

Nom \_\_\_\_\_ **SOLUTIONS** \_\_\_\_\_

Numéro d'étudiant.e \_\_\_\_\_

**Professeur**        Marc de Montigny  
**Date**                Jeudi, 16 avril 2015, de 9 h à midi  
**Lieu**                 Gymnase de la Faculté Saint-Jean

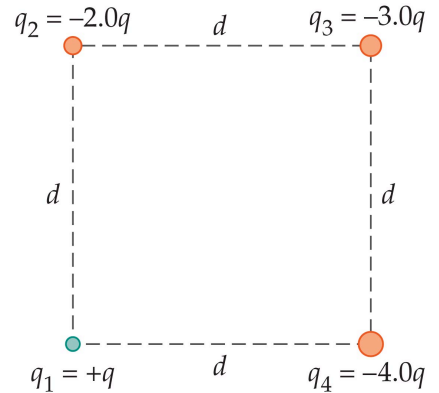
### **Instructions**

- Ce cahier contient **13 pages**. Écrivez-y vos réponses. Vous pouvez utiliser le verso des pages pour vos calculs. *Je ne le corrigerai pas*, sauf si vous m'indiquez de le faire. Vous pouvez détacher la dernière page, qui contient un tableau périodique.
- L'examen contient **35 points** et vaut **35%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **19 questions**. Vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est incorrecte.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété avec d'autres formules. Vous perdrez 5/35 si vous y avez inclus des solutions ou si vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen.
- Matériel permis: aide-mémoire, crayons ou stylos, calculatrice (programmable et graphique permise). Tout autre appareil électronique ou moyen de communication est interdit. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

**Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas  
à me le demander !**

**Question 1. Champ électrique [3.0 points]**

Considérez un système de charges aux coins d'un carré d'arêtes  $d = 25$  cm. À la figure, on a  $q = 2.0 \mu\text{C}$ .



- A. Quelles sont la *grandeur* et la *direction* du champ électrique  $\mathbf{E}$  à la position de  $q_1$  causé par  $q_2, q_3$  et  $q_4$  ?
- B. Quelles sont la *grandeur* et la *direction* de la force électrique  $\mathbf{F}$  sur  $q_1$  par  $q_2, q_3$  et  $q_4$  ?

**Solution**

- A. On calcule la grandeur de chaque champ avec  $E_a = \frac{kq_a}{r_a^2}$ , qui donne  $\mathbf{E}_2 = 5.76 \times 10^5$  V/m vers le haut,  $\mathbf{E}_3 = 4.32 \times 10^5$  V/m vers le haut à droite à  $45^\circ$ , et  $\mathbf{E}_4 = 1.15 \times 10^6$  V/m vers la droite. On trouve les composantes :

$$E_x = 0 + 4.32 \times 10^5 \cos 45 + 1.15 \times 10^6 = 1.46 \times 10^6 \text{ et}$$

$$E_y = 5.76 \times 10^5 + 4.32 \times 10^5 \sin 45 + 0 = 8.81 \times 10^5. \text{ La grandeur est}$$

$$E = \sqrt{14.6^2 + 8.81^2} \times 10^5 = 1.7 \times 10^6 \text{ V/m et de } \tan \theta = \frac{8.81 \times 10^5}{14.6 \times 10^5}, \text{ on trouve que}$$

l'angle est  $31^\circ$  au nord de l'est

- B. De  $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ , on trouve  $F = (2 \times 10^{-6})(1.7 \times 10^6) = 3.4$  N dans la même direction que  $\mathbf{E}$ .

**Question 2. Lignes de champ électrique [1.0 point]**

Tracez les lignes de champ électrique pour les trois charges à droite en prenant 12 lignes qui touchent à la charge  $-3q$ . Indiquez aussi la direction de  $\mathbf{E}$  par des flèches.

$+2q$

$-3q$

$+q$

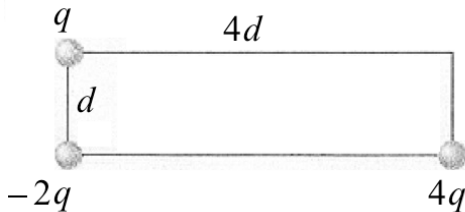
**Solution**

12 lignes pointent vers  $-3q$ ,

8 lignes partent de  $2q$  et 4 lignes partent de  $q$ .

**Question 3. Énergie potentielle électrique [2.0 points]**

Considérez le système de charges ci-dessous, aux coins d'un rectangle pour lequel  $d = 22.0$  cm. Prenez  $q = 1.50$   $\mu\text{C}$ . Quel travail *externe* est requis pour assembler ces trois charges de l'infini à la configuration finale montrée à la figure ?



