

Devoir Surveillé n°4 de Physique-Chimie

Toute réponse devra, dans la mesure du possible, être **justifiée** par un calcul ou un raisonnement **rédigé**. Le soin apporté à la copie et aux schémas sera pris en compte dans la notation.

L'usage d'une calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 8 exercices, **qui sont indépendants**, présentés sur 8 pages numérotées de 1 à 8, y compris celle-ci. La notation est sur 40 points.

Il n'y a pas de page d'annexe à rendre.

Données pour tous les exercices (sur 2 pages) :

➤ Exercice 1 :

- ✓ Unité de la masse atomique : $1 \text{ u} = 1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- ✓ Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- ✓ Quelques numéros atomiques : $Z(\text{Pb}) = 82 ; Z(\text{Bi}) = 83 ;$
 $Z(\text{Po}) = 84 ; Z(\text{Rn}) = 86$
- ✓ Quelques masses en u : $m(\text{Po}) = 213,995176 ;$
 $m(\text{Bi}) = 213,998691 ; m(e^-) = 5,49 \cdot 10^{-4}$
- ✓ Constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- ✓ Masse molaire du radon 222 : $M = 222,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- ✓ Conversion masse-énergie : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

➤ Exercice 2 :

- ✓ Quelques masses molaires (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : $M(\text{H}) = 1,0 ; M(\text{O}) = 16,0 ;$
 $M(\text{S}) = 32 ; M(\text{Cu}) = 63,5$

➤ Exercice 4 :

- ✓ Quelques électronégativité : $\chi_{\text{H}} = 2,1 ; \chi_{\text{C}} = 2,5 ; \chi_{\text{I}} = 2,5 ; \chi_{\text{O}} = 3,5$

➤ Exercice 3 :

- ✓ Capacité thermique de l'eau liquide : $C_{\text{eau}} = 4,8 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
- ✓ Capacité thermique de l'eau solide : $C_{\text{glace}} = 2,06 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
- ✓ Energie massique de fusion de la glace : $L_{\text{fus}} = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
- ✓ Capacité thermique d'une baignoire en PVC : $C_{\text{baignoire}} = 8 \text{ kJ} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

➤ Exercice 8 :

- ✓ Température d'ébullition à 1 bar (°C) : $\theta(\text{pentane}) = 36$; $\theta(\text{heptane}) = 98$
- ✓ Densité : $d(\text{pentane}) = 0,62$; $d(\text{heptane}) = 0,68$
- ✓ Masse volumique de l'eau : $\rho(\text{eau}) = 1\,000 \text{ g.L}^{-1}$

Exercice 1 – Le radon et ses descendants – d’après un sujet du bac 2008 Amérique du Nord (9 points – 40 minutes conseillées) :

Document 1 – D’après laradioactivite.com :

Le radon **Rn 222** est un gaz incolore, inodore et insipide qui provient de la désintégration de l'uranium dans la croûte terrestre. Sa **demi-vie radioactive de 3,82 jours** est très courte mais il est régénéré en tant que membre de la filiation radioactive de l'uranium 238. L'inhalation du radon et de ses descendants représente pour la population française le tiers de l'exposition moyenne aux rayonnements ionisants. Sa présence est plus importante dans les régions granitiques et volcaniques.

La principale voie d'infiltration du radon dans une maison est le sol sur lequel le bâtiment est construit. Le radon s'accumule de préférence dans des endroits clos et peu ventilés comme les caves et, dans les maisons modernes, les vides sanitaires. Dans la plupart des cas, les moyens pour diminuer les concentrations élevées en radon sont simples : aérer et ventiler les maisons, les sous-sols et les vides sanitaires ; améliorer l'étanchéité des murs et des planchers. Le radon 222 se désintègre en donnant successivement dans un court délai du polonium 218, du plomb 214, du bismuth 214, du polonium 214, et du plomb 210. Tous ces descendants sont solides. Les quatre premiers peuvent être inhalés sous forme d'aérosols* et se déposer sur les cellules pulmonaires.

La nocivité du radon est surtout due aux désintégrations alpha de ses descendants. L'énergie émise lors des désintégrations alpha est de 6,13 MeV ou 7,85 MeV.

