

BACCALAUÉAT GÉNÉRAL BLANC

Lycée de Chamalières — Mai 2013

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 — Sur 20 points — COEFFICIENT : 6

L'usage des calculatrices est autorisé

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE, présentés sur 6 pages numérotées de 1 à 6, y compris celle-ci.

*Le candidat doit traiter les trois exercices **sur des feuilles doubles séparées**. Les trois exercices sont indépendants les uns des autres. Toute copie mal présentée ne sera pas corrigée et recevra la note zéro.*

1. Synthèse d'un amide à l'aide du DCC (5 points)
2. Microscope électronique à balayage (8 points)
3. Bâiment basse consommation (7 points)

Exercice n° 1 — Synthèse d'un amide à l'aide du DCC

Utilisé dans la synthèse automatisée des peptides mise au point par Robert Bruce Merrifield, le dicyclohexylcarbodiimide (DCC) est un réactif utile dans la synthèse des amides à partir des acides carboxyliques. Sa structure est représentée sur la FIGURE 1.

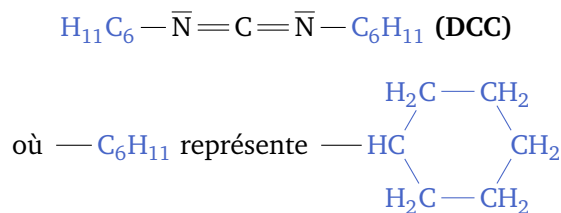


FIGURE 1 – Le dicyclohexylcarbodiimide

1. En justifiant la réponse, identifier le site accepteur de doublet d'électrons dans le groupe $-\bar{\text{N}} = \text{C} = \bar{\text{N}}-$.
On étudie la synthèse du N-méthyléthanamide $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$ à partir de l'acide éthanoïque $\text{CH}_3 - \text{CO}_2\text{H}$. La première étape du mécanisme réactionnel est représentée sur la FIGURE 2.

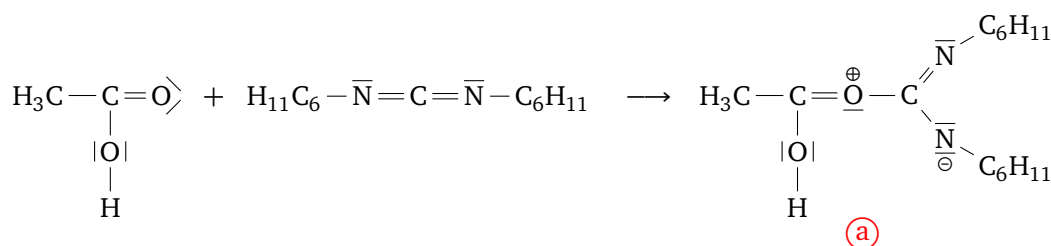


FIGURE 2 – Première étape du mécanisme réactionnel

2. Recopier cette étape. En justifiant, identifier le site donneur de doublet d'électrons dans l'acide éthanoïque. Le relier par une flèche courbe au site accepteur du DCC, identifié à la question 1., et représenter toute autre flèche courbe qui explique la formation de l'espèce (a).
3. Après réarrangement interne de l'espèce (a) en une espèce (b), l'étape suivante passe par la réaction de la méthanimine sur l'espèce (b), représenté sur la FIGURE 3.

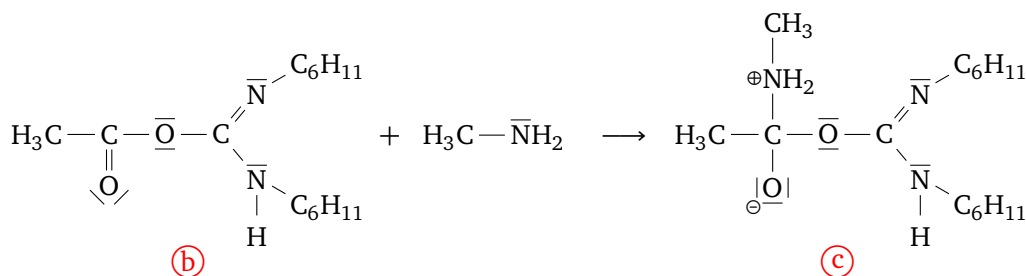


FIGURE 3 – étape suivante du mécanisme réactionnel

- 3.a. En justifiant, identifier le site donneur de doublet d'électrons dans la méthanimine.
- 3.b. En justifiant, identifier le site accepteur de doublet d'électrons sur la liaison double $\text{C} = \text{O}$ de l'espèce (b).
- 3.c. Recopier la troisième étape. Relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur identifiés aux questions 3.a. et 3.b. et représenter toute autre flèche courbe qui explique la formation de l'espèce (c).

