

LE TRAITEMENT DES DÉCHETS

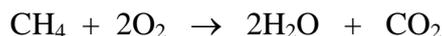
PARTIE A - valorisation énergétique des déchets

A.1. Composition et combustion du gaz de ville

A.1.1. Nom de l'alcane composant de manière très majoritaire ce gaz naturel.

D'après le document A1, ce gaz naturel est composé très majoritairement de méthane.

A.1.2. Equation de la réaction modélisant la combustion complète du méthane CH₄ dans le dioxygène de l'air



A.2. Détermination expérimentale du pouvoir calorifique du méthane

A.2.1. Détermination de la quantité de matière de méthane brûlée.

A.2.1.1. Calcul du volume de méthane qui a été brûlé durant la manipulation.

D'après le document A2, la manipulation a duré 1 min. On a la relation :

$$Q_v = \frac{V}{t} \quad \text{donc} \quad V = Q_v \times t = 5 \times 10^{-3} \times 60 = 0,3 \text{ L}$$

A.2.1.2. Calcul de la quantité de matière de méthane brûlé.

Le volume molaire de 24 L.mol⁻¹ donc la quantité de matière de méthane sera de :

$$n_{\text{méthane}} = \frac{V}{V_m} = \frac{0,3}{24} = 1,25 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

A.2.2. Détermination de l'énergie libérée.

A.2.2.1. Calcul de l'énergie reçue par l'eau au cours de la manipulation.

D'après la relation donnée dans l'énoncé :

$$Q_{\text{eau}} = m \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i) = 0,15 \times 4180 \times (35,9 - 19,2) = 10471 \text{ J}$$

A.2.2.2. Energie cédée par la combustion du méthane.

L'énergie cédée par la combustion du méthane est égale à l'énergie reçue par l'eau au cours de la manipulation car on fait l'approximation dans cette partie que toute l'énergie libérée par la combustion du méthane a servi à chauffer l'eau contenue dans la canette.

$$Q_{\text{cédée}} = 10471 \text{ J}$$

A.2.2.3. Valeur de l'énergie cédée par la combustion du méthane en kWh.

On sait que 1 kWh = 3,6 × 10⁶ J

$$Q_{\text{cédée}} = \frac{10471}{3,6 \times 10^6} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ kWh}$$

A.2.2.4. Calcul de la valeur de l'énergie libérée par la combustion de 1 m³ de méthane.

Le volume de méthane consommé est de 0,3 L = 3 × 10⁻⁴ m³ donc pour 1 m³, l'énergie libérée

est de :

$$PCS_{\text{exp}} = \frac{2,9 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-4}} = 9,7 \text{ kWh.m}^{-3}$$

A.2.2.5. Calcul de l'écart relatif.

D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a la relation :

$$\varepsilon(\%) = \left| \frac{\text{valeur expérimentale} - \text{valeur de référence}}{\text{valeur de référence}} \right| \times 100 = \left| \frac{9,7 - 10,8}{10,8} \right| \times 100 = 10,2 \%$$

A.2.2.6. Explications pour justifier l'écart entre la valeur de référence et la valeur expérimentale.

Les deux explications pour justifier l'écart entre les deux valeurs :

- toute l'énergie cédée par la combustion du méthane n'a pas été cédée à l'eau (une partie de cette énergie a été cédée à l'air et au métal constituant la canette).
- une partie de l'eau a pu s'évaporer et donc la masse de l'eau n'est pas restée constante.

A.3. Détermination de l'énergie produite par l'incinérateur d'ordures ménagères et récupérée par la nouvelle chaufferie

A.3.1. Calcul de la masse molaire du dioxyde de carbone.

$$M_{CO_2} = 1 \times M(C) + 2 \times M(O) = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

A.3.2. Calcul de la quantité de matière n de CO_2 correspondant à 16×10^3 tonnes.

$$n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = \frac{16 \times 10^9}{44} = 3,64 \times 10^8 \text{ mol}$$

A.3.3. Calcul de la quantité de matière de CO_2 économisée par la récupération de l'énergie produite par l'incinérateur.