* *aérosol : ensemble de particules, solides ou liquides, en suspension dans un milieu gazeux.*

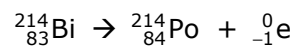
Document 2 – Fonction ln :

La fonction logarithme népérien est une fonction mathématique permettant de transformer des produits en sommes et des puissances en produits.

Sur la calculatrice, on accède à cette fonction avec la touche \ln (ne pas confondre avec la touche \log).

Exemple : $\ln 14 \approx 2,639$ (nombre sans unité, comme pour π).

Document 3 – Equation de désintégration du Bismuth 214 :



Document 4 – Activité du radon 222 :

La mesure de l'activité du radon dans une cave a donné un résultat de six mille becquerels par mètre cube d'air. Un noyau radioactif peut être caractérisé par sa **constante radioactive λ** .

L'activité d'un échantillon radioactif à un instant t , notée **$A(t)$** , est liée au nombre de noyaux radioactifs **$N(t)$** dans l'échantillon au même instant par la relation : **$A(t) = \lambda \cdot N(t)$** .

La demi-vie radioactive est liée à la constante radioactive **λ** par la relation : **$\lambda \cdot t_{1/2} = \ln 2$** .

La loi de décroissance de l'activité en fonction du temps est : $\ln \left(\frac{A(t)}{A_0} \right) = -\lambda \times t$

A. Désintégration du radon 222 :

1. Donner la définition d'un noyau radioactif (0,5 point).
2. En s'aidant du texte, écrire les équations de désintégrations successives permettant d'obtenir les trois premiers descendants du radon 222 (1,5 point).
3. Indiquer dans chaque cas le type de radioactivité et la cause (0,5 point).

B. Bilan énergétique des descendants du radon 222 :

4. Donner l'expression de la variation de la masse, puis l'expression de l'énergie libérée lors de la désintégration du bismuth 214 ; préciser les unités des grandeurs dans le Système International (1 point).
5. Calculer l'énergie émise, en MeV, lors de cette désintégration. Toutes les étapes du calcul devront apparaître (1 point).

C. Activité du radon 222 :

6. Calculer la valeur de λ pour le radon 222 (faire le calcul en utilisant l'unité SI de $t_{1/2}$) (1 point).
7. Quelle est la masse de radon 222 contenue dans $1,0 \text{ m}^3$ d'air de cette cave ? (2 points).
8. En supposant que le radon ne s'infiltre plus et ne s'échappe pas de la cave citée dans le document 4, au bout de combien de jours l'activité du radon 222 sera-t-elle de 400 Bq.m^{-3} , seuil au dessus duquel l'Union Européenne recommande d'entreprendre des mesures correctrices simples ? (2 points)
9. Quelles mesures simples faut-il prendre pour diminuer la concentration en radon dans cette cave ? (0,5 point)

Exercice 2 – Sulfate de cuivre hydraté (5 points – 20 minutes conseillées) :

Le sulfate de cuivre anhydre est un solide blanc. Lorsqu'il est hydraté, ce solide est bleu et sa formule est $\text{CuSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}_{(s)}$ où x est un nombre entier positif représentant le nombre de moles de molécules d'eau associées à une mole de $\text{CuSO}_4_{(s)}$.

On prépare 100 mL d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre à partir d'une masse $m = 10 \text{ g}$ de sulfate de cuivre bleu. Une mesure permet de déterminer la concentration molaire en ions cuivre de la solution obtenue : $[\text{Cu}^{2+}] = 0,40 \text{ mol.L}^{-1}$.

1. Déterminer x (3 points).

On remplace la solution de sulfate de cuivre par une solution de chlorure de cuivre obtenue par dissolution de cristaux de $\text{CuCl}_2_{(s)}$. La concentration molaire en ions cuivre de la solution est toujours la même.

2. **a)** Déterminer la concentration en soluté apportée et la concentration en ions chlorure de la solution. Bien détailler la réponse (1,75 point).
b) Quel principe vérifie-t-on concernant les ions ? (0,25 point).

Exercice 3 – Bain de bébé (8 points – 40 minutes conseillées) :

M. Fontaine souhaite donner un bain à sa fille. Malheureusement, Lise a cassé le thermomètre de son papa et M. Fontaine craint de se brûler la main, empêchant alors la correction d'un long paquet de DS...