Données Les valeurs de l'électronégativité, dans l'échelle actuelle de Pauling, des éléments carbone, azote et oxygène, sont respectivement égales à 2,6, à 3,0 et à 3,4.

Exercice n° 2 — Microscope électronique à balayage

Rendue possible par la découverte de la nature ondulatoire de la matière par Louis de Broglie en 1924, la microscopie électronique a été inventée en 1931 et sans cesse développée depuis. Alors que les microscopes optiques permettent de voir des détails allant jusqu'au dixième de micromètre, la résolution des meilleurs microscopes électroniques actuels est inférieure au dixième de nanomètre. Un exemple d'image est donné sur la FIGURE 4.

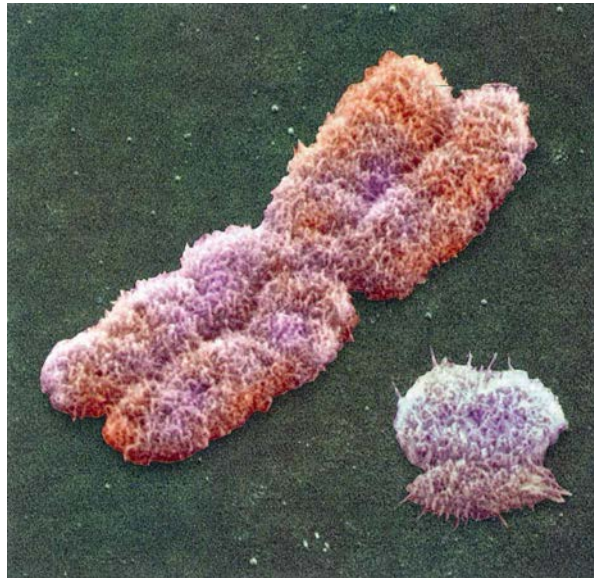


FIGURE 4 – Les chromosomes sexuels humains vus par un microscope électronique

Le principe général de fonctionnement d'un microscope électronique est le même que celui d'un microscope optique : l'objet à analyser est éclairé et des lentilles permettent de grossir son image. Mais au lieu d'éclairer avec de la lumière, le microscope électronique utilise un faisceau d'électrons produit par un canon à électrons. Au lieu de grossir l'image à l'aide de lentilles en verre, il emploie des lentilles magnétiques, comme le montre la FIGURE 5.

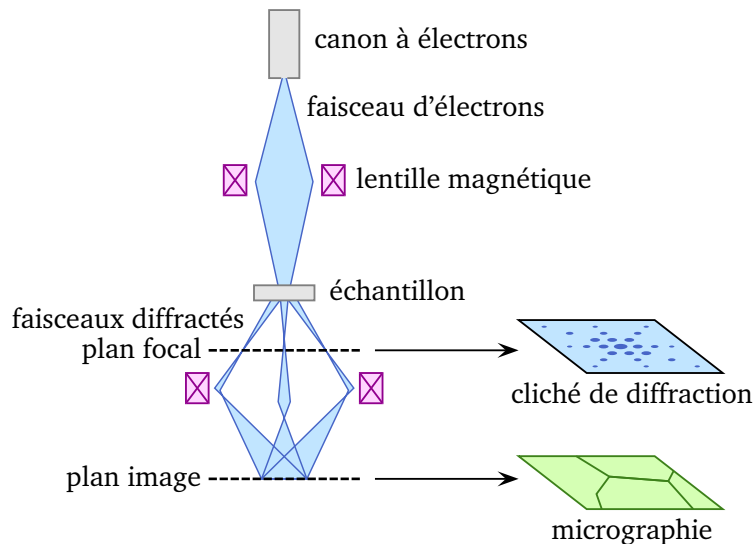


FIGURE 5 – Principe d'un microscope électronique en transmission

Données

- masse d'un électron : $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg ;
- charge élémentaire : $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C ;
- constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J · s ;
- conversion d'énergie : $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ J.

1. Étude du canon à électrons

Le canon à électrons comporte une électrode chauffée de laquelle des électrons sont arrachés avec une vitesse initiale nulle, dans une enceinte où règne un vide poussé. Ils sont ensuite accélérés par un champ électrique uniforme régnant entre deux armatures A et B.

1.a. Donner l'expression de l'énergie acquise à la sortie du canon en fonction de e et de la tension U_{AB} régnant entre les armatures.

1.b. En déduire que l'énergie cinétique d'un électron à la sortie du canon est $E_c = eU_{AB}$.