**Solution**

$$W_{ext} = \sum_{\text{paires } ij} U_{ij} = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$

avec  $U_{ij} = \frac{kq_i q_j}{r_{ij}}$ , ce qui donne

$$W_{ext} = \frac{kq^2}{d} \left( \frac{-2}{1} + \frac{4}{\sqrt{1+4^2}} + \frac{(-2)(4)}{4} \right) = -0.279 \text{ J}$$

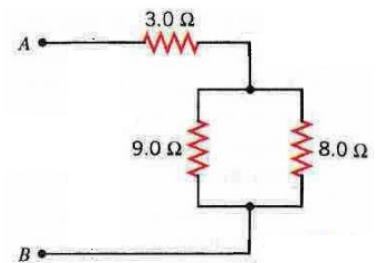
**Question 4. Puissance électrique [2.0 points]**

On branche une pile de 2.0 V entre les points A et B du circuit ci-contre. Calculez la puissance dissipée dans chacune des résistances.

**Solution**

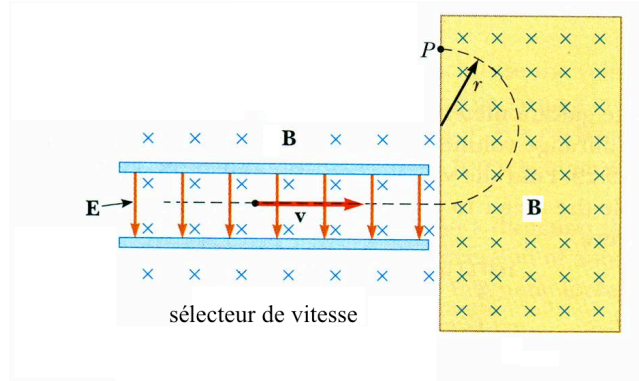
On calcule  $R_{eq} = 3.0 + (9.0^{-1} + 8.0^{-1})^{-1} = 7.235$  ohms.

Le courant dans 3.0 ohms est donc  $2.0/7.235 = 0.276$  A, et la puissance dissipée est  $P_3 = (3.0)(0.276)^2 = 0.229$  W. Pour trouver les courant dans 9 ohms et 8 ohms, on résout  $8I_8 = 9I_9$  et  $I_8 + I_9 = 0.276$  qui donnent  $I_8 = 0.146$  A et  $I_9 = 0.130$  A. Avec  $P = RI^2$ , on trouve  $P_8 = 0.171$  W et  $P_9 = 0.152$  W.



**Question 5. Force magnétique sur une particule chargée [2.0 points]**

Un ion de masse  $m = 1.12 \times 10^{-24}$  kg et de charge de grandeur  $1.60 \times 10^{-19}$  C se déplace vers la droite dans un sélecteur de vitesse, qui consiste en un champ  $\mathbf{E}$  (962 V/m vers le bas) et un champ  $\mathbf{B}$  (0.925 T dans la page). L'ion arrive ensuite dans une région où il n'y a que le même champ  $\mathbf{B}$ .



- Pour quelle vitesse  $v$  l'ion va-t-il se déplacer en ligne droite horizontale sans être dévié ?
- Est-ce que ce sélecteur de vitesse fonctionne seulement pour des ions chargés positivement ou négativement, ou pour n'importe quel signe de la charge ?
- Quel est le rayon  $r$  de la trajectoire circulaire dans la région à droite ?

**Solution**

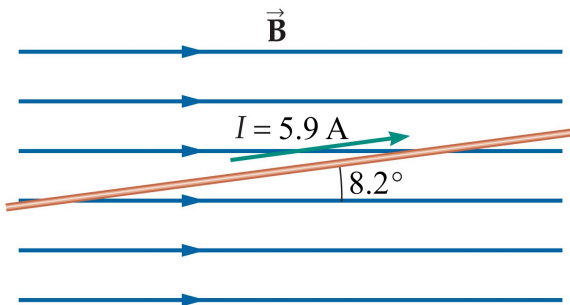
A. Pour ne pas être déviée, on a  $F_E = F_B$ , qui mène à  $v = \frac{E}{B} = \frac{962}{0.925} = 1040$  m/s

B. Ça fonctionne pour n'importe quel signe de charge.

C.  $r = \frac{mv}{qB} = \frac{(1.12 \times 10^{-24})(1040)}{(1.60 \times 10^{-19})(0.925)} = 7.87$  mm

**Question 6. Force magnétique sur un courant [1.0 point]**

Un long fil conducteur, montré ci-dessous, est dans une région où il y a un champ magnétique  $\mathbf{B}$  uniforme. Le courant dans ce fil vaut 5.9 A à  $8.2^\circ$  par rapport à  $\mathbf{B}$ . Si la force magnétique par mètre sur ce fil est 0.028 N/m, quelle est la grandeur de  $\mathbf{B}$  ?



