

DEVOIR COMMUN

Nom :

Prénom :

Classe :

Lycée Jean MERMOZ

PHYSIQUE CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 2 h 00

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Exercice I - Radioactivité (14 points)

Données :

- masse d'un nucléon : $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- masse d'un électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

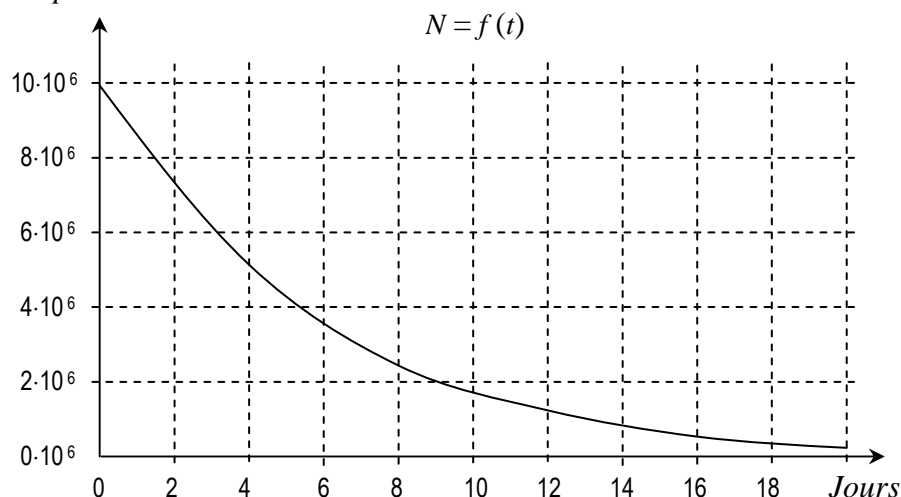
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$
- $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ SI}$
- $c = 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Le radon est l'élément chimique de numéro atomique 86 et de symbole Rn . C'est un gaz noble radioactif, incolore, inodore et d'origine le plus souvent naturelle.

Le radon n'existe pas sous forme de corps stable et tous ses isotopes connus sont radioactifs. Son isotope le plus stable est le radon 222 qui a été utilisé en radiothérapie jusque dans les années 1950. *Son intense radioactivité a entravé son étude chimique approfondie.*

On cherche ici à étudier une population N_0 de radon 222 (symbole $^{222}_{86}Rn$) qui est un émetteur α (alpha).

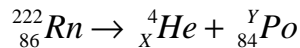
Population N



A l'origine du temps, cette population est choisie égale à $N_0 = 10$ millions. On reporte alors l'évolution de la population N de ce nucléide au cours du temps et l'on obtient la courbe ci-dessus.

1. Déterminer la composition du noyau de radon 222.
2. Calculer la force d'interaction électrique entre deux protons du noyau. On admet qu'ils sont distants de $d = 4,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$. Cette force est-elle attractive ou répulsive ?
3. Calculer la force d'interaction gravitationnelle entre deux protons du noyau. On admet qu'ils sont distants de $d = 4,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$. Cette force est-elle attractive ou répulsive ?
4. Comparer ces deux forces et conclure sur l'interaction fondamentale responsable de la cohésion du noyau d'un atome.

5. Préciser la valeur de X et de Y dans l'équation de désintégration radioactive du radon suivante :



6. Cette réaction est-elle spontanée ou provoquée ? Justifier.

7. L'atome de polonium Po ainsi obtenu se transmute alors en plomb 214. Ce dernier, de numéro atomique $Z = 82$, est un nucléide radioactif émetteur bêta moins.

Ecrire l'équation de désintégration du plomb (Pb) 214 sachant qu'il se transforme du Bismuth (Bi).

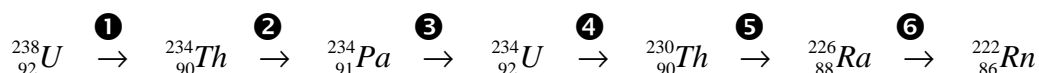
8. Déterminer graphiquement la période de demi-vie notée $t_{1/2}$ du radon 222, durée caractéristique d'un nucléide au bout de laquelle la population de ce dernier a diminué de moitié.