1.c. Si l'électron n'est pas relativiste, cette énergie cinétique peut se mettre sous la forme $E_c = \frac{p^2}{2m_e}$, où p est la valeur de la quantité de mouvement de l'électron. En déduire l'expression de p en fonction de e , m_e et U_{AB} .

2. Résolution du microscope

La taille du plus petit détail observable par un microscope optique est proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière utilisée. De même, la résolution d'un microscope électronique dépend de la longueur d'onde des électrons envoyés sur l'objet à observer.

2.a. Donner les valeurs des longueurs d'onde limites du domaine visible.

2.b. Expliquer alors l'intérêt d'utiliser des électrons plutôt que de la lumière visible pour effectuer de la microscopie.

2.c. Rappeler l'expression de la longueur d'onde λ à d'un électron en fonction de h et de la valeur p de la quantité de mouvement de l'électron.

2.d. En utilisant la réponse à la question 1.c., en déduire que

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e e U_{AB}}}.$$

2.e. Calculer λ lorsque $U_{AB} = 1,00$ kV.

3. Différents types d'observations

Il existe plusieurs types de microscopes électroniques. Si les objets à analyser ne sont pas trop épais, il est possible de faire de la microscopie électronique en transmission. Deux modes d'observation sont alors possibles : soit la figure de diffraction est observée, soit le faisceau transmis en ligne droite est projeté ; voir la FIGURE 5 (page 3).

3.a. Lequel de ces deux modes d'observation est analogue à l'observation classique dans un microscope optique ?

3.b. Lequel de ces deux modes d'observation relève du caractère ondulatoire de l'électron ?

3.c. Lors de la traversée de l'échantillon, quel type d'interaction peut survenir entre l'électron et la matière ? Montrer qu'un autre type d'observation est alors possible.

4. **Vitesse des électrons** L'un des avantages de la microscopie électronique est que la vitesse des électrons, donc leur longueur d'onde, est facilement ajustable.

4.a. Faut-il augmenter ou diminuer U_{AB} pour diminuer λ ? Justifier.

4.b. Un électron est accéléré par une tension $U_{AB} = 400$ kV. En utilisant la relation donnée à la question 2.d., déterminer sa longueur d'onde λ .

4.c. Déterminer également la valeur p de sa quantité de mouvement, puis la valeur v de sa vitesse.

4.d. Ce dernier résultat vous paraît-il admissible ? Quelle hypothèse faite est ici remise en question ?

Exercice n° 3 — Bâtiment basse consommation

Beaucoup de constructions récentes sont dites *BBC* (bâtiment basse consommation). Elles sont construites avec des matériaux limitant les pertes énergétiques, en particulier l'hiver, afin de réduire l'émission de gaz à effet de serre et le coût du chauffage. Pour réduire l'empreinte écologique d'un bâtiment, des matériaux d'isolation dits durables sont utilisés.

L'isolation en paille d'une maison s'obtient en insérant dans l'ossature des murs des bottes parallélépipédiques en paille. Compressée, celle-ci est un excellent isolant thermique dont la résistance au feu est supérieure à celle du bois. Afin que la paille ne pourrisse pas au contact du sol, il est nécessaire de surélever les fondations en béton.

L'objectif de la réglementation thermique 2012 (RT 2012) est d'imposer aux nouveaux logements une consommation maximale de 50 kWh par an et par mètre carré habitable. Cette norme impose en particulier des valeurs minimales pour les résistances thermiques des parois en contact avec des zones froides (extérieur de la maison, combles, garage, etc.).

Données

- capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- masse volumique de l'eau : $\rho_0 = 1,00 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$;
- le flux thermique Φ , en watts, est égal à l'énergie Q transférée par la paroi, en joules, divisée par la durée du transfert τ , en secondes : $\Phi = \frac{Q}{\tau}$;
- la résistance thermique R_{th} d'une paroi est définie par $R_{\text{th}} = \frac{T_1 - T_2}{\Phi}$ où $T_1 - T_2$ est l'écart de température entre la face la plus chaude de la paroi et sa face la plus froide en kelvins ou degrés Celsius, et Φ le flux thermique à travers la paroi en watts ;
- pour une paroi de superficie S , la relation entre la résistance thermique R_{th} de la paroi et la résistance thermique surfacique r du matériau utilisé est $R_{\text{th}} = \frac{r}{S}$ et $r = \frac{e}{\lambda}$ où e est l'épaisseur de la paroi en m, λ la conductivité thermique du matériau utilisé en $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et S la surface de la paroi en m^2 ;
- la TABLE 1 donne les résistances thermiques surfaciques de matériaux utilisés dans le bâtiment ;
- la TABLE 2 donne les conductivités thermiques de quelques matériaux.