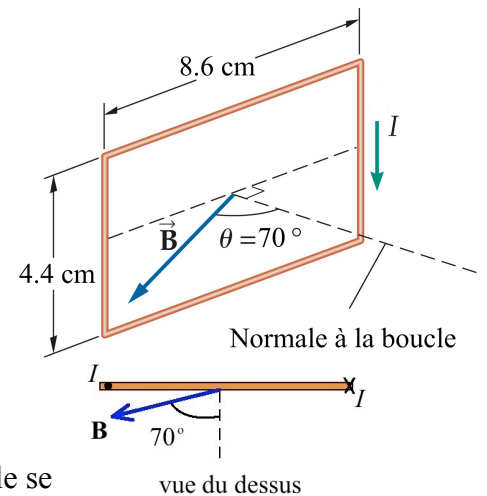
**Solution**

$F = ILB \sin \theta$  donne

$B = \frac{F}{IL \sin \theta} = \frac{0.028}{(5.9)(1) \sin(8.2)} = 0.033$  T

**Question 7. Moment de force sur une boucle de courant [2.0 points]**

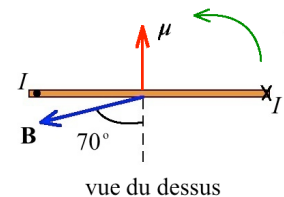
La figure en haut à droite représente une boucle (avec  $I = 0.34 \text{ A}$ ) plongée dans un champ magnétique  $\mathbf{B} = 0.79 \text{ T}$  qui pointe à  $70^\circ$  par rapport à la droite normale à la boucle. La figure en bas à droite montre une vue du dessus. Il n'y a qu'un enroulement.



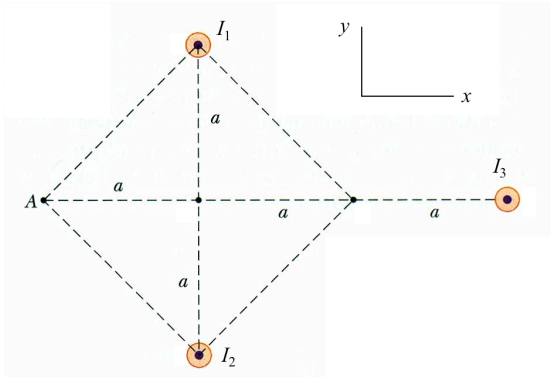
- Quelle est la *grandeur* du moment magnétique  $\mu$  ?
- Indiquez le vecteur moment magnétique  $\mu$  sur une des deux figures.
- Quelle est la grandeur du moment de force qui agit sur la boucle de courant ?
- Sur la figure du bas, indiquez dans quelle direction la boucle se mettra à tourner.

**Solution**

- $\mu = NIA = Iab = (0.34)(0.086)(0.044) = 1.3 \text{ mA}\cdot\text{m}^2$
- Vers l'arrière : **flèche rouge** à la figure ci-contre.
- $\tau = \mu B \sin \theta = (1.3 \times 10^{-3})(0.79) \sin(180 - 70) = 0.96 \text{ mN}\cdot\text{m}$
- Antihoraire vu du dessus : **flèche verte** à la figure ci-contre.



**Question 8. Champ magnétique créé par un courant [3.0 points]**



La figure de gauche montre trois courants qui sortent perpendiculairement de la page. Si  $a = 2.0$  cm,  $I_1 = 3.2$  A,  $I_2 = 2.8$  A et  $I_3 = 5.4$  A, quelles sont les *composantes*  $x$  et  $y$  du champ magnétique  $\mathbf{B}$  produit par l'ensemble de ces trois courants au point  $A$  ?

**Solution**

La grandeur de  $\mathbf{B}$  est  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ . Pour  $I_1$  et  $I_2$ ,  $r = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}a$  et pour  $I_3$ ,  $r = 3a$ .

Pour  $\mathbf{B}_1$ , on a donc  $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi\sqrt{2}a} = 2.2627 \times 10^{-5}$  T à  $45^\circ$  en bas à droite.

Pour  $\mathbf{B}_2$ ,  $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi\sqrt{2}a} = 1.9799 \times 10^{-5}$  T à  $45^\circ$  en bas à gauche.

