$\begin{aligned} P &= I\mathcal{E} \\ &= 0,25A \cdot 12V \\ &= 3W \end{aligned}$$

Cette source reçoit de l'énergie.

L'énergie totale fournie par les sources et donc de 3,25 W.

d) Les puissances dissipées dans chaque résistance sont

$$\begin{aligned} P_{14\Omega} &= 14\Omega \cdot (0,25A)^2 = 0,875W \\ P_{19\Omega} &= 19\Omega \cdot (0,25A)^2 = 1,1875W \\ P_{7\Omega} &= 7\Omega \cdot (0,25A)^2 = 0,4375W \\ P_{12\Omega} &= 12\Omega \cdot (0,25A)^2 = 0,75W \end{aligned}$$

La somme de ces puissances est 3,25 W. Comme toujours, cette puissance totale est égale à la somme des puissances des sources.

7. On va faire la loi des mailles en allant dans le sens des aiguilles d'une montre en partant du coin supérieur droit. On a alors

$$-R\cdot 2A+36V-3\Omega\cdot 2A-12V-2\Omega\cdot 2A=0$$
$$R\cdot 2A=36V-3\Omega\cdot 2A-12V-2\Omega\cdot 2A$$
$$R\cdot 2A=14V$$
$$R=7\Omega$$

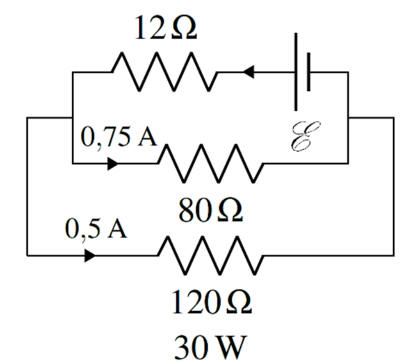
8. Trouvons la différence de potentiel et le courant pour la résistance de 120 Ω. On a

$$P=RI^2 \quad\rightarrow\quad 30W=120\Omega\cdot I^2 \quad\rightarrow\quad I=0,5A$$
$$\Delta V=RI \quad\rightarrow\quad \Delta V=120\Omega\cdot 0,5A \quad\rightarrow\quad \Delta V=60V$$

La résistance de 80 Ω étant en parallèle avec celle de 120 Ω, la différence de potentiel aux bornes de cette résistance est aussi de 60 V. Le courant dans la résistance de 80 Ω est donc

$$\Delta V=RI \quad\rightarrow\quad 60V=80\Omega\cdot I \quad\rightarrow\quad I=0,75A$$

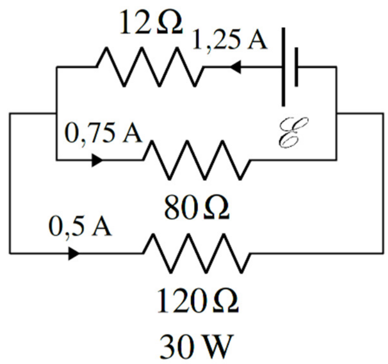
On a donc la situation suivante.



En appliquant la loi des nœuds (nœud de gauche), on trouve le courant dans la résistance de 12 Ω.

$$I=0,5A+0,75A=1,25A$$

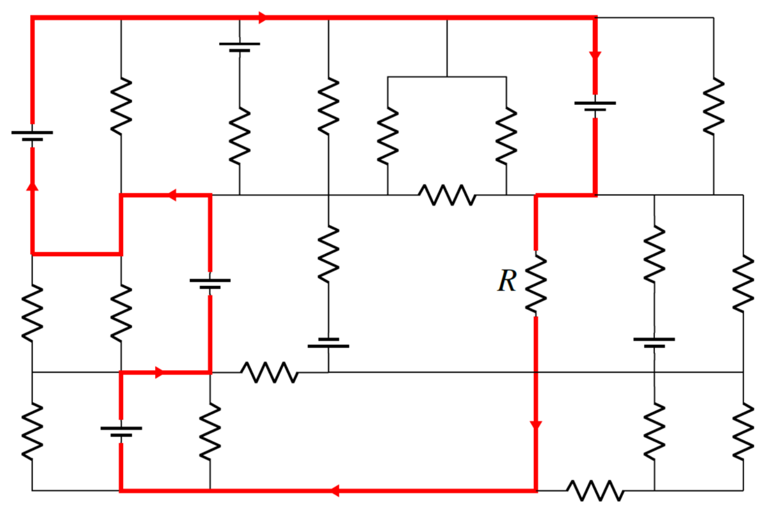
On a alors



On va alors faire une loi des mailles pour trouver la différence de potentiel de la source. On va faire le tour de la maille du haut dans le sens contraire des aiguilles d'une montre en partant du coin supérieur droit. On a alors

$$\mathcal{E} - 12\Omega \cdot 1,25A - 80\Omega \cdot 0,75A = 0$$
$$\mathcal{E} = 75V$$

9. La super maille de ce circuit est



L'équation de cette maille est (on part du coin supérieur droit et en allant dans la direction montrée sur la figure. On suppose que le courant dans la résistance est vers le bas.)

$$-8V - 4\Omega \cdot I + 8V + 8V + 8V = 0$$
$$-4\Omega \cdot I + 16V = 0$$
$$I = 4A$$

Comme la réponse est positive, le courant est dans le sens supposé, donc vers le bas.

10. Les résistances de 7 Ω et de 5 Ω sont en série. La résistance équivalente est donc

$$R_{eq1} = 7\Omega + 5\Omega = 12\Omega$$

Cette résistance est ensuite en parallèle avec une résistance de 6 Ω. On a donc

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$
$$R_{eq2} = 4\Omega$$

Cette résistance est finalement en série avec des résistances de 4 Ω et 3 Ω. On a donc

$$R_{eq3} = 4\Omega + 4\Omega + 3\Omega = 11\Omega$$

11. La différence de potentiel aux bornes de la résistance de 70 Ω est

$$\begin{aligned}\Delta V &= RI \\ &= 70\Omega \cdot 0,2A \\ &= 14V\end{aligned}$$

Comme la différence de potentiel aux bornes de la source est de 30 V, la différence de potentiel aux bornes des trois résistances en parallèle est

$$\Delta V = 30V - 14V = 16V$$

On peut trouver la résistance équivalente de ces trois résistances puisqu'il passerait un courant de 0,2 A dans la résistance équivalente. La résistance équivalente est donc

$$\Delta V = R_{eq} \cdot I$$
$$16V = R_{eq} \cdot 0,2A$$
$$R_{eq} = 80\Omega$$

On a donc

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{240\Omega} + \frac{1}{320\Omega} + \frac{1}{R}$$
$$R = 192\Omega$$

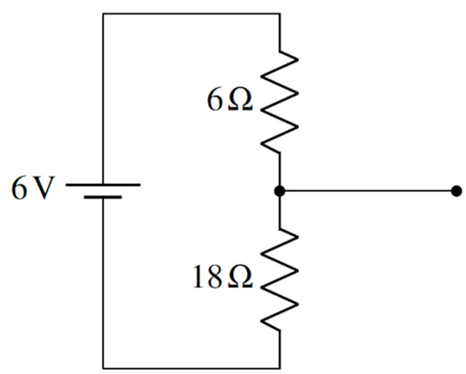
12. Les résistances de 10 Ω et 15 Ω sont en parallèle. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{15\Omega}$$
$$R_{eq1} = 6\Omega$$

Les résistances de 30 Ω et 45 Ω sont en parallèle. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{1}{30\Omega} + \frac{1}{45\Omega}$$
$$R_{eq2} = 18\Omega$$

Ensuite, ces deux résistances équivalentes sont en série.