type de paroi	mur extérieur	combles	garage
r en $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	2,3	2,5	2,0

TABLE 1 – Valeurs minimales des résistances thermiques surfaciques pour les parois d'habitations à moins de 800 m d'altitude

matériaux	paille	bois de chêne	brique
λ en $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	0,040	0,16	0,84

TABLE 2 – Conductivités thermiques λ

1. Approche globale des échanges énergétiques dans une maison

- Organiser les encadrés de la FIGURE 6 (page 6) pour décrire les échanges d'énergie d'une maison en les reliant par des flèches représentant le sens de ces échanges.
- Sur quel transfert d'énergie, cité dans la chaîne énergétique construite à la question précédente, le fait de construire la maison avec une isolation en paille a-t-il une influence ?
- La surface totale des murs est $S_{\text{murs}} = 120 \text{ m}^2$ et l'épaisseur du mur en paille est $e_{\text{paille}} = 30 \text{ cm}$. Calculer la résistance thermique de l'isolation en paille de cette maison.
- Quelle épaisseur de briques faut-il pour obtenir la même résistance thermique surfacique qu'un mur en paille de 30 cm d'épaisseur ? Même question pour un mur en bois de chêne.

2. Cas d'un chauffage électrique

La maison utilise un chauffage électrique.

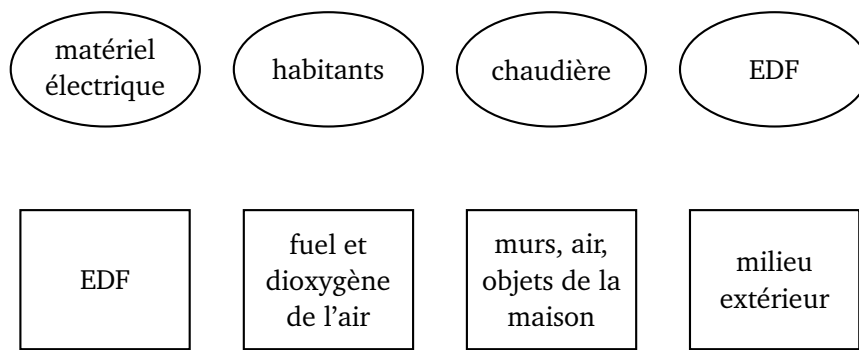


FIGURE 6 – Graphe à compléter

On s'intéresse à une chambre de superficie au sol $S_1 = 12 \text{ m}^2$. Cette pièce est chauffée par un radiateur électrique de puissance $P_{\text{rad}} = 1000 \text{ W}$.

Avant le début du chauffage, la température de la pièce est $T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 2.a. Quelle est l'énergie fournie à la pièce par ces radiateurs s'ils fonctionnent pendant 2 h 30 ?
- 2.b. Par quel mode de transfert l'énergie est-elle reçue par les radiateurs ?
- 2.c. Par quel mode de transfert est-elle transmise à l'air de la pièce ?
- 2.d. Les radiateurs sont programmés pour s'arrêter au bout de 2 h 30. La température de la pièce est alors $T_2 = 19 \text{ }^\circ\text{C}$. La température baisse et atteint $15 \text{ }^\circ\text{C}$ au bout de 5 h. Qu'est devenue l'énergie fournie par ces radiateurs ?
- 2.e. Cette maison respecte-t-elle la réglementation thermique 2012 sur la durée étudiée ici ? Justifier en détaillant raisonnements et calculs.
- 2.f. Pourrait-elle la respecter sur une année entière ? Justifier.

3. Cas d'un chauffage au gaz

Une habitation construite de la même manière utilise un chauffage central au gaz. Le chauffage central est alimenté par une chaudière à gaz dont le constructeur affirme que le rendement vaut 93 %.

3.1. Étude quantitative des transferts thermiques au niveau de la chaudière

En sortie de chaudière, l'eau a une température de $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Lorsqu'elle a parcouru tout le réseau de chauffage de la maison et revient dans la chaudière, elle est à $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 3.1.a. Comment peut-on expliquer cette diminution de température en termes énergétiques ?
- 3.1.b. Quelle est l'énergie reçue par 1,0 L d'eau de la chaudière ?
- 3.1.c. En utilisant le rendement indiqué par le constructeur de la chaudière, en déduire l'énergie consommée par la chaudière pour chauffer 1,0 L de cette eau.

3.2. Étude des flux thermiques

En étudiant les pertes d'énergie au niveau d'une pièce de la maison de surface 10 m^2 , on mesure une perte de $Q_{\text{pertes}} = 50 \text{ kJ}$ à travers les différentes parois de cette pièce sur une durée de 30 minutes.