Pour  $\mathbf{B}_3$ ,  $B_3 = \frac{\mu_0 I_3}{2\pi 3a} = 1.8 \times 10^{-5}$  T vers le bas. On trouve

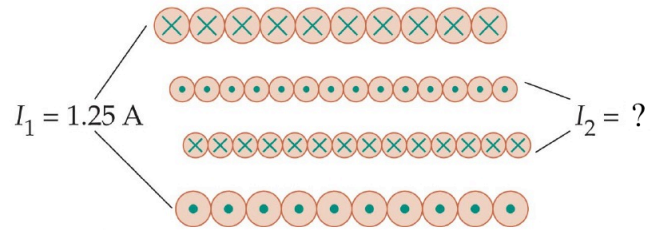
$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2 + \mathbf{B}_3 =$$

$$(2.2627 \cos 45, -2.2627 \sin 45) \times 10^{-5} + (-1.9799 \cos 45, -1.9799 \sin 45) \times 10^{-5} + (0, -1.8 \times 10^{-5})$$

$$= (2.0 \times 10^{-6}, -4.8 \times 10^{-5}) \text{ T}$$

**Question 9. Champ magnétique créé par un courant [2.0 points]**

La figure montre deux solénoïdes dont le plus grand est parcouru par un courant  $I_1 = 1.25 \text{ A}$  avec  $n_1 = 105 \text{ tr/cm}$ , et le solénoïde interne est parcouru par un courant  $I_2$  avec  $n_2 = 125 \text{ tr/cm}$ . Si le champ magnétique total  $\mathbf{B}_T$  au centre des solénoïdes vaut  $0.0176 \text{ T}$  vers la droite, que vaut  $I_2$  ?



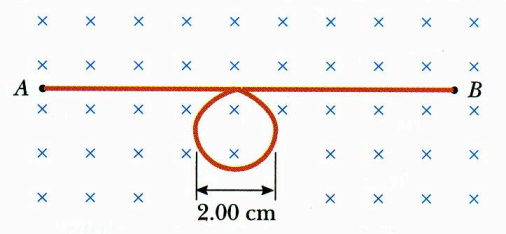
**Solution**

Chaque champ vaut  $B = \mu_0 n I$ . Selon la main droite, le courant  $I_1$  cause un champ  $\mathbf{B}_1$  vers la gauche et  $I_2$  crée un champ  $\mathbf{B}_2$  vers la droite. On a donc que  $B_2 > B_1$ , et  $B = B_2 - B_1$  qui donne  $B_2 = B + B_1$  et  $\mu_0 n_2 I_2 = B + \mu_0 n_1 I_1$ , et donc

$$I_2 = \frac{B + \mu_0 n_1 I_1}{\mu_0 n_2} = \frac{0.0176 + \mu_0 (10500)(1.25)}{\mu_0 (12500)} = 2.17 \text{ A}$$

**Question 10. Induction électromagnétique [2.0 points]**

Une boucle de diamètre  $2.00 \text{ cm}$  dans un fil conducteur est plongée dans une région où il y a un champ magnétique uniforme de  $32.0 \text{ mT}$  qui entre perpendiculairement dans la page.



- Si on tend ce fil de façon à ce que le diamètre soit réduit de  $2.00$  à  $0.00 \text{ cm}$  en  $45.0 \text{ ms}$ , quelle sera la fém induite  $\varepsilon$  entre les points  $A$  et  $B$  ? Le courant induit ira-t-il vers  $A$  ou  $B$  ?
- Si le diamètre reste égal à  $2.00 \text{ cm}$ , mais qu'on augmente  $B$  de  $32.0 \text{ mT}$  à  $88.0 \text{ mT}$  en  $27.0 \text{ ms}$ , quelle sera la fém induite  $\varepsilon$  entre les points  $A$  et  $B$  ? Le courant induit ira-t-il vers  $A$  ou vers  $B$  ?

**Solution**

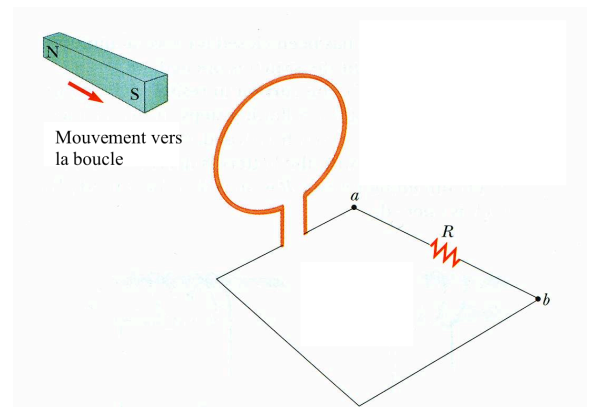
A.  $\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BA}{t} = \frac{(0.032)(\pi \times 0.01^2)}{0.045} = 0.223 \text{ mV}$  et  $I_{\text{ind}}$  vers  $B$

B.  $\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{(B_f - B_i)A}{t} = \frac{(0.088 - 0.032)(\pi \times 0.01^2)}{0.027} = 0.652 \text{ mV}$  et  $I_{\text{ind}}$  vers  $A$

**Question 11. Loi de Lenz [1.0 point]**

Un aimant se déplace vers une boucle, le côté sud étant à l'avant (voir figure).