9. Déterminer l'activité moyenne A sur les trois premiers jours d'observation de l'échantillon.

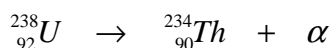
10. Expliquer en quelques mots la phrase en italique de l'énoncé.

11. La radioactivité due au radon aux abords des mers et océans est d'environ $A = 2,0 \text{ Bq}$ par mètre cube d'air. Combien de désintégrations dues au radon observera-t-on par jour dans une maison de volume $V = 90 \text{ m}^3$ placée au bord de la mer ?

12. Le radon 222 se forme naturellement sur la chaîne de désintégration de l'uranium 238. Donner la nature de la particule émise (α , β^- ou β^+) lors de la transmutation ③.



13. L'équation de la transmutation ① s'écrit :



A l'aide du tableau ci-contre calculer l'énergie dégagée lors de cette réaction nucléaire.

Entité	${}_{92}^{238}\text{U}$	${}_{90}^{234}\text{Th}$	Particule α
Masse (kg)	$3,953\,019 \cdot 10^{-25}$	$3,886\,476 \cdot 10^{-25}$	$6,64466 \cdot 10^{-27}$

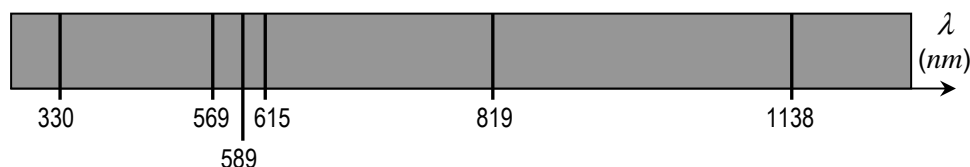
Exercice II – Sources de lumière (12 points)

Données :

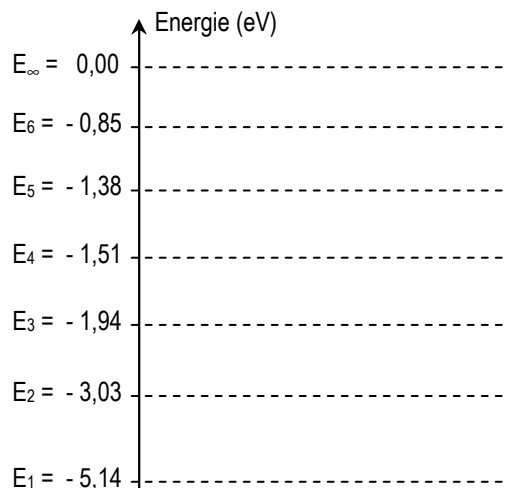
- $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Loi de Wien : $\theta = (2,89 \times 10^6 / \lambda_{\text{max}}) - 273$ avec θ en $^\circ\text{C}$ et λ_{max} en nm .

Partie A :

Le document ci-contre correspond au spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium. Les longueurs d'onde dans le vide des différentes raies y sont indiquées.



- Quelles sont les longueurs d'onde des raies appartenant au domaine du visible ? Au domaine des ultraviolets ? Au domaine de l'infrarouge ?
- S'agit-il d'une lumière polychromatique ou monochromatique ? Justifier votre réponse.
- Quelle est la valeur de la fréquence de la raie de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$?
- Indiquer sur le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium ci-contre l'état fondamental et les états excités.
- En quoi ce diagramme permet-il de justifier la discontinuité du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium ?

