# Solutionnaire du chapitre 9

**1.** La différence de potentiel est

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= vB\ell \\ &= 120\tfrac{m}{s} \cdot 0,025T \cdot 0,3m \\ &= 0,9V\end{aligned}$$

Quand la tige descend, les charges positives subissent une force vers la droite selon la règle de la main droite. C'est donc le côté droit de la tige qui est au potentiel le plus élevé.

**2.** La différence de potentiel est

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= vB\ell \\ &= 250\tfrac{m}{s} \cdot 0,00005T \cdot 45m \\ &= 0,5625V\end{aligned}$$

**3.** a)

En descendant vers le sol, la force sur la charge positive dans le bloc est en sortant de la page. Les charges positives vont donc s'accumuler sur le devant du cube et les charges négatives vont s'accumuler sur le derrière du cube. C'est donc le devant du cube qui a le potentiel le plus élevé et le derrière du cube qui a le potentiel le plus bas.

b) Pour trouver la différence de potentiel, il faut connaître la vitesse du cube. Cette vitesse est

$$\begin{aligned}v &= gt \\ &= 9,8\tfrac{N}{kg} \cdot 5s \\ &= 49\tfrac{m}{s}\end{aligned}$$

La différence de potentiel est alors

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= vB\ell \\ &= 49\tfrac{m}{s} \cdot 0,00005T \cdot 0,2m \\ &= 0,49mV\end{aligned}$$

**4.** Le flux est

$$\phi_B = BA\cos\theta$$

Il nous faut l'aire. Cette aire est

$$\begin{aligned} A &= base \cdot hauteur \\ &= 0,5m \cdot 0,2m \\ &= 0,1m^2 \end{aligned}$$

En utilisant un vecteur $A$ qui entre dans la feuille, le flux est donc

$$\begin{aligned} \phi_B &= BA\cos\theta \\ &= 0,05T \cdot 0,1m^2 \cdot \cos 0° \\ &= 0,005Wb \end{aligned}$$

**5.** Le flux est

$$\phi_B = BA\cos\theta$$

Il nous faut l'aire. Cette aire est

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} base \cdot hauteur \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,3m \cdot \left(0,3m \cdot \cos 30°\right) \\ &= 0,03897m^2 \end{aligned}$$

En utilisant un vecteur $A$ qui entre dans la feuille, le flux est donc

$$\begin{aligned} \phi_B &= BA\cos\theta \\ &= 0,2T \cdot 0,03897m^2 \cdot \cos 0° \\ &= 0,007794Wb \end{aligned}$$

**6.** En prenant un vecteur $A$ qui entre dans la page, le flux initial est

$$\begin{aligned}\phi &= BA\cos\theta \\ &= 0,02T\cdot\pi\cdot(0,12m)^2\cdot\cos 0° \\ &= 9,048\times10^{-4}Wb\end{aligned}$$

Le flux final est

$$\begin{aligned}\phi' &= B'A\cos\theta \\ &= 0,024T\cdot\pi\cdot(0,12m)^2\cdot\cos 0° \\ &= 10,857\times10^{-4}Wb\end{aligned}$$

La différence de potentiel induite est donc

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= -N\frac{\phi'-\phi}{\Delta t} \\ &= -1\cdot\frac{10,857\times10^{-4}Wb-9,048\times10^{-4}Wb}{0,04s} \\ &= -4,524mV\end{aligned}$$

Le courant est donc

$$\begin{aligned}I &= \frac{\mathscr{E}}{R} \\ &= \frac{-4,524mV}{2\Omega} \\ &= -2,262mA\end{aligned}$$

Puisque la réponse est négative, le courant est dans le sens contraire des aiguilles d'une montre selon la règle de la main droite.