- A. Le courant conventionnel  $I_{\text{ind}}$  circulera-t-il de  $a$  vers  $b$ , de  $b$  vers  $a$ , ou sera-t-il nul ?
- B. Est-ce que  $V_a - V_b$  sera positif, négatif ou nul ?

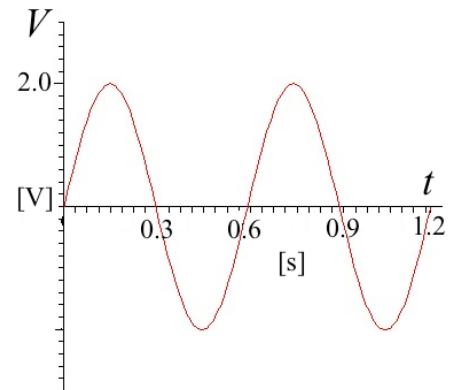


**Solution**

**B** vers l'arrière, flux augmente,  $\mathbf{B}_{\text{ind}}$  vers l'avant,  $I_{\text{ind}}$  anti-horaire, donc **de  $b$  vers  $a$** .  $V_a - V_b$  **négatif**.

**Question 12. Générateur électrique [2.0 points]**

Le graphique ci-dessous indique la fém produite par un générateur constitué de  $N = 200$  enroulements circulaires de rayon  $r = 1.2$  cm. Quelle est la grandeur du champ magnétique dans lequel cette boucle est plongée ?



**Solution**

$\varepsilon = \varepsilon_{\text{max}} \sin \omega t$  où  $\varepsilon_{\text{max}} = NBA\omega$ . D'après le graphique, l'amplitude est égale à  $\varepsilon_{\text{max}} = 2.0$

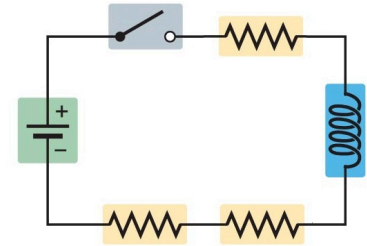
V et la période vaut 0.60 s. Comme  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ , on trouve

$$B = \frac{\varepsilon_{\text{max}}}{NA\omega} = \frac{\varepsilon_{\text{max}} T}{N2\pi^2 r^2} = \frac{(2.0)(0.6)}{(200)2\pi^2 (0.012)^2} = 2.1 \text{ T.}$$



**Question 13. Circuits RL [1.5 point]**

Dans le circuit RL ci-contre, on a *trois* résistances identiques de 5.00 ohms chacune, en série avec une pile de 6.00 V et une bobine dont  $L = 40.0$  mH.



- A. Quel est le courant dans la pile à  $t = 5.00$  ms après avoir fermé l'interrupteur ?
- B. Quel est ce courant longtemps après avoir fermé l'interrupteur ?

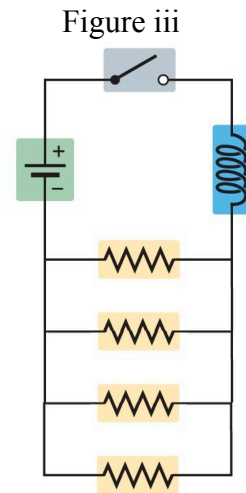
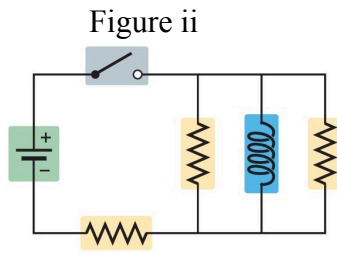
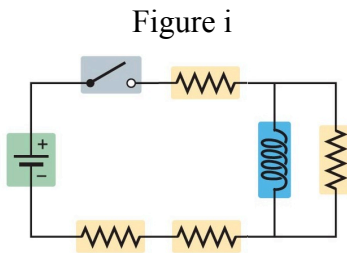
**Solutions**

A.  $I = \frac{\varepsilon}{R}(1 - e^{-t/\tau})$  avec  $\tau = \frac{L}{R}$ . On trouve  $I = \frac{6.0}{15.0} \left(1 - e^{-5(10^{-3})15.0/40(10^{-3})}\right) = 0.339$  A.