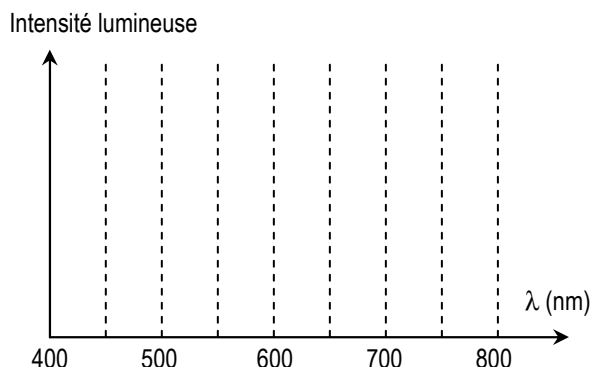


6. On considère la raie d'émission de longueur d'onde $\lambda = 819 \text{ nm}$.
 - a. Calculer en eV la variation d'énergie ΔE qui correspond à l'émission de cette radiation.
 - b. Indiquer sur le diagramme des niveaux d'énergie la transition correspondante. Justifier votre réponse par un calcul.
7. L'atome de sodium se trouve sur le niveau d'énergie E_1 .
Peut-il absorber un photon d'énergie $\Delta E = 3,38 \cdot 10^{-19} \text{ J}$? Justifier clairement.

Partie B :

L'étude du spectre solaire a permis aux scientifiques, comme Fraunhofer au début du 19^{ème} siècle, d'en déduire que l'atmosphère du Soleil contient entre autre de l'hydrogène, du magnésium et aussi du sodium.

1. Comment visualise-t-on cette information dans le spectre de la lumière émise par le soleil ?
2. Expliquer brièvement le phénomène qui se passe en s'aidant d'un diagramme des niveaux d'énergie.
3. Le profil spectral du Soleil est proche de celui d'un corps noir, c'est-à-dire qu'il suit la loi de Wien.
 - a. Que représentent précisément λ_{max} et θ dans la loi de Wien ?
 - b. Exprimer λ_{max} en fonction de θ .
 - c. Sachant que la température de surface du Soleil est proche de 5800°C , calculer λ_{max} et tracer sur le document ci-contre l'allure du profil spectral visualisé par les scientifiques.



Exercice III – Solutions aqueuses (14 points)

Remarque : les parties A, B et C sont indépendantes

Partie A : Préparation de solutions

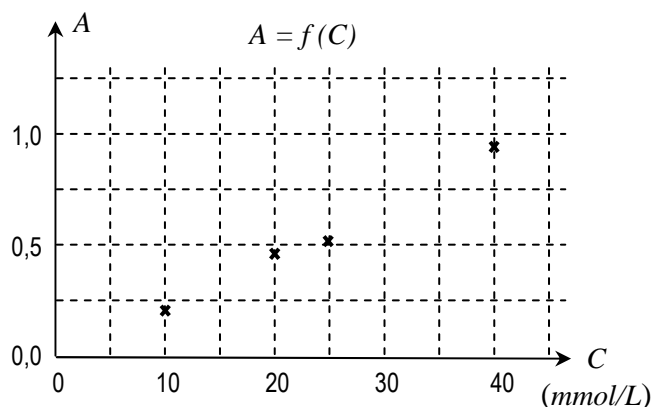
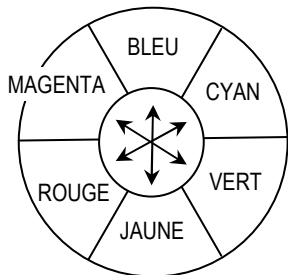
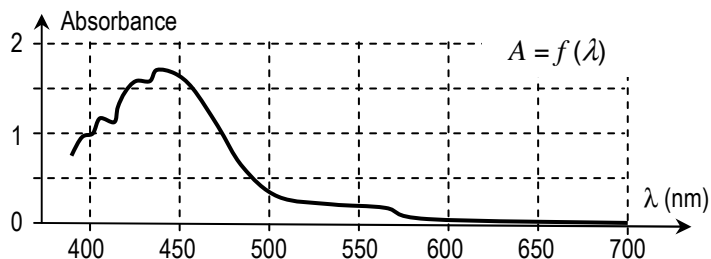
On dispose de cristaux d'iodure de potassium et d'eau distillée. On souhaite préparer une solution n°1 de concentration molaire en soluté apporté $C_1 = 0,500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et de volume $V_1 = 250 \text{ mL}$. La formule du cristal de l'iodure de potassium est KI et sa masse molaire est égale à $166 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. Calculer la masse d'iodure de potassium à dissoudre pour obtenir la solution recherchée.
2. Finalement la solution ainsi préparée est trop concentrée et l'on souhaite la diluer de manière à obtenir un volume $V_2 = 50 \text{ mL}$ d'une nouvelle solution n°2 de concentration en soluté apporté $C_2 = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Proposer un protocole opératoire permettant de réaliser la solution n°2. Noter les calculs et préciser la verrerie utilisée.