D'après l'équation de la question A.1.2, on a la relation :

$$n_{CH_4} = n_{CO_2} = 3,64 \times 10^8 \text{ mol}$$

La quantité de matière correspondante est de $3,6 \times 10^8$ mol

A.3.4. Calcul du volume de méthane correspondant à cette quantité de matière.

Le volume molaire de 24 L.mol^{-1} donc le volume de méthane sera de :

$$n_{\text{méthane}} = \frac{V}{V_m} \quad \text{donc} \quad V = n_{\text{méthane}} \times V_m = 3,6 \times 10^8 \times 24 = 8,64 \times 10^9 \text{ L} = 8,64 \times 10^6 \text{ m}^3$$

A.3.5. Calcul de l'énergie produite par l'incinérateur d'ordures ménagères en kWh est récupérée par la chaufferie.

Le PCS est de $10,8 \text{ kWh.m}^{-3}$, donc l'énergie récupérée par la chaufferie est de :

$$E_{\text{récupérée}} = PCS \times V = 10,8 \times 8,64 \times 10^6 = 9,33 \times 10^7 \text{ kWh}$$

PARTIE B - recyclage des piles et des accumulateurs

B.1. Étude des piles alimentant votre calculatrice : la pile AAA-LR03

B.1.1. Type de piles à utiliser dans votre calculatrice.

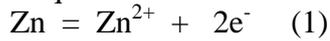
D'après le document B1, le type de pile à utiliser dans une calculatrice est le type PA portable.

B.1.2. Rôle de l'électrode en zinc.

Le rôle de l'électrode de zinc est d'être la borne négative de la pile, elle constitue le corps de la pile. Elle permet de contenir le gel de chlorure d'ammonium, la tige de graphite et le dioxyde de manganèse car elle est placée autour de ces différents éléments.

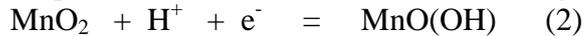
B.1.3. Demi-équation électronique modélisant l'oxydation du Zinc (Zn).

La demi-équation est la suivante :

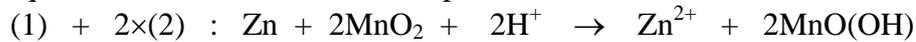


B.1.4. Demi-équation électronique modélisant la réduction du dioxyde de manganèse MnO_2 .

La demi-équation modélisant la réduction du dioxyde de manganèse est :



B.1.5. Equation de fonctionnement de la pile.



B.2 Analyse de la fiche technique des piles présentes dans votre calculatrice

B.2.1 Calcul de l'énergie disponible pour cette pile.

D'après le document B2, la f.é.m E de la pile est de 1,5 V et sa capacité Q est de 420 mAh. De plus on sait que 1 Ah = 3600 C. On a la relation :

$$W = Q \times E = 0,42 \times 3600 \times 1,5 = 2268 \text{ J}$$

Cette énergie est bien égale à $2,27 \times 10^3 \text{ J}$

B.2.2. Cohérence de valeur de l'énergie massique donnée dans le document B4 avec la valeur de l'énergie disponible trouvée précédemment.

D'après le document B4, l'énergie massique d'une pile saline (zinc-carbone) est de 50 Wh.kg⁻¹. D'après le document B2, la masse de la pile est de 13 g. On peut donc calculer l'énergie disponible :

$$W = 50 \times 3600 \times 13 \times 10^{-3} = 2340 \text{ J} = 2,34 \times 10^3 \text{ J}$$

Cette énergie est bien cohérente avec celle calculée précédemment.

B.2.3. Cohérence de valeur de l'énergie volumique donnée dans le document B4 avec la valeur de l'énergie disponible trouvée précédemment.

D'après le document B4, l'énergie massique d'une pile saline (zinc-carbone) est de 0,18 Wh.cm⁻³.