- 3.2.a. Déterminer le flux thermique total Φ_{total} total à travers ces parois.
- 3.2.b. On considère que le chauffage est réglé pour compenser exactement cette perte. La réglementation thermique 2012 est-elle respectée dans ces conditions de chauffage ? Peut-elle l'être sur une année ?

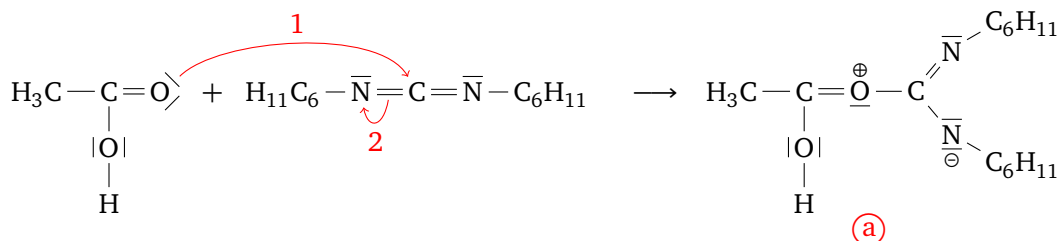
4. Synthèse

En utilisant les données de cet exercice et vos connaissances, rédiger un court texte pour proposer quelques solutions en vue de diminuer la consommation énergétique d'une habitation.

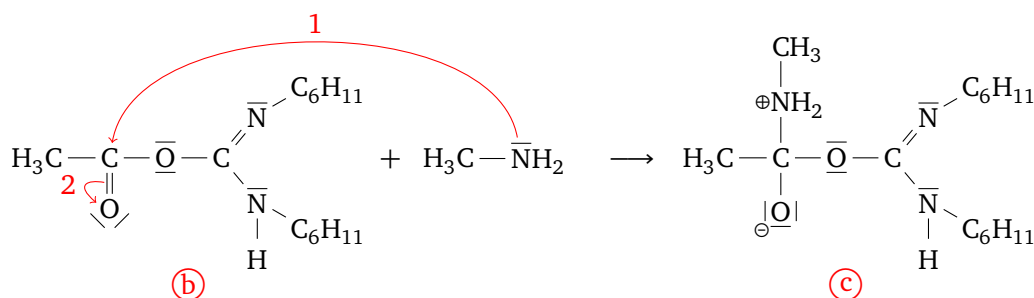
★ ★
★

Exercice n° 1 — Synthèse d'un amide à l'aide du DCC

- La différence d'électronégativité entre C et N est égale à 0,4 : la liaison C=N est polarisée, le carbone porte une charge partielle δ^+ . Le site accepteur de doublet d'électrons dans le groupe $-\bar{N}=C=\bar{N}-$ est donc l'atome de carbone.
- Dans l'acide éthanóique, le site donneur de doublet d'électrons est l'atome d'oxygène de la liaison C=O, porteur de deux doublets non liants. La flèche 1 relie les sites donneur et accepteur de doublet d'électrons, et déclenche le départ de la flèche 2.



- Dans la méthanimine, le site donneur de doublet d'électrons est l'atome d'azote, porteur d'un doublet non liant.
- La différence d'électronégativité entre C et O est égale à 0,8 : la liaison C=O est polarisée, le carbone porte une charge partielle δ^+ . Le site accepteur de doublet d'électrons sur la liaison double C=O de l'espèce (b) est donc l'atome de carbone.
- La flèche 1 relie les sites donneur et accepteur de doublet d'électrons, et déclenche le départ de la flèche 2.



Exercice n° 2 — Microscope électronique à balayage

1. Étude du canon à électrons

- L'énergie potentielle (électrique) acquise par une particule chargée de charge q sous le potentiel U_{AB} est $E_p = qU_{AB}$. Dans le cas de l'électron, ou $q = -e$, on a donc en sortie du canon :

$$E_p = -eU_{AB} \quad (1)$$

- L'électron n'est soumis à aucune force non-conservative, et donc par conservation de l'énergie, sa variation d'énergie potentielle est égale à l'opposé de sa variation d'énergie cinétique. S'il était initialement immobile, $E_c = -E_p$ et donc d'après l'équation (1) :

$$E_c = eU_{AB} \quad (2)$$

- En partant de la forme de E_c donnée dans l'énoncé :

$$E_c = \frac{p^2}{2m_e} \stackrel{(2)}{=} eU_{AB} \Rightarrow p = \sqrt{2m_e eU_{AB}} \quad (3)$$

2. Résolution du microscope

- Les longueurs d'onde du domaine visible vont de 400 nm à 800 nm.
- La longueur d'onde de l'électron est plus petite, on peut alors sonder des détails plus fins.
- La longueur d'onde de l'électron est donnée par