On a donc

$$\begin{aligned} R_{eq} &= R_{eq1} + R_{eq2} \\ &= 6\Omega + 18\Omega \\ &= 24\Omega \end{aligned}$$

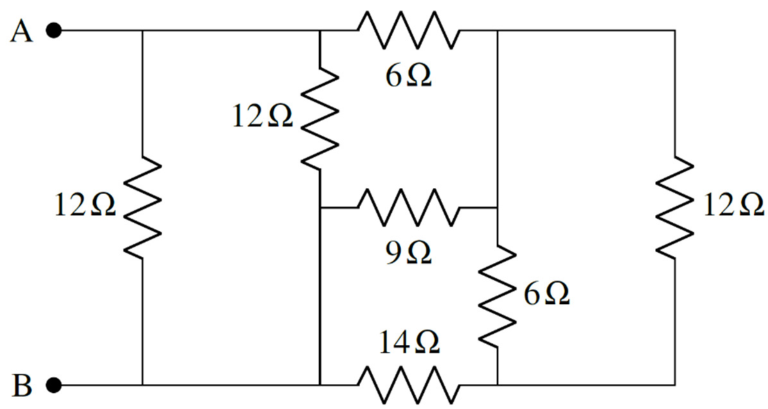
Le courant fourni par la pile est donc

$$\Delta V = R_{eq} I$$
$$6V = 24\Omega \cdot I$$
$$I = 0{,}25A$$

13. Premièrement, on a deux résistances de 6 Ω en série sur la branche la plus à droite et la branche le plus à gauche. La résistance équivalente est

$$R_{eq1} = 6\Omega + 6\Omega = 12\Omega$$

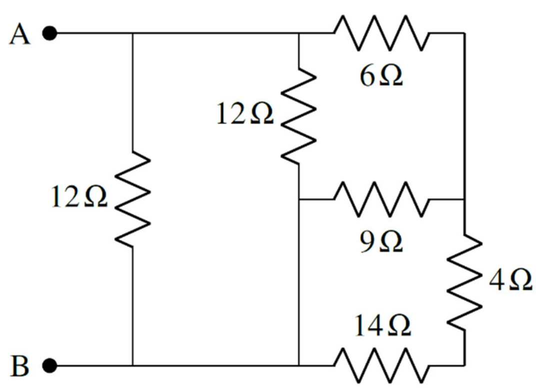
On a alors le circuit suivant.



À droite, nous avons alors une résistance de 12 Ω en parallèle avec une résistance de 6 Ω. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$
$$R_{eq2} = 4\Omega$$

On a alors le circuit suivant.

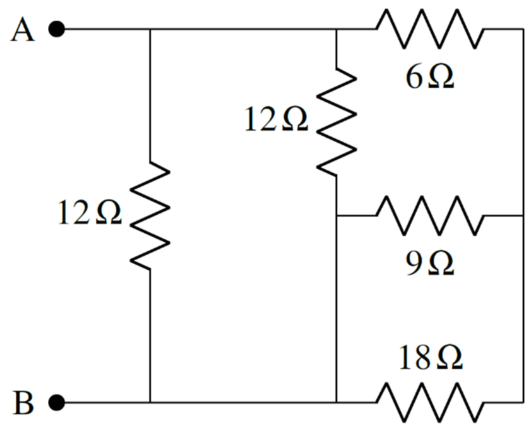


(Remarquez la façon de remplacer des résistances en parallèle par la résistance équivalente : la résistance équivalente prend la place d'une des résistances en parallèle et on efface les branches où il y avait les autres résistances en parallèle.)

En bas à droite, nous avons alors une résistance de 4 Ω en série avec une résistance de 14 Ω. La résistance équivalente est

$$R_{eq3} = 4\Omega + 14\Omega = 18\Omega$$

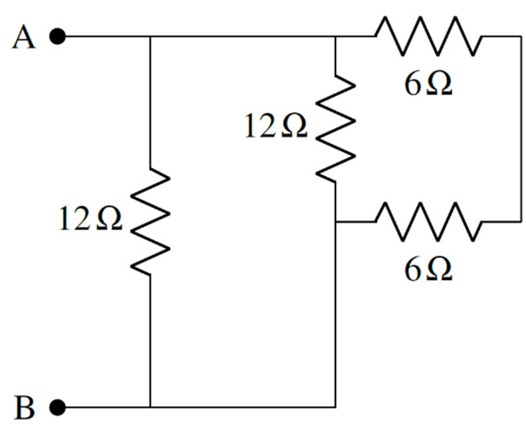
On a alors le circuit suivant.



En bas à droite, nous avons alors une résistance de 18 Ω en parallèle avec une résistance de 9 Ω. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq4}} = \frac{1}{18\Omega} + \frac{1}{9\Omega}$$
$$R_{eq4} = 6\Omega$$

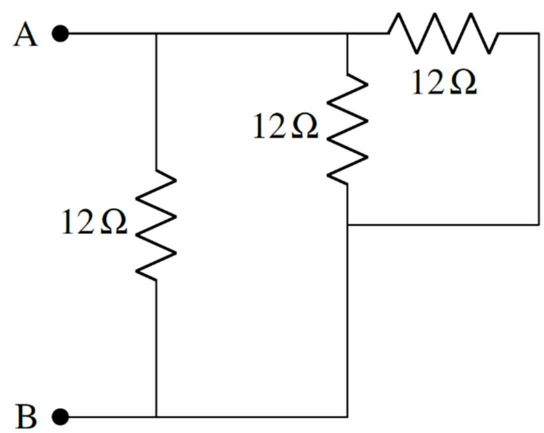
On a alors le circuit suivant.



En haut à droite, nous avons alors une résistance de 6 Ω en série avec une résistance de 6 Ω. La résistance équivalente est

$$R_{eq5} = 6\Omega + 6\Omega = 12\Omega$$

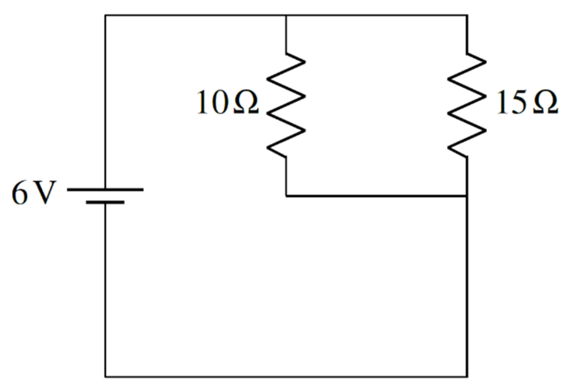
On a alors le circuit suivant.



Nous avons alors trois résistances de 12 Ω en parallèle. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{12\Omega}$$
$$R_{eq} = 4\Omega$$

14. La résistance de 30 Ω étant court-circuitée, on peut simplifier le circuit en effaçant la branche où est située cette résistance. On a alors le circuit suivant.