La pile a une hauteur de 45 mm et un diamètre de 10 mm. Le volume de cette pile est de :

$$V = \pi R^2 \times h = \pi \times (0,5)^2 \times 4,5 = 3,53 \text{ cm}^3$$

On peut donc calculer l'énergie disponible :

$$W = 0,18 \times 3600 \times 3,53 = 2287 \text{ J} = 2,29 \times 10^3 \text{ J}$$

Cette énergie est bien cohérente avec celle calculée précédemment.

B.3 Détermination de la durée de vie de la pile

La capacité de la pile est de 420 mAh. On a la relation :

$$Q = I \times t \quad \text{donc} \quad t = \frac{Q}{I} = \frac{420}{1,5} = 280 \text{ h}$$

L'autonomie de la pile est de 280 h. La scolarité au lycée dure 3 ans, cela représente une durée de $3 \times 52 = 156$ semaines. L'utilisation est d'une heure par semaine. Donc pour la scolarité du lycée l'autonomie nécessaire est de 156 h. L'autonomie des piles est largement suffisante car l'autonomie des piles de la calculatrice est de 280 h.

B.4 Valorisation des piles usagées

B.4.1. Mise en œuvre d'un tri magnétique.

Un tri magnétique peut être mis en place en faisant se déplacer les différentes parties des piles sur un tapis roulant. Celles-ci arrivent ensuite dans un champ magnétique créé par un électroaimant. Les parties métalliques en fer ou acier seront attirées par l'électroaimant et seront éliminées du reste des éléments des piles.

B.4.2. Unité dans le système international du champ magnétique.

L'unité du champ magnétique dans le système international est le tesla (T).

B.4.3. Ordre de grandeur du champ magnétique terrestre.

L'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre est de $50 \mu\text{T}$.

B.4.4. Valeur du pH pour une solution neutre.

La valeur du pH pour une solution neutre est de 7.

B.4.5. pH indiqué dans le document B5 et calcul de la concentration en ion oxonium.

Dans le document B5, le pH indiqué est de 7,3. C'est une solution basique.

Calcul de la concentration en ions oxonium. On a la relation :

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-7,3} = 5 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

Dans cette solution la concentration en ions hydroxydes sera plus grande que celle en ions oxonium car la solution est basique.

PARTIE C - Traitement des déchets radioactifs produits par les hôpitaux

C.1. Détermination de l'élément radioactif

C.1.1. Élément radioactif intervenant dans le test de Schilling.

D'après les documents C1 et C2, l'élément radioactif est le cobalt 57.

C.1.2. Isotope du cobalt 57.

Des isotopes ont le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents. Donc un isotope du cobalt appartient au même élément cobalt, il s'agit donc du cobalt 60 :



C.2. L'élément cobalt 57

C.2.1. Composition du noyau de cobalt 57.

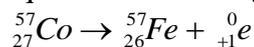
Le noyau de cobalt 57 est constitué de 27 protons et de 57 nucléons donc 30 neutrons (57-27).

C.2.2. Nom et la notation symbolique de la particule β^+

La particule β^+ est le positron et sa notation symbolique est :



C.2.3. Equation de désintégration du cobalt 57.



D'après le document B3, l'élément qui possède un nombre de charge de 26 est le fer de symbole Fe. On applique les lois de conservation du nombre de charge et du nombre de masse.