Partie B : Dosage d'une solution de diiode I_2

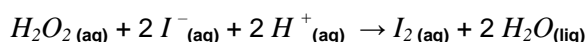
On désire doser une solution d'eau iodée I_2 de concentration inconnue C à l'aide d'un spectrophotomètre. Pour cela, on prépare un ensemble de solutions d'eau iodée de concentrations connues (solutions étalons) dont on mesure l'absorbance pour une longueur d'onde idéalement choisie.

1. D'après le document en page 4/4 donnant $A = f(\lambda)$, quelle longueur d'onde doit-on utiliser pour effectuer les meilleures mesures d'absorbance pour ce dosage ? Pourquoi ?
2. Quelle est la couleur correspondant à cette longueur d'onde ?
En déduire la couleur d'une solution d'eau iodée. Justifier.
3. A l'aide des mesures effectuées sur les solutions étalons, on obtient le graphe $A = f(C)$ en page 4/4. En utilisant comme il se doit ce graphe :
 - a. Montrer que la loi de Beer-Lambert est vérifiée.
 - b. Déterminer la concentration C de la solution dosée sachant que la mesure de son absorbance donne $A = 0,75$.



Partie C : Etude d'une transformation chimique

On se propose d'étudier la transformation lente de décomposition de l'eau oxygénée H_2O_2 par les ions iodure en présence d'acide sulfurique en excès (ions H^+ (aq)). L'équation de la réaction qui modélise cette transformation s'écrit :

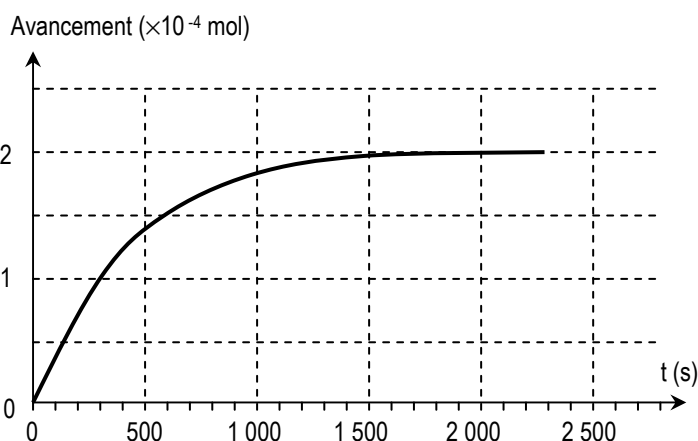


À la date $t = 0$ s on mélange un volume $V_1 = 20,0$ mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration molaire en ion iodure $C_1 = 0,10$ mol·L⁻¹ acidifiée avec un volume $V_2 = 2,0$ mL d'une solution d'eau oxygénée H_2O_2 de concentration molaire $C_2 = 0,10$ mol·L⁻¹.

1. Calculer en mmol les quantités de matière des réactifs à l'état initial.
2. Le mélange initial est-il stœchiométrique ? Justifier.
3. Compléter en mmol le tableau descriptif de l'évolution du système chimique. Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.

Equation de la réaction	$H_2O_2(aq) + 2 I^-_{(aq)} + 2 H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2 H_2O_{(liq)}$					
Etat du système	Avancement					
Etat initial				Excès		solvant
Etat intermédiaire				Excès		solvant
Etat final				Excès		solvant

4. Calculer la concentration molaire en diiode formé dans le milieu réactionnel lorsque la transformation est terminée.
5. La courbe ci-contre représente les variations de l'avancement x de la réaction en fonction du temps. Déterminer l'avancement de la réaction à la date $t = 300$ s. En déduire la quantité de matière d'eau oxygénée, d'ion iodure et de diiode dans le mélange réactionnel à cette date.



Ne pas oublier de rendre ce sujet avec la copie.