Il ne reste alors que les résistances de 10 Ω et 15 Ω sont en parallèle. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{15\Omega}$$
$$R_{eq} = 6\Omega$$

Le courant fourni par la pile est donc

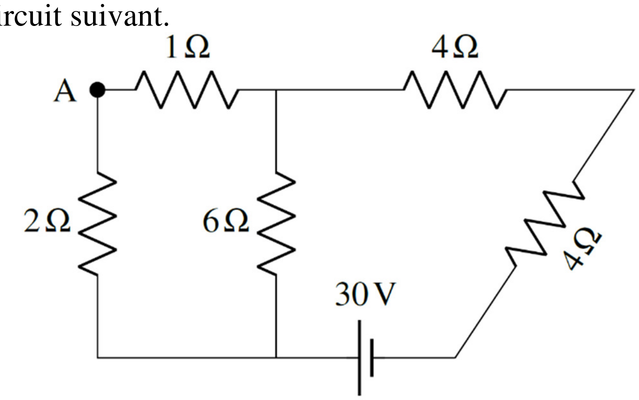
$$\Delta V = R_{eq} I$$
$$6V = 6\Omega \cdot I$$
$$I = 1A$$

15. a)

À droite, nous avons une résistance de 20 Ω en parallèle avec une résistance de 5 Ω. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{5\Omega}$$
$$R_{eq1} = 4\Omega$$

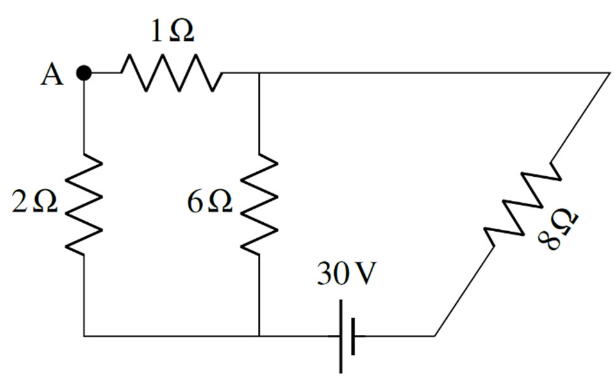
On a alors le circuit suivant.



À droite, nous avons alors une résistance de 4 Ω en série avec une résistance de 4 Ω. La résistance équivalente est

$$R_{eq2} = 4\Omega + 4\Omega = 8\Omega$$

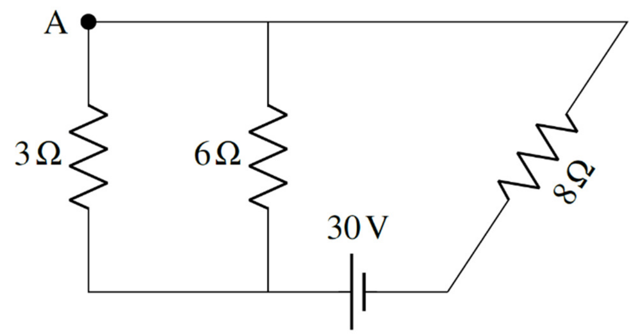
On a alors le circuit suivant.



À gauche, nous avons alors une résistance de 2 Ω en série avec une résistance de 1 Ω. La résistance équivalente est

$$R_{eq3} = 2\Omega + 1\Omega = 3\Omega$$

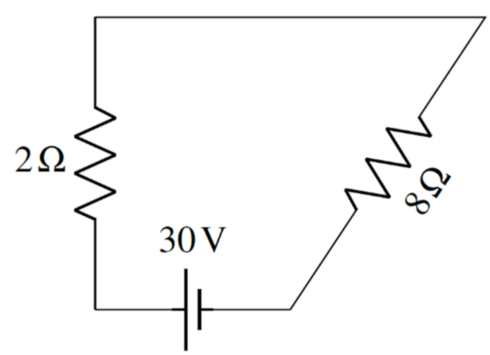
On a alors le circuit suivant.



À gauche, nous avons une résistance de 3 Ω en parallèle avec une résistance de 6 Ω. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq4}} = \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$
$$R_{eq4} = 2\Omega$$

On a alors le circuit suivant.



Il ne reste alors qu'une résistance de 2 Ω en série avec une résistance de 8 Ω. La résistance équivalente est

$$R_{eq} = 2\Omega + 8\Omega = 10\Omega$$

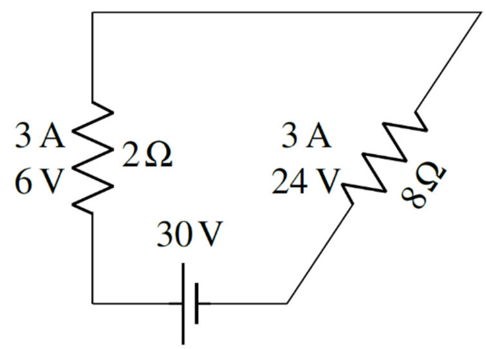
b) Le courant fourni par la pile est

$$\Delta V = RI$$
$$30V = 10\Omega \cdot I$$
$$I = 3A$$

Il y a donc un courant de 3 A qui passe par les résistances équivalentes de 2 Ω et 8 Ω. Les différences de potentiel aux bornes de ces résistances sont alors

$$\Delta V = 2\Omega \cdot 3A = 6V$$
$$\Delta V = 8\Omega \cdot 3A = 24V$$

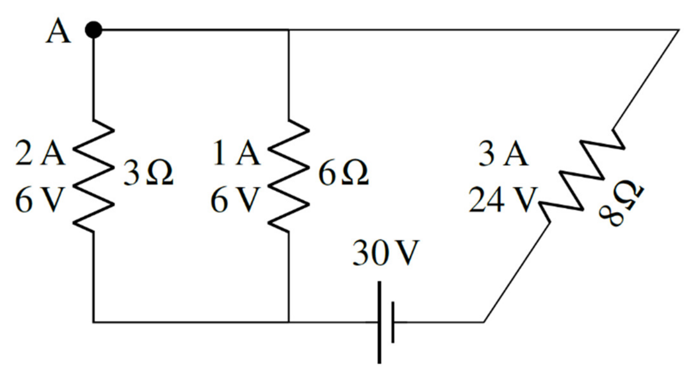
On a alors la situation suivante.



On va alors ramener les résistances en parallèle de gauche. En parallèle, les résistances ont la même différence de potentiel que la résistance équivalente. La différence de potentiel aux bornes de ces résistances est donc aussi de 6 V. Les courants sont donc

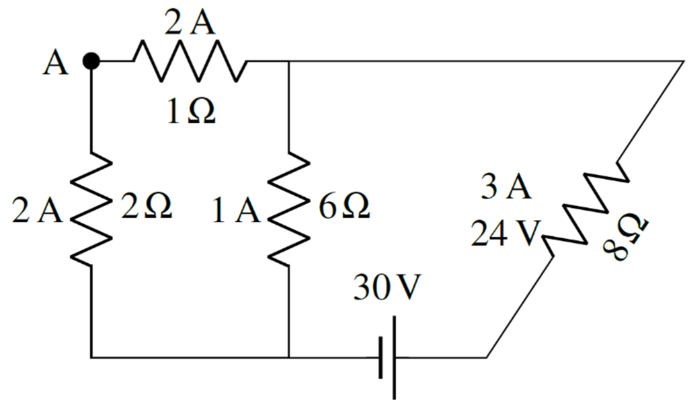
$$6V = 3\Omega \cdot I \qquad \rightarrow \qquad I = 2A$$
$$6V = 6\Omega \cdot I \qquad \rightarrow \qquad I = 1A$$

On a donc la situation suivante.