B. À  $t$  très grand, on trouve  $I = 6.0/15.0 = 0.400$  A.

**Question 14. Circuits RL à grands  $t$  [1.5 point]**

Les circuits ci-dessous ont des piles identiques de fém égale à 9.00 V et chaque résistance vaut 2.00 ohms. Les bobines ont  $L = 28.0$  mH. Quel est le courant final qui passe dans chaque pile, longtemps après avoir fermé les interrupteurs ?



**Solutions**

Dans chaque cas, la bobine est remplacée par un fil.

Fig i. Aucun  $I$  ne passe dans la résistance de droite. On a donc 3 résistances en série. Le courant dans la pile vaut  $I = V/3R = 9/6 = 1.50$  A

Fig ii. Aucun  $I$  ne passe dans les 2 résistances verticales. On n'a qu'une résistance. Le courant est  $I = V/R = 9/2 = 4.50$  A

Fig iii. On a 4 résistance identiques en parallèle, et  $R_{eq} = R/4 = 0.5$ . Le courant dans la pile est  $I = V/(R/4) = 9/0.5 = 18.0$  A

**Question 15. Transformateurs [1.0 point]**

- Un transformateur réduit le voltage de 2600 V (entrée) à 120 V (sortie).
- A. S'il y a 90 enroulements à la sortie, combien y en a-t-il à l'entrée ?
- B. Si le courant à l'entrée vaut 1.2 A, quel est le courant à la sortie ?



**Solutions**

A.  $N_1 = N_2 \frac{V_1}{V_2} = 90 \frac{2600}{120} = 1950$

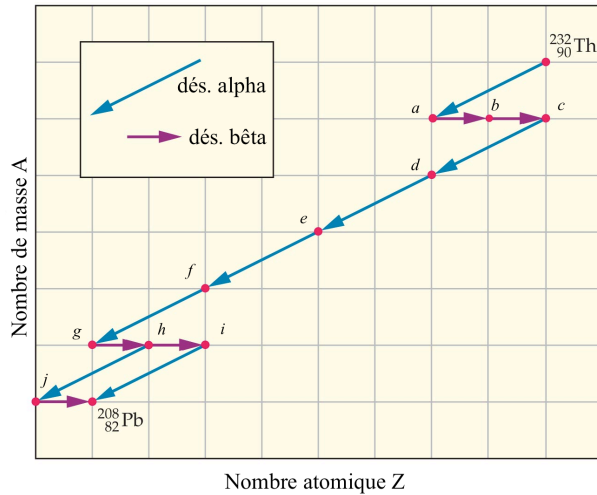
B.  $I_2 = I_1 \frac{N_1}{N_2} = 1.2 \frac{1950}{90} = 26 \text{ A}$

**Question 16. Désintégrations nucléaires [2.0 points]**

(Un tableau périodique est inclus à la dernière page.)

- A. Laquelle ou lesquelles, parmi les réactions suivantes, mènent à un nouvel élément ou isotope : **alpha**, **bêta** ou gamma ?
- B. Complétez la réaction :  ${}^{12}_5\text{B} \rightarrow \text{_____} + e^- + \bar{\nu}$  Rép.  ${}^{12}_6\text{C}$
- C. Complétez la réaction :  ${}^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow \text{_____} + {}^4_2\text{He}$  Rép.  ${}^{208}_{81}\text{Tl}$
- D. Complétez la réaction :  $\text{_____} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{140}_{58}\text{Ce}$  Rép.  ${}^{144}_{60}\text{Nd}$

**Question 17. Désintégrations nucléaires [2.0 points]**



Le schéma de gauche représente une chaîne de désintégrations nucléaires identifiés par des flèches horizontales (bêta) et diagonales (alpha). À l'aide du tableau périodique inclus à la dernière page, identifiez les éléments intermédiaires.

- |    |                          |    |                          |
|----|--------------------------|----|--------------------------|
| a. | ${}^{228}_{88}\text{Ra}$ | b. | ${}^{228}_{89}\text{Ac}$ |
| c. | ${}^{228}_{90}\text{Th}$ | d. | ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ |
| e. | ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ | f. | ${}^{216}_{84}\text{Po}$ |
| g. | ${}^{212}_{82}\text{Pb}$ | h. | ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ |
| i. | ${}^{212}_{84}\text{Po}$ | j. | ${}^{208}_{81}\text{Tl}$ |

**Question 18. Dosimétrie en physique nucléaire [2.0 points]**

Le 21 mai 1946, au laboratoire de Los Alamos (où fut créée la première bombe atomique), le physicien canadien Louis Slotin (à droite), a reçu une dose de 1000 rads de neutrons (RBE 5) et 114 rads de rayons gamma (RBE 1). Il mourut neuf jours plus tard. (L'accident est illustré dans *Fat Man & Little Boy*.)