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (4)$$

- D'après (3) et (4), on a :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e eU_{AB}}} \quad (5)$$

- On trouve

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 9,109 \cdot 10^{-31} \times 1,602 \cdot 10^{-19} \times 1000}}$$

$$\text{soit } \lambda = 3,88 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 3,88 \cdot 10^{-2} \text{ nm}.$$

3. Différents types d'observations

- 3.a. L'observation du faisceau transmis en ligne droite et projeté dans le plan image est analogue à l'observation classique dans un microscope optique.
- 3.b. L'observation de la figure de diffraction dans le plan focal relève du caractère ondulatoire de l'électron.
- 3.c. La structure cristalline de la matière se comporte comme un obstacle dont la taille est de l'ordre de la longueur d'onde de l'onde incidente, et donc provoque des interférences. La figure d'interférence ainsi obtenue en transmission permet par transformée de Fourier inverse de remonter à une image de l'objet.

4. Vitesse des électrons

- 4.a. D'après (5), il faut diminuer U_{AB} pour augmenter λ .
- 4.b. On trouve avec l'équation (5)

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 9,109 \cdot 10^{-31} \times 1,602 \cdot 10^{-19} \times 400 \cdot 10^3}}$$

Exercice n° 3 — Bâtiment basse consommation

1. Approche globale des échanges énergétiques dans une maison

- 1.a. Voir graphe page suivante.
- 1.b. La paille isole de l'extérieur donc le transfert thermique $Q < 0$ avec l'extérieur va diminuer en valeur absolue.
- 1.c. $R_{th} = \frac{r}{S}$ avec $r = \frac{e}{\lambda}$ donc $R_{th} = \frac{r}{\lambda S}$, soit :

$$R_{th} = \frac{30 \cdot 10^{-2}}{0,040 \times 120} \Rightarrow R_{th} = 0,063 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

- 1.d. À résistance thermique surfacique fixée, l'épaisseur e du mur est proportionnelle à sa conductivité thermique λ , car $r = \frac{e}{\lambda} \Leftrightarrow e = r\lambda$. Ainsi, le rapport des conductivité thermique vaut le rapport des épaisseurs :

$$\frac{\lambda_{brique}}{\lambda_{paille}} = \frac{e_{brique}}{e_{paille}}$$

or $\frac{\lambda_{brique}}{\lambda_{paille}} = \frac{0,84}{0,040} = 21 \Rightarrow \frac{e_{brique}}{e_{paille}} = 21$

Ainsi, $e_{brique} = 21 \times e_{paille} = 21 \times 30 \cdot 10^{-2}$, c'est à dire

$$e_{brique} = 6,3 \text{ m} \quad \text{! Pour le bois :}$$

$$\frac{\lambda_{bois}}{\lambda_{paille}} = \frac{0,16}{0,040} = 4,0 \Rightarrow \frac{e_{bois}}{e_{paille}} = 4,0$$

Ainsi, $e_{bois} = 4,0 \times e_{paille} = 4,0 \times 30 \cdot 10^{-2}$, c'est à dire

$$e_{bois} = 1,2 \text{ m}.$$

2. Cas d'un chauffage électrique

- 2.a. $Q = \Phi \tau = P_{rad} \tau$. Application numérique :

$$Q = 1000 \times (2,5 \times 3600) \text{ soit } Q = 9,0 \text{ MJ}.$$

$$\text{soit } \lambda = 1,94 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 1,94 \cdot 10^{-3} \text{ nm}.$$

- 4.c. On a, d'après (4), $p = \frac{h}{\lambda}$, soit

$$p = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,94 \cdot 10^{-12}} \Rightarrow p = 3,42 \cdot 10^{-22} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

De plus, $p = m_e v$, donc $v = \frac{p}{m_e}$, soit

$$v = \frac{3,42 \cdot 10^{-22}}{9,109 \cdot 10^{-31}} \Rightarrow v = 3,75 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

- 4.d. Cette vitesse est supérieure à celle de la lumière... Il faut remettre en question l'hypothèse que l'électron est non-relativiste.

- 2.b. L'énergie est reçue par les radiateurs est une énergie électrique (travail électrique reçus $W_e > 0$ par les radiateurs).
- 2.c. L'énergie est transmise à l'air de la pièce par convection et rayonnement. Attention, certains radiateurs, appelés « convecteurs », augmentent la vitesse des transferts thermiques en provoquant une convection forcée de l'air grâce à un ventilateur ; mais la question n'aborde pas le fonctionnement de ces « convecteurs ».
- 2.d. L'énergie interne de la pièce à été cédée au milieu extérieur, sous forme d'un transfert thermique $Q < 0$.
- 2.e. En restant allumé pendant 2,5 h, le radiateur de 1 000 W à consommé l'énergie

$$U = 1000 \times 2,5 = 2,5 \text{ kWh}.$$

Rappelons que 1 kWh vaut 6 000 kJ.