Il a donc besoin de ton aide !

M. Fontaine a déjà mis $m_1 = 30$ kg d'eau chaude (le thermostat indique $\theta_1 = 60$ °C pour l'eau chaude) et il souhaite connaître la masse d'eau froide m_2 à ajouter (à une température de $\theta_2 = 20$ °C) afin d'obtenir un bain à $\theta_f = 37$ °C.

A. Première méthode :

Dans un premier temps, on néglige les transferts thermiques avec la baignoire et avec l'extérieur.

1. Exprimer l'énergie Q_1 cédée par l'eau chaude à l'eau froide (0,5 point).
2. Exprimer l'énergie thermique Q_2 reçue par l'eau froide en fonction de m_2 (0,5 point).
3. Donner la relation entre Q_1 et Q_2 ; en déduire la masse d'eau froide à ajouter (1 point).

B. Méthode plus économique :

Pour faire des économies (pour la nature et pour son portefeuille), M. Fontaine trouve qu'il y a trop d'eau avec la première méthode.

4. Pour un prochain bain, quelles masses d'eau m'_1 à 60 °C et m'_2 à 20 °C faut-il mélanger pour obtenir $m = 50$ kg d'eau à 37 °C ? (2 points)

C. Méthode encore plus économique :

En fait, 50 kg d'eau, c'est encore trop pour Lise (il suffit de la faire barboter). M. Fontaine préfère utiliser des glaçons à $\theta_3 = -20$ °C pour faire diminuer la température des $m_1 = 30$ kg d'eau chaude à $\theta_1 = 60$ °C.

5. Déterminer la masse des glaçons m_{glace} que doit utiliser M. Fontaine pour obtenir un bain à la bonne température pour Lise (2 points).

D. Méthode plus précise :

Avec le calcul précédant (question 5), M. Fontaine trouve que l'eau est encore un peu chaude (il a bien été obligé de mettre les mains dans l'eau pour laver Lise). Une des raisons provient de l'énergie que doivent absorber les glaçons à cause de la capacité thermique de la baignoire.

6. Déterminer la nouvelle masse des glaçons m'_{glace} qu'aurait dû utiliser M. Fontaine pour obtenir un bain à la bonne température pour Lise (2 points).

Exercice 4 – Deux solvants et deux solutés (3 points – 10 minutes conseillées) :

COMPÉTENCES S'approprier, réaliser, analyser

Document 1 – densité :

L'eau est plus dense que le cyclohexane, et ces deux solvants sont non miscibles.

Document 2 – solutés :

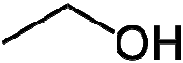
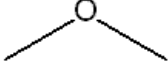
Le diiode I_2 est jaune dans l'eau et violet dans le cyclohexane tandis que le chlorure de cobalt, qui est un solide ionique, a une coloration rose pâle dans l'eau mais est incolore dans le cyclohexane.

1. Préciser la nature (polaire ou apolaire) des deux solvants du document 1 (1 point).
2. Préciser la nature (non polarisée, polarisée ou ionique) de la liaison présente dans les deux solutés du document 2 (1 point).
3. Faire un schéma décrivant l'aspect du contenu du tube à essais après mélange et agitation des deux solvants et des deux solutés ensembles. Bien justifier (1 point).

Exercice 5 – Des comportements différents (3 points – 10 minutes conseillées) :

COMPÉTENCES Restituer, analyser

Voici les formules topologiques de deux molécules ?

	Molécule A	Molécule B
Formule topologique		
Température d'ébullition	75 °C	- 25 °C
Polarité de la molécule	Forte	Très faible

1. Donner le nom d'une des deux molécules (0,5 point).
2. Comment appelle-t-on ces deux molécules ? Justifier (0,5 point)
3. Quelles sont les interactions entre les molécules A à l'état liquide ? Et entre les molécules B ? (1 point)
4. Pourquoi les températures d'ébullition de ces deux espèces sont-elles si différentes ? (1 point)