On va alors ramener les résistances en série de gauche. En série, les résistances ont le même courant que la résistance équivalente. Le courant dans ces résistances est donc aussi de 2 A.

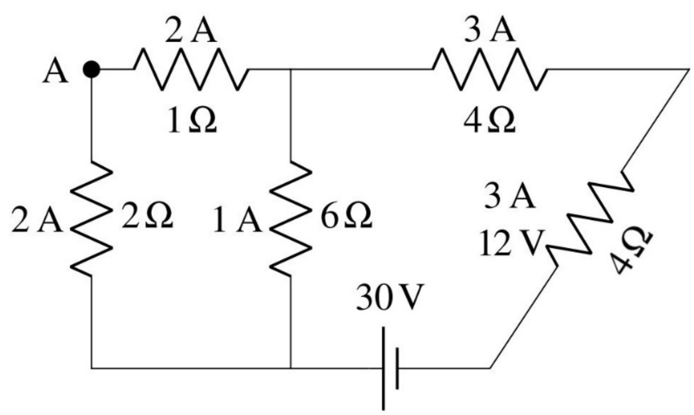
On a donc la situation suivante.



On va alors ramener les résistances en série de droite. En série, les résistances ont le même courant que la résistance équivalente. Le courant dans ces résistances est donc aussi de 3 A. Les différences de potentiel sont donc

$$\Delta V = 4\Omega \cdot 3A \qquad \rightarrow \qquad \Delta V = 12V$$
$$\Delta V = 4\Omega \cdot 3A \qquad \rightarrow \qquad \Delta V = 12V$$

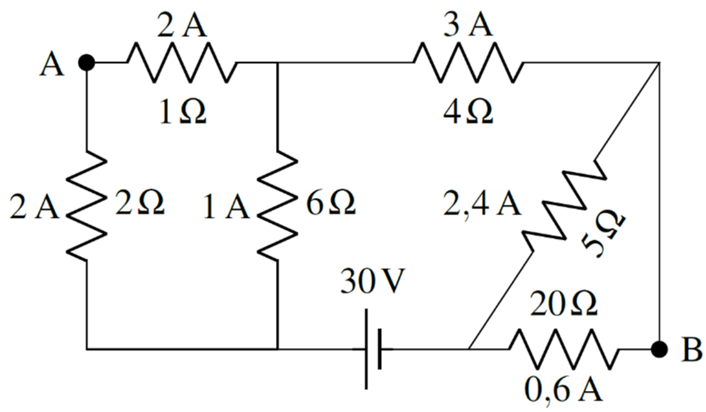
On a donc la situation suivante.



On va alors ramener les résistances en parallèle de droite. En parallèle, les résistances ont la même différence de potentiel que la résistance équivalente. La différence de potentiel aux bornes de ces résistances est donc aussi de 12 V. Les courants sont donc

$$12V = 5\Omega \cdot I \qquad \rightarrow \qquad I = 2,4A$$
$$12V = 20\Omega \cdot I \qquad \rightarrow \qquad I = 0,6A$$

Les courants sont donc



c) Le courant fourni par la source est le même que celui qui passait par la résistance équivalente, soit 3 A.

d) Les puissances dissipées dans chaque résistance sont

$$P_{2\Omega} = 2\Omega \cdot (2A)^2 = 8W$$
$$P_{1\Omega} = 1\Omega \cdot (2A)^2 = 4W$$
$$P_{6\Omega} = 6\Omega \cdot (1A)^2 = 6W$$
$$P_{4\Omega} = 4\Omega \cdot (3A)^2 = 36W$$
$$P_{5\Omega} = 5\Omega \cdot (2,4A)^2 = 28,8W$$
$$P_{20\Omega} = 20\Omega \cdot (0,6A)^2 = 7,2W$$

La somme de ces puissances est 90 W. Remarquez qu'on aurait pu y arriver plus rapidement parce que la somme des puissances dissipée par les résistances d'un circuit est toujours égale à la puissance dissipée par la résistance équivalente. La résistance équivalente est de 10 Ω et elle est traversée par un courant de 10 A. La puissance dissipée est donc de

$$P = 10\Omega \cdot (3A)^2 = 90W$$

e) La puissance de la source est

$$\begin{aligned} P &= I\mathcal{E} \\ &= 3A \cdot 30V \\ &= 90W \end{aligned}$$

Notez que la somme des puissances des sources est toujours égale à la somme des puissances dissipées par les résistances.

f) On va passer du point *A* au point *B* en passant par un chemin qui suit le fil du haut et le fil de droite. On passe alors à travers les résistances de 1 Ω et de 4 Ω. Dans ces deux résistances, le courant est vers la droite, donc dans le même sens que notre trajectoire. En appliquant les mêmes règles que pour la loi des mailles, on a

$$\Delta V = -1\Omega \cdot 2A - 4\Omega \cdot 3A = -14V$$

Le signe négatif veut dire que le potentiel du point *B* est inférieur de 14 V au potentiel du point *A*. Ici, on s'intéresse uniquement à la différence entre les deux et le signe n'a pas d'importance. La différence de potentiel est donc de 14 V.

16. Voici le courant qui passe dans chaque appareil.

Pitot heat

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ 50W &= I \cdot 28V \\ I &= 1,786A \end{aligned}$$

Navigation lights

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ 100W &= I \cdot 28V \\ I &= 3,571A \end{aligned}$$

Taxi lights

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ 80W &= I \cdot 28V \\ I &= 2,857A \end{aligned}$$

Strob lights

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ 40W &= I \cdot 28V \\ I &= 1{,}429A \end{aligned}$$

Panel lights

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ 20W &= I \cdot 28V \\ I &= 0{,}714A \end{aligned}$$

Le courant total fourni par la source est simplement la somme de tous ces courants.

$$\begin{aligned} I_{tot} &= 1{,}786A + 3{,}571A + 2{,}857A + 1{,}429A + 0{,}714A \\ &= 10{,}357A \end{aligned}$$

Voici une autre possibilité pour faire ce calcul : on peut simplement additionner toutes les puissances pour connaitre la puissance totale fournie par la batterie. Cette puissance totale est

$$\begin{aligned} I_{tot} &= 50W + 100W + 80W + 40W + 20W \\ &= 290W \end{aligned}$$

Comme la source doit fournir une puissance de 290 W, le courant fourni par la source est

$$\begin{aligned} P &= I\mathscr{E} \\ 290W &= I \cdot 28V \\ I &= 10{,}357A \end{aligned}$$

b) S'il n'y a que les interrupteurs B et E fermés, seules les navigation lights et les panel lights consomment de l'électricité. Le courant total fourni par la source est alors simplement la somme des 2 courants passant par ces instruments.

$$\begin{aligned} I_{tot} &= 3{,}571A + 0{,}714A \\ &= 4{,}285A \end{aligned}$$

c) Le temps pour arriver à la fin de la charge de la batterie est

$$\begin{aligned} Q &= I\Delta t \\ 48Ah &= 4{,}285A \cdot \Delta t \\ \Delta t &= 11{,}202h \end{aligned}$$

d) Si on ferme l'interrupteur A, la batterie doit alors fournir un courant de 1,786 A supplémentaire. Le courant total est alors

$$\begin{aligned} I_{tot} &= 1,786A + 3,571A + 0,714A \\ &= 6,071A \end{aligned}$$

Le temps pour arriver à la fin de la charge de la batterie sera maintenant de

$$\begin{aligned} Q &= I\Delta t \\ 48Ah &= 6,071A \cdot \Delta t \\ \Delta t &= 7,906h \end{aligned}$$

Le temps nécessaire pour décharger la batterie passe de 11,202 h à 7,906 h. Cela représente une baisse de 3,296 h.