**7.** En prenant un vecteur $A$ qui entre dans la page, la différence de potentiel induite est

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= RI \\ &= 2\Omega\cdot(-0,15A) \\ &= -0,3V\end{aligned}$$

La valeur est négative, car le courant est dans le sens contraire du sens positif donné par la règle de la main droite. On a donc

$$\mathscr{E} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$
$$-0,3V = -1\cdot\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$
$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = 0,3V$$

On trouve finalement le taux de variation du champ.

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{B_f A\cos\theta - B_i A\cos\theta}{\Delta t}$$
$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{B_f - B_i}{\Delta t}A\cos\theta$$
$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t}A\cos\theta$$
$$0,3V = \frac{\Delta B}{0,01s}\cdot\left(0,08m\right)^2\cdot\cos 0°$$
$$\Delta B = 0,46875T$$

Comme la valeur est positif, le champ augmente.

**8.** En utilisant un vecteur $A$ qui entre dans la feuille, la différence de potentiel est

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\\ &= -N\cdot\frac{B_f A\cos\theta - B_i A\cos\theta}{\Delta t}\\ &= -NA\cos\theta\frac{B_f - B_i}{\Delta t}\\ &= -1\cdot\pi\cdot\left(0,12m\right)^2\cdot\cos 0°\frac{0,03T - 0,05T}{0,1s}\\ &= 0,0090478V\end{aligned}$$

Le courant est donc

$$\begin{aligned} I &= \frac{\mathscr{E}}{R} \\ &= \frac{0,0090478V}{2\Omega} \\ &= 0,004524A \end{aligned}$$

Le courant est dans le sens des aiguilles d'une horloge selon la règle de la main droite.

**9.** On peut trouver $\Delta\phi/\Delta t$ à $t$ = 0,4 s en trouvant la pente sur le graphique à $t$ = 0,4 s. Cette pente est

$$\begin{aligned} \frac{\Delta\phi}{\Delta t} &= \frac{-5Wb-10Wb}{0,6s-0,2s} \\ &= -37,5\tfrac{Wb}{s} \end{aligned}$$

La différence de potentiel induite est donc

$$\begin{aligned} \mathscr{E} &= -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= -30\cdot\left(-37,5\tfrac{Wb}{s}\right) \\ &= 1125V \end{aligned}$$

Le courant est donc

$$\begin{aligned} I &= \frac{\mathscr{E}}{R} \\ &= \frac{1125V}{50\Omega} \\ &= 22,5A \end{aligned}$$

**10.** En prenant un vecteur $A$ vers le haut, le flux initial est

$$\begin{aligned} \phi &= BA\cos\theta \\ &= 0,4T\cdot(0,8m\cdot 0,6m)\cdot\cos 0° \\ &= 0,192Wb \end{aligned}$$

Le flux final est

$$\begin{aligned}\phi' &= B'A\cos\theta \\ &= 0,2T\cdot(0,8m\cdot 0,6m)\cdot\cos 0° \\ &= 0,096Wb\end{aligned}$$

La différence de potentiel induite est donc

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= -5\cdot\frac{0,096Wb-0,192Wb}{60s} \\ &= 0,008V\end{aligned}$$

**11.** Le rayon de l'anneau est

$$r = \frac{40cm}{2\pi} = 6,366cm$$

En prenant un vecteur $A$ vers le haut, le flux initial est

$$\begin{aligned}\phi &= BA\cos\theta \\ &= 0,06T\cdot\pi\cdot(0,06366m)^2\cdot\cos 0° \\ &= 7,639\times 10^{-4}Wb\end{aligned}$$

Le flux final est

$$\begin{aligned}\phi' &= B'A\cos\theta \\ &= 0,02T\cdot\pi\cdot(0,06366m)^2\cdot\cos 180° \\ &= -2,546\times 10^{-4}Wb\end{aligned}$$

La différence de potentiel induite est donc

$$\begin{aligned}\mathscr{E} &= -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= -500\cdot\frac{-2,546\times 10^{-4}Wb-7,639\times 10^{-4}Wb}{0,12s} \\ &= 4,244V\end{aligned}$$