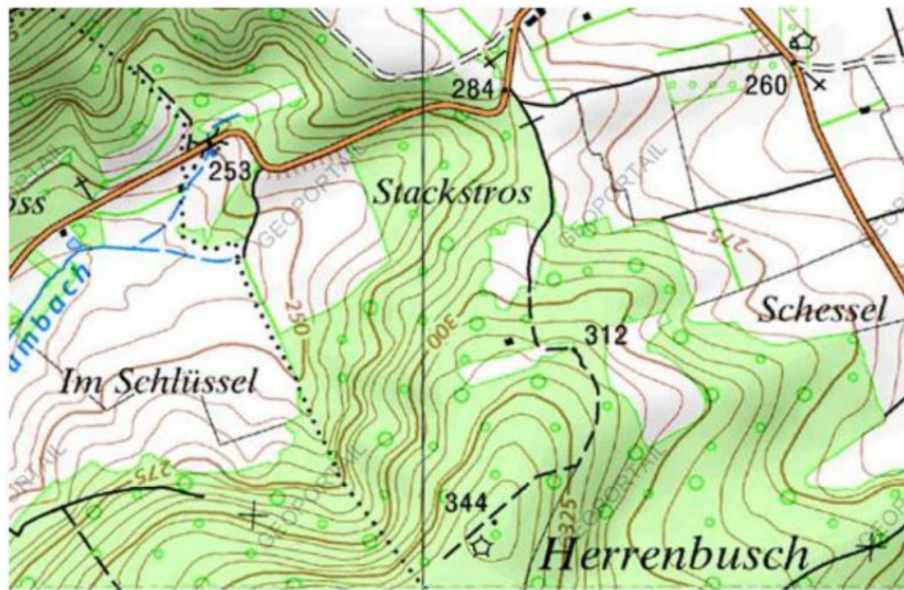
Exercice 6 – Nomenclature d'isomères (4 points – 25 minutes conseillées) :

1. Écrire les formules semi-développées et les écritures topologiques des alcanes suivants (2 points) :

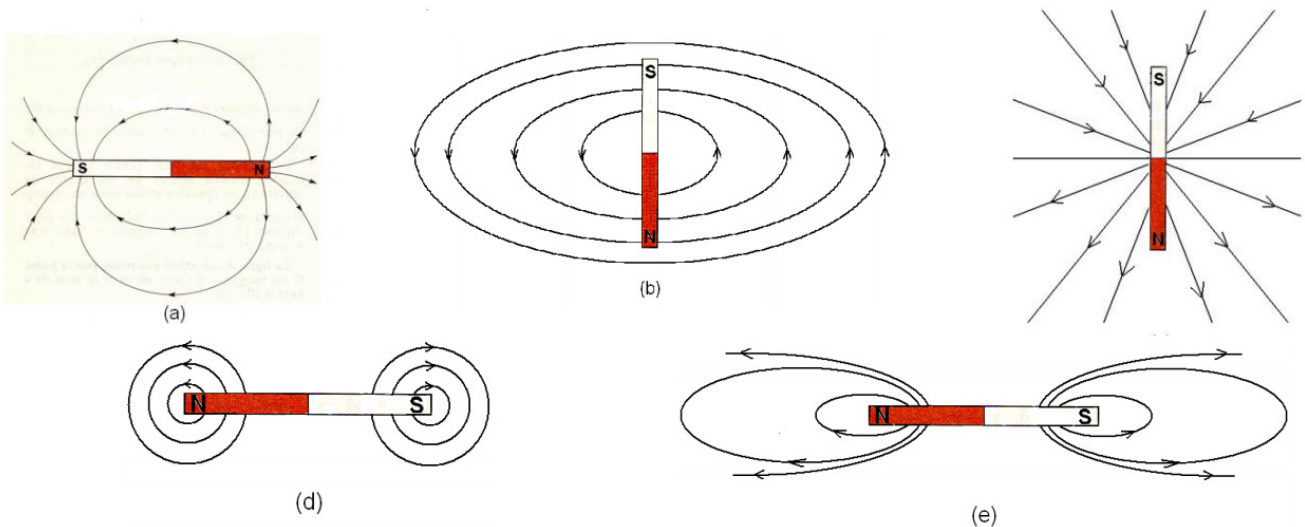
a) diméthylpropane	c) 2,4 – diméthylpentane
b) éthylpentane	d) méthylbutane
2. Ces composés forment deux couples d'isomères. Identifier ces couples (0,5 point).
3. Nommer les deux alcanes linéaires isomères de chacun de ces couples (0,5 point).
4. L'éthylpentane a une température d'ébullition de 93 °C. Donner les informations qu'on peut en déduire concernant ses 2 isomères identifiés aux questions **2)** et **3)** (1 point).