- Si l'énergie de la somme des deux types de radioactivité était répartie sur 20 kg de son corps, quelle était l'énergie totale absorbée par Slotin ?
- Quelle dose en rem de neutrons a-t-il reçu ?
- Et quelle dose en rem de rayons gamma ?

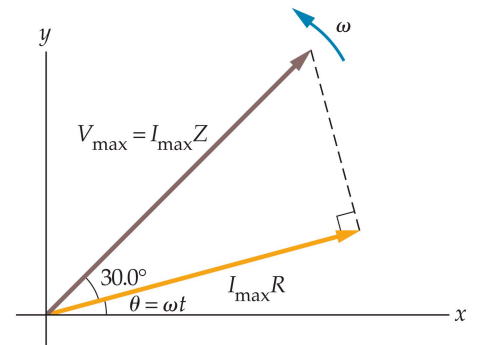
**Solution**

- $E = m \text{ dose} = (20 \text{ kg})(1114 \text{ rad})(0.01 \text{ J/kg par rad}) = 223 \text{ J}$
- dose(rem) = dose(rad)  $\times$  RBE  
Neutrons :  $1000 \text{ rad} \times (5) = 5000 \text{ rem}$
- Gammas :  $114 \text{ rad} \times (1) = 114 \text{ rem}$

**Question 19. Circuits RLC à courant alternatif [2.0 points]**

La figure de droite montre les phaseurs de  $V_R$  et  $V_{\text{source}}$  pour un circuit contenant une source AC, une résistance de  $25.0 \Omega$ , une bobine  $L = 160 \text{ mH}$  et un condensateur  $C$ . La fréquence  $f = 55 \text{ Hz}$ .

- A. Quelle est l'impédance  $Z$  de ce circuit ?  
 B. Combien vaut la capacité  $C$  ?



**Solutions**

A.  $\cos \phi = \frac{R}{Z}$  donne  $Z = \frac{R}{\cos \phi} = \frac{25}{\cos 30^\circ} = 28.9 \Omega$

B.  $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$  donne  $(X_L - X_C)^2 = Z^2 - R^2$  et

$X_C = X_L - \sqrt{Z^2 - R^2} = 2\pi fL - \sqrt{Z^2 - R^2} = 40.8$ . Comme  $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ , on a