On trouve la résistance avec

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$
$$0{,}25A = \frac{4{,}244V}{R}$$
$$R = 16{,}98\Omega$$

**12.** En utilisant un vecteur $A$ vers la droite, la différence de potentiel est

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\\ &= -N\cdot\frac{B_f A\cos\theta - B_i A\cos\theta}{\Delta t}\\ &= -N\frac{B_f - B_i}{\Delta t}A\cos\theta\\ &= -N\frac{\Delta B}{\Delta t}A\cos\theta\end{aligned}$$

Avec les valeurs, on a

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= -1000\cdot\left(-0{,}1\tfrac{T}{s}\right)\cdot\pi\cdot\left(0{,}12m\right)^2\cos 0°\\ &= 4{,}5239V\end{aligned}$$

La puissance dissipée est donc

$$\begin{aligned}P &= \frac{\mathcal{E}^2}{R}\\ &= \frac{\left(4{,}524V\right)^2}{25\Omega}\\ &= 0{,}8186W\end{aligned}$$

**13.** Le courant se trouve à partir de la différence de potentiel et de la résistance. On a la résistance, mais on doit trouver la différence de potentiel. Celle-ci est une différence de potentiel induite qui se trouve avec

$$\mathcal{E}_{induite} = -N\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

Pour la variation de flux, on va considérer les deux instants suivants :

1) Le fil de devant vient juste d'arriver à l'endroit où le champ commence.

2) Le fil de derrière vient juste d'arriver à l'endroit où le champ commence.

À l'instant 1, le flux est nul puisque le champ dans la boucle est nul.

$$\phi_{B1} = 0$$

À l'instant 2, le flux est (en prenant un vecteur *A* qui sort de la page)

$$\begin{aligned}\phi_{B2} &= BA\cos\theta \\ &= 0,1T \cdot (0,2m \cdot 0,3m) \cdot \cos 180° \\ &= -0,006Wb\end{aligned}$$

(L'angle est de 180° parce qu'on a choisi un vecteur *A* qui sort de la page. On aurait très bien pu choisir un vecteur *A* qui entre dans la page. L'angle aurait alors été de 0°.)

La variation de flux est donc

$$\begin{aligned}\Delta\phi_B &= \phi_{B2} - \phi_{B1} \\ &= -0,006Wb - 0Wb \\ &= -0,006Wb\end{aligned}$$

Pour trouver la différence de potentiel, il nous faut aussi Δ*t*. Le temps entre l'instant 1 et l'instant est le temps qu'il faut pour que le cadre avance de 30 cm. Puisque la vitesse du cadre est de 15 m/s, le temps est

$$\begin{aligned}\Delta t &= \frac{0,3m}{15\frac{m}{s}} \\ &= 0,02s\end{aligned}$$

La différence de potentielle induite est donc

$$\begin{aligned}\mathscr{E}_{induite} &= -N\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} \\ &= -1 \cdot \frac{-0,006Wb}{0,02s} \\ &= 0,3V\end{aligned}$$

Le courant est donc

$$\begin{aligned}I &= \frac{\mathscr{E}}{R} \\ &= \frac{0,3V}{50\Omega} \\ &= 0,006A\end{aligned}$$

La charge qui passe dans le résistance est donc

$$\begin{aligned} Q &= I\Delta t \\ &= 0,006A \cdot 0,02s \\ &= 0,00012C \\ &= 120\mu C \end{aligned}$$

**14.** Le courant se trouve à partir de la différence de potentiel et de la résistance. Commençons par trouver la différence de potentiel. Celle-ci est une différence de potentiel induite qui se trouve avec

$$\mathscr{E}_{induite} = -N\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

Pour la variation de flux, on va considérer les deux instants suivants :

1) Le fil de devant vient juste d'arriver à l'endroit où le champ se termine.
2) Le fil de derrière vient juste d'arriver à l'endroit où le champ se termine.