17. Le 15 A montré sur la figure est le courant fourni à tous les appareils sauf le Pitot (puisque le 15 A est après la branche du Pitot). Comme le courant passant par le Pitot est

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ 50W &= I \cdot 28V \\ I &= 1,786A \end{aligned}$$

le courant total fourni par la source est

$$\begin{aligned} I_{tot} &= 1,786A + 15A \\ &= 16,786A \end{aligned}$$

La puissance totale fournie par la source est donc de

$$\begin{aligned} P &= I\mathscr{E} \\ &= 16,786A \cdot 28V \\ &= 470W \end{aligned}$$

La somme des puissances des appareils doit donc être égale à 470 W. On a donc

$$\begin{aligned} P_{source} &= P_{pitot} + P_{nav\ lts} + P_{taxi\ lts} + P_A + P_{panlel\ lts} \\ 470W &= 50W + 100W + 80W + P_A + 20W \\ P_A &= 220W \end{aligned}$$

18. Si la batterie fournit de la charge pendant 4 heures, alors le courant fourni par la batterie est

$$\begin{aligned} Q &= I\Delta t \\ 48Ah &= I \cdot 4h \\ I &= 12A \end{aligned}$$

Si on veut que la batterie fournisse du courant pendant 4 heures ou plus, on ne doit donc pas dépasser ce 12 A.

Avec ce courant, la puissance de la batterie est

$$\begin{aligned} P &= I\mathscr{E} \\ &= 12A \cdot 24V \\ &= 288W \end{aligned}$$

La puissance de tous les appareils ne doit donc pas dépasser 288 W. On a donc

$$\begin{aligned} P_{source} &= P_{pitot} + P_{nav\ lts} + P_{taxi\ lts} + P_A + P_{panlel\ lts} \\ 288W &= 50W + 100W + 80W + P_A + 20W \\ 288W &= 250W + P_A \\ P_A &= 38W \end{aligned}$$

La puissance de l'instrument A ne doit donc pas dépasser 38 W.

19. Puisque la différence de potentiel aux bornes du fil doit être de 3,5 % de la différence de potentiel de la source, la différence de potentiel aux bornes de la résistance qui représente la résistance des fils est de

$$\begin{aligned} \Delta V &= 0,035 \cdot 28V \\ &= 0,98V \end{aligned}$$

On va arrondir à 1 V.

Puisque le courant sera de 12,5 A, la résistance du fil doit être de

$$\begin{aligned} \Delta V &= RI \\ 1V &= R \cdot 12,5A \\ R &= 0,08\Omega \end{aligned}$$

En utilisant la formule de la résistance du fil, on a

$$R = \rho \frac{l}{A}$$
$$0,08\Omega = 1,72\times10^{-8}\Omega m \cdot \frac{9,144m}{A}$$
$$A = 1,72\times10^{-8}\Omega m \cdot \frac{9,144m}{0,08\Omega}$$
$$A = 1,966\times10^{-6}m^2$$

Puisque l'aire du bout du fil est $A = \pi r^2$, le rayon est

$$\pi r^2 = 1,966\times10^{-6}m^2$$
$$r = 7,911\times10^{-4}m$$
$$r = 0,7911mm$$

Le diamètre est donc de

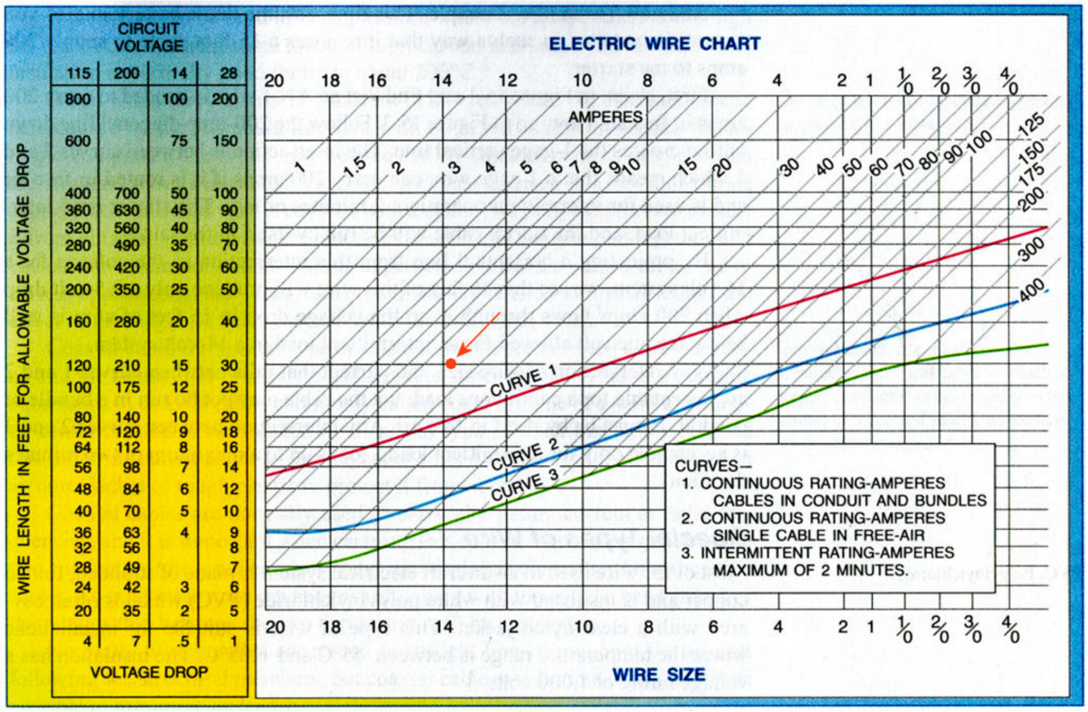
$$\begin{aligned} d &= 2r \\ &= 1,582mm \end{aligned}$$

La formule du calibre donne

$$\begin{aligned} n &= 36 - \tfrac{39}{\ln 92}\ln\left(\tfrac{d}{0,127mm}\right) \\ &= 36 - \tfrac{39}{\ln 92}\ln\left(\tfrac{1,582mm}{0,127mm}\right) \\ &= 14,25 \end{aligned}$$

En arrondissant vers le bas, on trouve que le calibre est 14.

On peut aussi trouver la réponse avec le diagramme. Si on place le point pour un fil de 30 pieds à 28 V transportant un courant de 12,5 A, on obtient un point un peu avant 14, ce qui donne un calibre de 13.



Il arrive qu’il y ait un décalage de 1 entre la table et le calcul. On va accepter les 2 réponses dans ce cas.