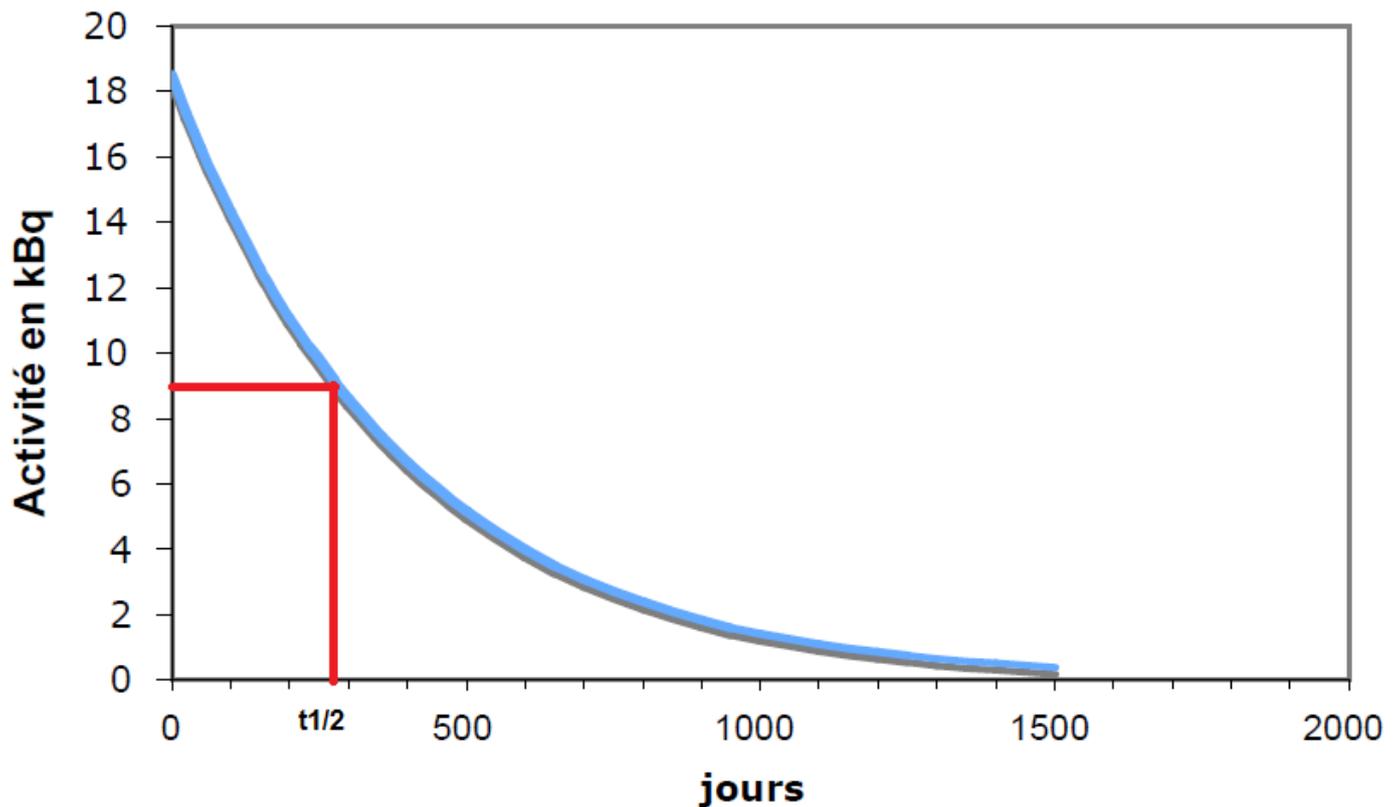
C.3. Évolution de l'activité du cobalt 57 au cours du temps

C.3.1 Définition d'une période radioactive (ou temps de demi-vie radioactive).

La période radioactive est le temps au bout duquel la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon se sont désintégrés.

C.3.2 Cohérence de la période radioactive avec celle donnée dans la notice du cyanocobalamine du document C5.

A l'aide du document C4, on détermine la valeur de la période radioactive.



D'après le tracé, la période radioactive est de 280 jours. Celle-ci est bien cohérente avec la valeur donnée dans le document C5 qui est de 271 jours.

C.3.3 « à la date de calibration » précisé sur la notice du médicament du document C5.

Il est précisé « à la date de calibration » sur la notice car l'activité d'une source radioactive évolue et diminue au cours du temps.

C.4. Traitement des déchets

D'après le document C2, l'activité des gélules de cyanocobalamine est de 18,5 kBq pour 1 μg .

Donc pour 1 g l'activité est de $1,85 \times 10^6$ kBq = 1,85 Mbq. Donc, d'après le document C6, elles appartiennent à la catégorie MA de moyenne activité. De plus, la période radioactive est de 271 jours donc il s'agit de déchets dits à vie courte (VC). Donc pour traiter ces déchets, il faut réaliser un stockage de surface.