$C = \frac{1}{2\pi fX_C} = 71 \mu\text{F}$

PERIODS	s		d										p					
	GROUP I	GROUP II	Transition elements										GROUP III	GROUP IV	GROUP V	GROUP VI	GROUP VII	GROUP VIII
1	1 <b>H</b> 1.01 1s <sup>1</sup>																	2 <b>He</b> 4.00 1s <sup>2</sup>
2	3 <b>Li</b> 6.94 2s <sup>1</sup>	4 <b>Be</b> 9.01 2s <sup>2</sup>	Atomic number — 26 <b>Fe</b> — Symbol — 55.85 — Atomic mass Outer electron configuration — 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>										5 <b>B</b> 10.81 2p <sup>1</sup>	6 <b>C</b> 12.01 2p <sup>2</sup>	7 <b>N</b> 14.01 2p <sup>3</sup>	8 <b>O</b> 16.00 2p <sup>4</sup>	9 <b>F</b> 19.00 2p <sup>5</sup>	10 <b>Ne</b> 20.18 2p <sup>6</sup>
3	11 <b>Na</b> 22.99 3s <sup>1</sup>	12 <b>Mg</b> 24.31 3s <sup>2</sup>											13 <b>Al</b> 26.98 3p <sup>1</sup>	14 <b>Si</b> 28.09 3p <sup>2</sup>	15 <b>P</b> 30.97 3p <sup>3</sup>	16 <b>S</b> 32.07 3p <sup>4</sup>	17 <b>Cl</b> 35.45 3p <sup>5</sup>	18 <b>Ar</b> 39.95 3p <sup>6</sup>
4	19 <b>K</b> 39.10 4s <sup>1</sup>	20 <b>Ca</b> 40.08 4s <sup>2</sup>	21 <b>Sc</b> 44.96 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	22 <b>Ti</b> 47.88 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	23 <b>V</b> 50.94 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	24 <b>Cr</b> 52.00 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	25 <b>Mn</b> 54.94 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	26 <b>Fe</b> 55.85 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	27 <b>Co</b> 58.93 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	28 <b>Ni</b> 58.69 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	29 <b>Cu</b> 63.55 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	30 <b>Zn</b> 65.39 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	31 <b>Ga</b> 69.72 4p <sup>1</sup>	32 <b>Ge</b> 72.61 4p <sup>2</sup>	33 <b>As</b> 74.92 4p <sup>3</sup>	34 <b>Se</b> 78.96 4p <sup>4</sup>	35 <b>Br</b> 79.90 4p <sup>5</sup>	36 <b>Kr</b> 83.80 4p <sup>6</sup>
5	37 <b>Rb</b> 85.47 5s <sup>1</sup>	38 <b>Sr</b> 87.62 5s <sup>2</sup>	39 <b>Y</b> 88.96 4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>	40 <b>Zr</b> 91.22 4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>	41 <b>Nb</b> 92.91 4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup>	42 <b>Mo</b> 95.94 4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>	43 <b>Tc</b> (98) 4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>	44 <b>Ru</b> 101.07 4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	45 <b>Rh</b> 102.91 4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>	46 <b>Pd</b> 106.42 4d <sup>10</sup> 5s <sup>0</sup>	47 <b>Ag</b> 107.87 4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>	48 <b>Cd</b> 112.41 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	49 <b>In</b> 114.82 5p <sup>1</sup>	50 <b>Sn</b> 118.71 5p <sup>2</sup>	51 <b>Sb</b> 121.76 5p <sup>3</sup>	52 <b>Te</b> 127.60 5p <sup>4</sup>	53 <b>I</b> 126.90 5p <sup>5</sup>	54 <b>Xe</b> 131.29 5p <sup>6</sup>
6	55 <b>Cs</b> 132.91 6s <sup>1</sup>	56 <b>Ba</b> 137.33 6s <sup>2</sup>	57 <b>La</b> 138.91 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	58 <b>Ce</b> 140.12 5d <sup>1</sup> 4f <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	59 <b>Pr</b> 140.91 4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>	60 <b>Nd</b> 144.24 4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	61 <b>Pm</b> (145) 4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>	62 <b>Sm</b> 150.36 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	63 <b>Eu</b> 151.96 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	64 <b>Gd</b> 157.25 5d <sup>1</sup> 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	65 <b>Tb</b> 158.93 4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>	66 <b>Dy</b> 162.50 4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	67 <b>Ho</b> 164.93 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>	68 <b>Er</b> 167.26 4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>	69 <b>Tm</b> 168.93 4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup>	70 <b>Yb</b> 173.04 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	71 <b>Lu</b> 174.97 5d <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	Lanthanides
7	87 <b>Fr</b> (223) 7s <sup>1</sup>	88 <b>Ra</b> 226.03 7s <sup>2</sup>	89 <b>Ac</b> 227.03 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	90 <b>Th</b> 232.04 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	91 <b>Pa</b> 231.04 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	92 <b>U</b> 238.03 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	93 <b>Np</b> 237.05 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	94 <b>Pu</b> (244) 5f <sup>6</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	95 <b>Am</b> (243) 5f <sup>7</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	96 <b>Cm</b> (247) 5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	97 <b>Bk</b> (247) 5f <sup>9</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	98 <b>Cf</b> (251) 5f <sup>10</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	99 <b>Es</b> (252) 5s <sup>1</sup> 16d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	100 <b>Fm</b> (257) 5f <sup>12</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	101 <b>Md</b> (258) 5f <sup>13</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	102 <b>No</b> (259) 5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	103 <b>Lr</b> (262) 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	Actinides

f															
*	58 <b>Ce</b> 140.12 5d <sup>1</sup> 4f <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	59 <b>Pr</b> 140.91 4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>	60 <b>Nd</b> 144.24 4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	61 <b>Pm</b> (145) 4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>	62 <b>Sm</b> 150.36 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	63 <b>Eu</b> 151.96 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	64 <b>Gd</b> 157.25 5d <sup>1</sup> 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	65 <b>Tb</b> 158.93 4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>	66 <b>Dy</b> 162.50 4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	67 <b>Ho</b> 164.93 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>	68 <b>Er</b> 167.26 4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>	69 <b>Tm</b> 168.93 4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup>	70 <b>Yb</b> 173.04 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	71 <b>Lu</b> 174.97 5d <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	Lanthanides
+	90 <b>Th</b> 232.04 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	91 <b>Pa</b> 231.04 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	92 <b>U</b> 238.03 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	93 <b>Np</b> 237.05 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	94 <b>Pu</b> (244) 5f <sup>6</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	95 <b>Am</b> (243) 5f <sup>7</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	96 <b>Cm</b> (247) 5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	97 <b>Bk</b> (247) 5f <sup>9</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	98 <b>Cf</b> (251) 5f <sup>10</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	99 <b>Es</b> (252) 5s <sup>1</sup> 16d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	100 <b>Fm</b> (257) 5f <sup>12</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	101 <b>Md</b> (258) 5f <sup>13</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	102 <b>No</b> (259) 5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup>	103 <b>Lr</b> (262) 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	Actinides

© 2010 Pearson Education, Inc.

Bonnes vacances !