20. Puisque la différence de potentiel aux bornes du fil doit être de 3,5 % de la différence de potentiel de la source, la différence de potentiel aux bornes de la résistance qui représente la résistance des fils est de

$$\begin{aligned}\Delta V &= 0,035\cdot 115V\\ &= 4,025V\end{aligned}$$

On va arrondir à 4 V. La différence de potentiel aux bornes de l’appareil est donc

$$115V - 4V = 111V$$

Puisque la puissance utilisée par l’appareil est de 1150 W, le courant dans le circuit est

$$\begin{aligned}P &= I\Delta V\\ 1150W &= I\cdot 111V\\ I &= 10,36A\end{aligned}$$

Puisque le courant dans les fils est aussi de 10,36 A, la résistance des fils est

$$\Delta V = RI$$
$$4V = R \cdot 10,36A$$
$$R = 0,3861\Omega$$

En utilisant la formule de la résistance du fil, on a

$$R = \rho \frac{l}{A}$$
$$0,3861\Omega = 1,72 \times 10^{-8}\Omega m \cdot \frac{30,48m}{A}$$
$$A = 1,72 \times 10^{-8}\Omega m \cdot \frac{30,48m}{0,3861\Omega}$$
$$A = 1,358 \times 10^{-6} m^2$$

Puisque l'aire du bout du fil est $A = \pi r^2$, le rayon est

$$\pi r^2 = 1,358 \times 10^{-6} m^2$$
$$r = 6,574 \times 10^{-4} m$$
$$r = 0,6574mm$$

Le diamètre est donc de

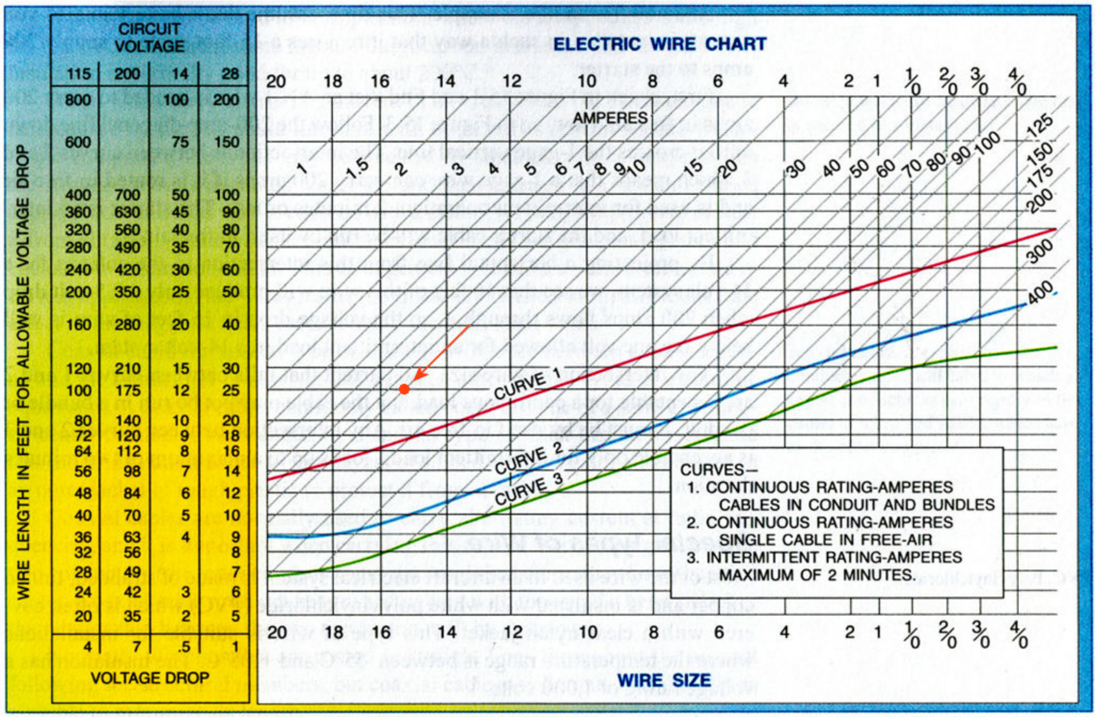
$$d = 2r$$
$$= 1,315mm$$

La formule du calibre donne

$$n = 36 - \tfrac{39}{\ln 92} \ln\left(\tfrac{d}{0,127mm}\right)$$
$$= 36 - \tfrac{39}{\ln 92} \ln\left(\tfrac{1,315mm}{0,127mm}\right)$$
$$= 15,84$$

En arrondissant vers le bas, on trouve que le calibre est 15.

On peut aussi trouver la réponse avec le diagramme. Si on place le point pour un fil de 100 pieds à 115 V transportant un courant de 10,36 A, on obtient un point de calibre 15.



21. Puisque la différence de potentiel aux bornes du fil doit être de 3,5 % de la différence de potentiel de la source, la différence de potentiel aux bornes de la résistance qui représente la résistance des fils est de

$$\begin{aligned}\Delta V &= 0,035 \cdot 28V \\ &= 0,98V\end{aligned}$$

On va arrondir à 1 V.

Puisque la puissance fournie par la source est de 2500 W, le courant dans le circuit est

$$\begin{aligned}P &= I\Delta V \\ 1120W &= I \cdot 28V \\ I &= 40A\end{aligned}$$

La résistance des fils est donc de

$$\begin{aligned}\Delta V &= RI \\ 1V &= R \cdot 40A \\ R &= 0,025\Omega\end{aligned}$$

En utilisant la formule de la résistance du fil, on a

$$R = \rho \frac{l}{A}$$
$$0,025\Omega = 2,82\times 10^{-8}\Omega m \cdot \frac{6,096m}{A}$$
$$A = 2,82\times 10^{-8}\Omega m \cdot \frac{6,096m}{0,025\Omega}$$
$$A = 6,876\times 10^{-6} m^2$$

Puisque l'aire du bout du fil est $A = \pi r^2$, le rayon est

$$\pi r^2 = 6,876\times 10^{-6} m^2$$
$$r = 6,990\times 10^{-4} m$$
$$r = 1,479mm$$