La pièce fait 12 m², donc l'énergie u dépensée par m² est :

$$u = \frac{2,5 \text{ kWh}}{12 \text{ m}^2} = 0,21 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$$

En 7,5 h, la pièce ne s'est ni réchauffée ni refroidie, son énergie interne est constante, à $T_1 = T_2 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Combien cela coûterait-il sur une année au lieu de 7,5 h ?

$$u_{1 \text{ an}} = 0,21 \times \frac{365 \times 24}{7,5} = 244 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$$

C'est au dessus des 50 kWh · m⁻² · an⁻¹ réglementaires.

- 2.f. Sur une année entière, il faut en fait tenir compte du fait que le chauffage ne tourne pas tout le temps. Si l'on considère qu'il ne faut chauffer qu'une cinquantaine de jours par an, soit un cinquième de l'année, on arrive alors à respecter la norme 2012.

Remarquez enfin qu'avec la durée apparente de l'hiver 2013, cette évaluation de cinquante jour tombe à l'eau...

3. Cas d'un chauffage au gaz

3.1. Étude quantitative des transferts thermiques au niveau de la chaudière

3.1.a. Il s'agit des transferts thermiques au niveau des radiateurs : l'eau gagne quantité d'énergie $Q > 0$, c'est à dire qu'elle perd de l'énergie par transfert thermique.

3.1.b. $Q = mc_{\text{eau}}\Delta T$. Application numérique :

$$Q = 1,0 \times 4,18 \cdot 10^3 \times (60 - 25) \text{ soit}$$

$$Q = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

3.1.c. Le rendement η est donné par $\frac{Q}{E_{\text{conso}}}$ soit $E_c = \frac{Q}{\eta}$.

Application numérique :

$$E_{\text{conso}} = 0,93 \times 1,5 \cdot 10^5 \text{ soit } E_{\text{conso}} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

3.2. Étude des flux thermiques

3.2.a. $\Phi_{\text{total}} = \frac{Q_{\text{pertes}}}{\tau}$. Application numérique :

$$\Phi_{\text{total}} = \frac{50 \cdot 10^3}{30 \times 60} \text{ soit } \Phi_{\text{total}} = 28 \text{ W.}$$

3.2.b. Une puissance de 28 W est perdu en permanence donc cela correspond à une perte d'énergie sur une heure de 28 Wh. Sur une année, la perte vaut

$$U_{1 \text{ an}} = 28 \times 365 \times 24 = 2,4 \cdot 10^5 \text{ Wh} \cdot \text{an}^{-1}.$$

Puis, par m^2 habitable, la pièce étant de 10 m^2 :

$$u_{1 \text{ an}} = \frac{2,4 \cdot 10^5}{10} = 24 \cdot 10^3 \text{ Wh} \cdot \text{an}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\Rightarrow u_{1 \text{ an}} = 24 \text{ kWh} \cdot \text{an}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

Cette fois ci, la norme est respectée, quelle que soit la saison.

4. Synthèse

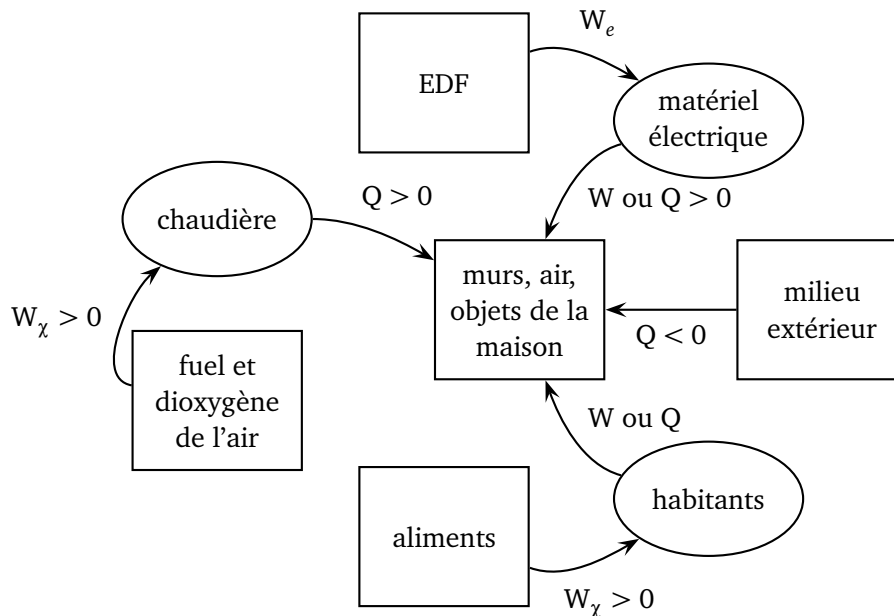
Analyse de la question

Diminuer la consommation énergétique d'une habitation implique de traiter la diminution de l'apport d'énergie et la diminution des pertes d'énergies.