Exercice 7 – Notions de champs (5 points – 20 minutes conseillées) :

- 1) Un champ de température est-il un champ scalaire ou un champ vectoriel ? Même question pour un champ de pression ? Justifier (0,5 point).
- 2) Citer un exemple de champ vectoriel, en justifiant votre choix (0,5 point).
- 3) On note les intensités des champs magnétique, électrique et gravitationnel respectivement B , E et Φ . Donner, dans le système international, l'unité de chacune de ces trois grandeurs (1,5 point).
- 4) Sur la carte de géographie ci-dessous, on a indiqué des lignes d'égaux altitudes (courbes de niveau).



- a) S'agit-il d'un champ scalaire ou d'un champ vectoriel ? (0,5 point)
 - b) Quelle est la signification de lignes de niveau resserrées ? (0,5 point)
 - c) Une personne peu habituée à de grandes randonnées désireuse d'atteindre le sommet à l'altitude « 344 m » a-t-il intérêt de faire l'ascension par le nord-ouest (trait en pointillé) ou par le nord-est (trait avec des tirets) ? (0,5 point)
- 5) Parmi les figures suivantes (a), (b), (c), (d) et (e), laquelle représente le spectre du champ magnétique d'un aimant droit ? Justifier votre choix (1 point).

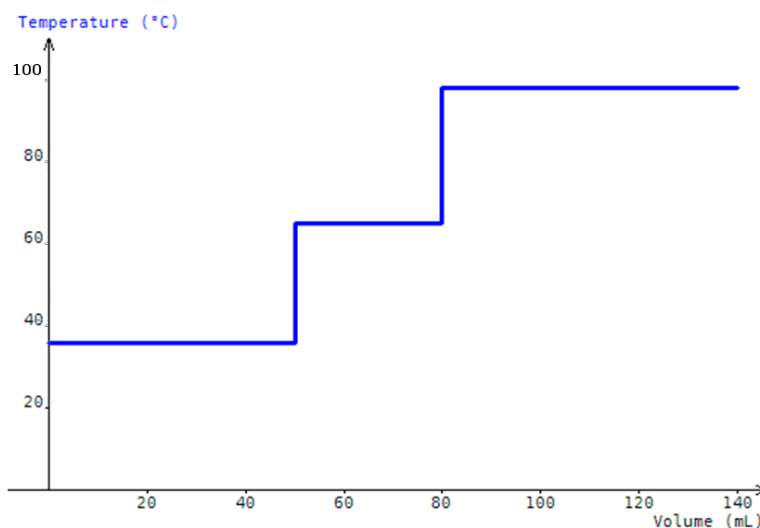


Exercice 8 – Distillation d'un mélange d'alcane (3 points – 15 minutes conseillées) :

On réalise la distillation fractionnée d'un mélange homogène d'alcane : le pentane, l'heptane et un troisième alcane qui est soit de l'hexane, soit de l'octane.

1) Quel est le but d'une distillation fractionnée et sur quel principe est-elle fondée ? (0,5 point)

Le graphe suivant donne l'évolution de la température en haut de la colonne de distillation en fonction du volume total V de distillat recueilli.



2) Justifier les réponses apportées aux questions suivantes :

- Quelle masse de pentane est présente dans le mélange initial ? (1,5 point)
- Quel est le nom de l'alcane recueilli en dernier ? (0,5 point)
- Le troisième alcane présent dans le mélange est-il l'hexane ou l'octane? (0,5 point)

Bonus (+ 1 point – 180 minutes conseillées) :

<p>5-(1-éthylpropyl)décane</p>	8 : oct	13 : triéc
	9 : non	14 : tétradéc
	10 : déc	15 : pentadéc
	11 : undéc	16 : hexadéc
	12 : dodéc	17 : heptadéc

A partir des informations ci-dessus, donner le nom de la molécule suivante :