Le diamètre est donc de

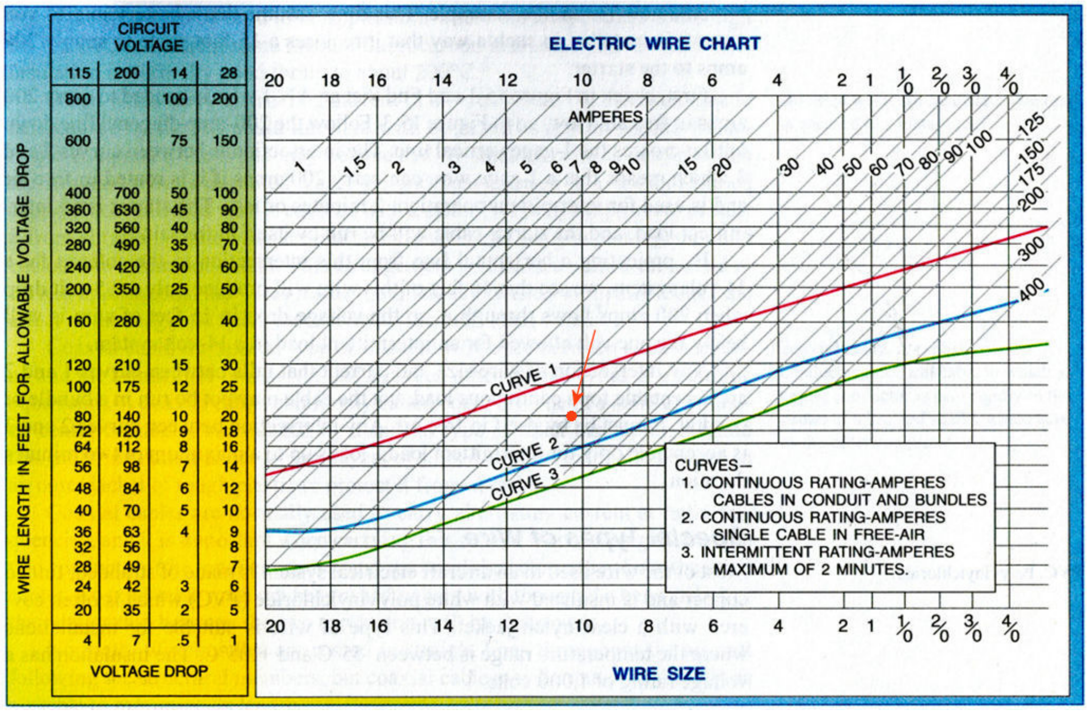
$$d = 2r$$
$$= 2,958mm$$

La formule du calibre donne

$$n = 36 - \tfrac{39}{\ln 92}\ln\left(\tfrac{d}{0,127mm}\right)$$
$$= 36 - \tfrac{39}{\ln 92}\ln\left(\tfrac{2,958mm}{0,127mm}\right)$$
$$= 8,85$$

En arrondissant vers le bas, on trouve que le calibre est 8.

On peut aussi trouver la réponse avec le diagramme. Si on place le point pour un fil de 20 pieds à 28 V transportant un courant de 40 A, on obtient un point de calibre 10. Puisque c'est un fil en aluminium, on doit soustraire 2, ce qui donne un calibre de 8.



22. Le diamètre est

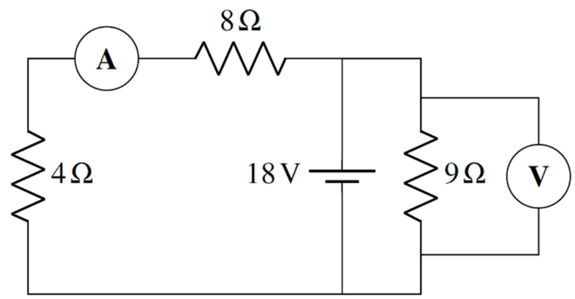
$$\begin{aligned} d &= 0{,}127mm \cdot 92^{(36-n)/39} \\ &= 0{,}127mm \cdot 92^{(36-8)/39} \\ &= 0{,}127mm \cdot 92^{28/39} \\ &= 3{,}264mm \end{aligned}$$

23. Pour le voltmètre, c'est assez facile. Puisque le voltmètre est en parallèle avec la source de 18 V, il mesure une différence de potentiel de 18 V. Reste à savoir si ce sera une valeur positive ou négative. Comme le fil rouge du voltmètre est branché du côté de la source avec le potentiel plus élevé, le voltmètre indique une valeur positive de 18 V (puisqu'un voltmètre affiche une valeur positive quand le fil rouge est à un potentiel plus élevé)

Pour trouver la valeur affichée par l'ampèremètre, il faut trouver le courant qui va vers la partie gauche du circuit. Pour trouver ce courant, il faut trouver la résistance équivalente de la partie de gauche du circuit (tout ce qui est à gauche de la source). On a premièrement deux résistances en parallèle. La résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$
$$R_{eq1} = 4\Omega$$

On a donc la situation suivante.



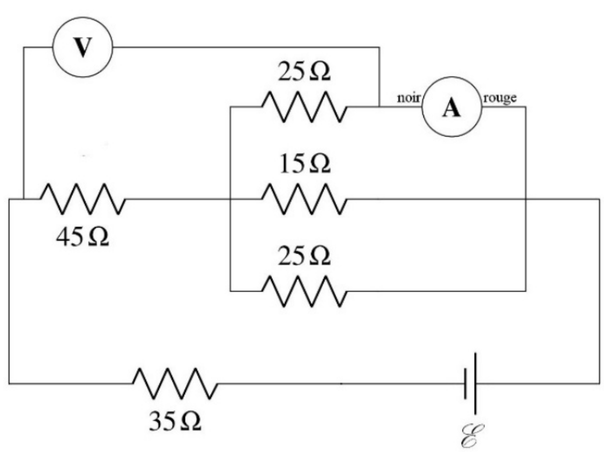
On voit assez facilement que la résistance équivalente est de 12 Ω pour la partie gauche du circuit. Cette résistance équivalente est branchée aux bornes de la pile de 18 V. Le courant est donc

$$\Delta V = RI$$
$$18V = 12\Omega \cdot I$$
$$I = 1,5A$$

Il y a donc un courant de 1,5 A vers la gauche qui traverse l'ampèremètre. Reste à savoir si ce sera une valeur positive ou négative. Puisque le courant traverse l'ampèremètre en allant du fil noir au fil rouge, la valeur affichée est de -1,5 A (puisque l'ampèremètre affiche une valeur positive quand le courant passe en allant du fil rouge au fil noir.)

24. a)

On va premièrement simplifier un peu le circuit en prenant la résistance équivalente des résistances de 10 Ω et 15 Ω en série. On a alors le circuit suivant



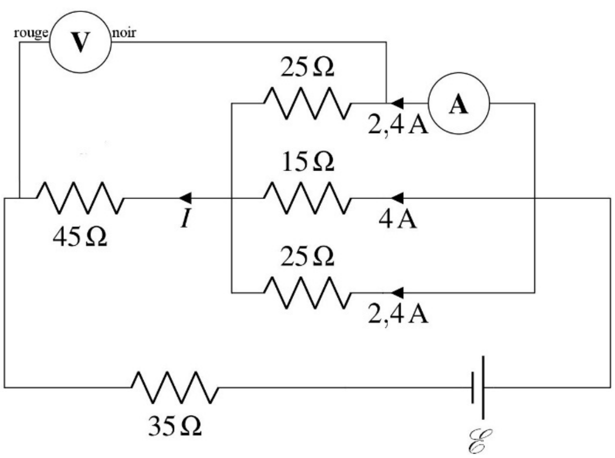
On peut alors trouver la différence de potentiel aux bornes des trois résistances en parallèle puisque la différence de potentiel aux bornes de ces résistances est la même que celle de 25 Ω du haut. La différence de potentiel est

$$\begin{aligned} \Delta V &= RI \\ &= 25\Omega \cdot 2,4A \\ &= 60V \end{aligned}$$

De là, on peut trouver le courant dans les 2 autres résistances en parallèle.

$$\Delta V = RI \qquad \rightarrow \qquad 60V = 15\Omega \cdot I \qquad \rightarrow \qquad I = 4A$$
$$\Delta V = RI \qquad \rightarrow \qquad 60V = 25\Omega \cdot I \qquad \rightarrow \qquad I = 2,4A$$

On va ensuite trouver le courant qui passe par la résistance de 45 Ω. On va appliquer la loi des nœuds sur le nœud de gauche du groupe de trois résistances en parallèle.