Pistes de réponses

Pour diminuer les apports énergétiques, il est possible de diminuer la température attendue dans une pièce (chauffer à 19°C au lieu de 20°C par exemple). Cette démarche atteint vite ses limites en termes de confort. Il est aussi possible d'obtenir le même confort mais en utilisant des systèmes de chauffage de meilleur rendement.

La seconde possibilité est de réduire les pertes énergétiques. Cet exercice propose par exemple de faire appel à une isolation par la paille de conductivité thermique plus faible que la brique ou le bois. Ainsi, les transferts d'énergie vers l'extérieur de la maison se font plus difficilement. Il est aussi possible, avec un même matériau, d'augmenter l'épaisseur de l'isolation, la résistance thermique surfacique étant proportionnelle à cette épaisseur.



Graphe de la question 1.a.

Grille BB4 Exo 2

- $E_p - eU_{AB}$
- Forces conservatives donc $\Delta E_m = 0$
- Donc $E_c = eU_{AB}$
- $p = \sqrt{2m_e eU_{AB}}$ démontrée
- Visible 400 – 800 nm
- λ plus petit, expliqué
- $\lambda = h/p$
- $\lambda = 3,88 \times 10^{-11}$ m
- Transmis
- Diffracté
- Interférences
- Il faut augmenter U_{AB} , justifié
- $\lambda = 1,94 \times 10^{-12}$ m
- $p = 3,42 \times 10^{-22}$ kg \cdot m \cdot s $^{-1}$
- $v = 3,75 \times 10^8$ m \cdot s $^{-1}$
- Nécessité $v \leq c$, relativiste question 1.c

Total .../16

Note .../8

Grille BB4 Exo 2

- $E_p - eU_{AB}$
- Forces conservatives donc $\Delta E_m = 0$
- Donc $E_c = eU_{AB}$
- $p = \sqrt{2m_e eU_{AB}}$ démontrée
- Visible 400 – 800 nm
- λ plus petit, expliqué
- $\lambda = h/p$
- $\lambda = 3,88 \times 10^{-11}$ m
- Transmis
- Diffracté
- Interférences
- Il faut augmenter U_{AB} , justifié
- $\lambda = 1,94 \times 10^{-12}$ m
- $p = 3,42 \times 10^{-22}$ kg \cdot m \cdot s $^{-1}$
- $v = 3,75 \times 10^8$ m \cdot s $^{-1}$
- Nécessité $v \leq c$, relativiste question 1.c

Total .../16

Note .../8

Grille BB4 Exo 2

- $E_p - eU_{AB}$
- Forces conservatives donc $\Delta E_m = 0$
- Donc $E_c = eU_{AB}$
- $p = \sqrt{2m_e eU_{AB}}$ démontrée
- Visible 400 – 800 nm
- λ plus petit, expliqué
- $\lambda = h/p$
- $\lambda = 3,88 \times 10^{-11}$ m
- Transmis
- Diffracté
- Interférences
- Il faut augmenter U_{AB} , justifié
- $\lambda = 1,94 \times 10^{-12}$ m
- $p = 3,42 \times 10^{-22}$ kg \cdot m \cdot s $^{-1}$
- $v = 3,75 \times 10^8$ m \cdot s $^{-1}$
- Nécessité $v \leq c$, relativiste question 1.c

Total .../16

Note .../8

Grille BB4 Exo 2

- $E_p - eU_{AB}$
- Forces conservatives donc $\Delta E_m = 0$
- Donc $E_c = eU_{AB}$
- $p = \sqrt{2m_e eU_{AB}}$ démontrée
- Visible 400 – 800 nm
- λ plus petit, expliqué
- $\lambda = h/p$
- $\lambda = 3,88 \times 10^{-11}$ m
- Transmis
- Diffracté
- Interférences
- Il faut augmenter U_{AB} , justifié
- $\lambda = 1,94 \times 10^{-12}$ m
- $p = 3,42 \times 10^{-22}$ kg \cdot m \cdot s $^{-1}$
- $v = 3,75 \times 10^8$ m \cdot s $^{-1}$
- Nécessité $v \leq c$, relativiste question 1.c

Total .../16

Note .../8