À l'instant 1, le flux est (en prenant un vecteur *A* qui sort de la page)

$$\begin{aligned} \phi_{B1} &= BA\cos\theta \\ &= 0,1T \cdot \left(0,2m \cdot 0,6m\right) \cdot \cos 180° \\ &= -0,012Wb \end{aligned}$$

À l'instant 2, le flux est nul puisque le champ dans la boucle est nul.

$$\phi_{B2} = 0$$

(L'angle est de 180° parce qu'on a choisi un vecteur *A* qui sort de la page. On aurait très bien pu choisir un vecteur *A* qui entre dans la page. L'angle aurait alors été de 0°.)

La variation de flux est donc

$$\begin{aligned} \Delta\phi_B &= \phi_{B2} - \phi_{B1} \\ &= 0Wb - -0,012Wb \\ &= 0,012Wb \end{aligned}$$

Pour trouver la différence de potentiel, il nous faut aussi $\Delta t$. Le temps entre l'instant 1 et l'instant est le temps qu'il faut pour que le cadre avance de 60 cm. Puisque la vitesse du cadre est de 20 m/s, le temps est

$$\Delta t = \frac{0,6m}{20\frac{m}{s}}$$
$$= 0,03s$$

La différence de potentielle induite est donc

$$\mathscr{E}_{induite} = -N\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$
$$= -1\cdot\frac{0,012Wb}{0,03s}$$
$$= -0,4V$$

Pour trouver le courant, il nous faut la résistance du fil. Cette résistance est

$$R = \rho\frac{l}{A}$$
$$= 1,678\times10^{-8}\Omega m\cdot\frac{1,6m}{\pi\cdot(0,001m)^2}$$
$$= 0,008546\Omega$$

Le courant est donc

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R}$$
$$= \frac{-0,4V}{0,008546\Omega}$$
$$= -46,81A$$

Selon la règle de la main droite, ce courant est dans le sens des aiguilles d'une montre.

b) Seuls les fils qui sont dans le champ magnétique subissent une force. Le fil du haut subit une force vers le haut et le fil du bas subit une force vers le bas de même grandeur. Ces deux forces s'annulent et il ne reste donc que la force sur le fil de gauche. La force sur ce fil est

$$F = I\ell B\sin\theta$$
$$= 46,81A\cdot0,2m\cdot0,1T\cdot\sin 90°$$
$$= 0,9361N$$

Selon la règle de la main droite, cette force est vers la gauche.

**15.** La différence de potentiel maximale est

$$\begin{aligned}\Delta v_0 &= 2\pi NBAf \\ &= 2\pi \cdot 800 \cdot 0,2T \cdot (0,4m \cdot 0,2m) \cdot 50Hz \\ &= 4021V\end{aligned}$$

**16.** La différence de potentiel maximale se trouve avec

$$\begin{aligned}P_{\max} &= \frac{\Delta V_{\max}^2}{R} \\ P_{\max} &= \frac{\Delta v_0^2}{R} \\ 12,5W &= \frac{\Delta v_0^2}{200\Omega} \\ \Delta v_0 &= 50V\end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}\Delta v_0 &= 2\pi NBAf \\ 50V &= 2\pi \cdot 1 \cdot 0,1T \cdot 0,8m^2 \cdot f \\ f &= 99,47Hz\end{aligned}$$

**17.** a) La valeur maximale est

$$\begin{aligned}\Delta v_0 &= 2\pi NBAf \\ &= 2\pi \cdot 1 \cdot 0,1T \cdot 0,2m^2 \cdot 80Hz \\ &= 10,053V\end{aligned}$$

b) La puissance maximale par la résistance est

$$\begin{aligned}P &= \frac{\Delta V^2}{R} \\ &= \frac{(10,053V)^2}{200\Omega} \\ &= 0,5053A\end{aligned}$$