On a alors

$$\begin{aligned} 2,4A + 4A + 2,4A &= I \\ I &= 8,8A \end{aligned}$$

Une fois qu'on a tous les courants, on peut trouver la valeur affichée par le voltmètre. On va prendre une maille qui passe par le voltmètre, la résistance de 45 Ω et la résistance de 25 Ω et allant dans le sens des aiguilles d'une montre. L'équation de cette maille est

$$-45\Omega \cdot 8,8A - \Delta V_{voltmètre} - 25\Omega \cdot 2,4A = 0$$

On inscrit $-\Delta V_{voltmètre}$ puisqu'on traverse le voltmètre en allant du fil rouge au fil noir. La solution de cette équation est

$$-45\Omega \cdot 8,8A - \Delta V_{voltmètre} - 25\Omega \cdot 2,4A = 0$$
$$-396V - \Delta V_{voltmètre} - 60V = 0$$
$$\Delta V_{voltmètre} = -456V$$

C'est la valeur qu'affiche le voltmètre.

b) Pour trouver la différence de potentiel aux bornes de la source, on va faire une loi des mailles qui passe, dans cet ordre, par la résistance de 35 Ω, la source, la résistance de 15 Ω et la résistance de 45 Ω. On a donc

$$-35\Omega \cdot 8,8A + \mathscr{E} - 15\Omega \cdot 4A - 45\Omega \cdot 8,8A = 0$$
$$\mathscr{E} = 764V$$

25. On a

$$TCF = TCO - rI$$
$$11,8V = 12,4V - r \cdot 40A$$
$$r = 0,015\Omega$$

26. On trouve la résistance de la pile avec

$$TCF = TCO - rI$$
$$22V = 24V - r \cdot 4A$$
$$r = 0,5\Omega$$

S'il y a 22 V aux bornes de la pile, il y a aussi 22 V aux bornes de la résistance. On a donc

$$\Delta V = RI$$
$$22V = R \cdot 4A$$
$$R = 5,5\Omega$$

27. Quand la pile donne du courant, la différence de potentiel est

$$TCF = TCO - rI$$

On a les donc deux équations suivantes.

$$12,2V = TCO - r \cdot 1,2A$$
$$12,0V = TCO - r \cdot 1,7A$$

Pour résoudre, on a soustrait la deuxième équation de la première. On a alors

$$12,2V - 12,0V = (TCO - r \cdot 1,2A) - (TCO - r \cdot 1,7A)$$
$$0,2V = -r \cdot 1,2A + r \cdot 1,7A$$
$$0,2V = r \cdot 0,5A$$
$$r = 0,4\Omega$$

On trouve ensuite la *TCO* avec une des deux équations.

$$12,2V = TCO - r \cdot 1,2A$$
$$12,2V = TCO - 0,4\Omega \cdot 1,2A$$
$$TCO = 12,68V$$

28. Quand la pile donne du courant, la différence de potentiel est

$$TCF = TCO - rI$$

Quand la pile reçoit du courant (quand on charge la pile), la différence de potentiel est

$$TCF = TCO + rI$$

On a les donc deux équations suivantes.

$$12,23V = TCO - r \cdot 1,2A$$
$$12,89V = TCO + r \cdot 3,2A$$

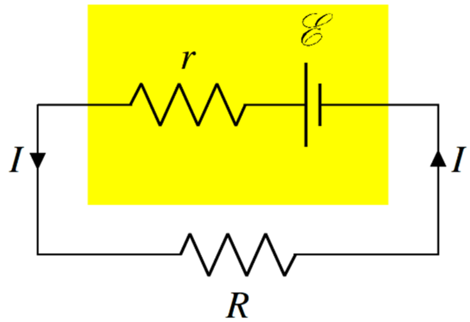
Pour résoudre, on a soustrait la première équation de la deuxième. On a alors

$$12,89V - 12,23V = (TCO + r \cdot 3,2A) - (TCO - r \cdot 1,2A)$$
$$0,66V = r \cdot 3,2A + r \cdot 1,2A$$
$$0,66V = r \cdot 4,4A$$
$$r = 0,15\Omega$$

On trouve ensuite $\mathscr{E}$ avec une des deux équations.

$$12,23V = TCO - r \cdot 1,2A$$
$$12,23V = TCO - 0,15\Omega \cdot 1,2A$$
$$TCO = 12,41V$$

29. Nous avons un circuit formé d'une pile et d'une résistance.



La différence de potentiel aux bornes de la pile est la même que celle aux bornes de la résistance. On peut donc trouver le courant quand on est branché à la résistance de 20 Ω. On a alors

$$\Delta V = RI$$
$$16,4V = 20\Omega \cdot I$$
$$I = 0,82A$$

Pour la pile, on a donc

$$TCF = TCO - rI$$
$$16,4V = TCO - r \cdot 0,82A$$

On peut ensuite trouver le courant quand on est branché à la résistance de 50 Ω. On a alors

$$\Delta V = RI$$
$$17V = 50\Omega \cdot I$$
$$I = 0,34A$$

Pour la pile, on a donc

$$TCF = TCO - rI$$
$$17V = TCO - r \cdot 0,34A$$

On a les donc deux équations suivantes.

$$16,4V = TCO - r \cdot 0,82A$$
$$17V = TCO - r \cdot 0,34A$$

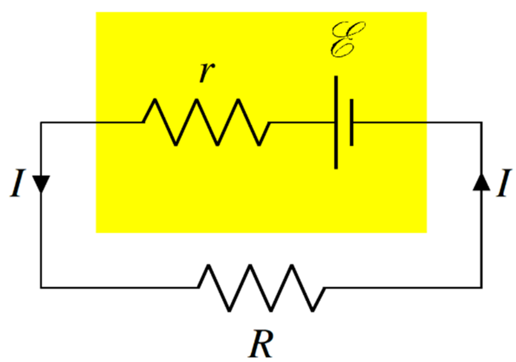
Pour résoudre, on a soustrait la première équation de la deuxième. On a alors

$$17V - 16,4V = (TCO - r \cdot 0,34A) - (TCO - r \cdot 0,82A)$$
$$0,6V = -r \cdot 0,34A + r \cdot 0,82A$$
$$0,6V = r \cdot 0,48A$$
$$r = 1,25\Omega$$

On trouve ensuite la *TCO* avec une des deux équations.

$$17V = TCO - r \cdot 0,34A$$
$$17V = TCO - 1,25\Omega \cdot 0,34A$$
$$TCO = 17,425V$$

30. Nous avons un circuit formé d'une pile et d'une résistance.



Si la puissance dissipée est de 1250 W et que la résistance est de 2 Ω, on peut trouver le courant dans la résistance.

$$P_R = RI^2$$
$$1250W = 2\Omega \cdot I^2$$
$$I = 25A$$

C'est aussi le courant fourni par la pile. La différence de potentiel aux bornes de la résistance est

$$\begin{aligned} \Delta V &= RI \\ &= 2\Omega \cdot 25A \\ &= 50V \end{aligned}$$

C'est aussi la *TCF* aux bornes de la pile. On a donc

$$\begin{aligned} TCF &= TCO - rI \\ 50V &= 60V - r \cdot 25A \\ r &= 0,4\Omega \end{aligned}$$