

# Devoir de rentrée

Ce devoir, qui sera être rendu le jour même de la rentrée, le jeudi 02/09/2021, a pour buts :

- de mettre l'accent sur l'importance du vocabulaire (dans toutes les matières).
- de revoir quelques notions mathématiques fondamentales sur lesquelles repose toute science dite "dure".
- de tester l'acquisition de notions fondamentales en physique et en chimie, vues en classe de seconde et de première.

## A. Un peu de vocabulaire pour commencer :

1. Dans l'expression  $f(x) = x^2$ , comment appelle-t-on  $f$ ,  $x$ ,  $f(x)$  ?
2. Quelle est la différence entre l'opposé et l'inverse d'un nombre ?
3. Quelle est la différence entre une mesure et un calcul (en sciences expérimentales) ?
4. Quelle est la différence entre une dilution et une dissolution ?
5. Quelle est la différence entre un atome, une molécule et un ion ?
6. Quelle est la différence entre une cétone et un aldéhyde ?
7. Quelle est la différence entre le poids et la masse d'un objet ?
8. Quelle est la différence entre "kilo" et "kilogramme" ?
9. Quelle est la différence entre un milieu transparent et un milieu incolore ?
10. **Quelle est la différence entre un examen et un concours ?**

## B. Quelques représentations graphiques pour continuer :

Représenter l'allure des graphes des fonctions suivantes, sans réaliser au préalable d'étude de fonction complète, mais **en précisant les coordonnées du ou des points particuliers** :

### 1. Version mathématique :

- a)  $x \mapsto f(x) = ax + b$ , avec  $a$  et  $b$  deux paramètres réels strictement positifs.
- b)  $x \mapsto f(x) = ax^2 + b$ , avec  $a$  et  $b$  deux paramètres réels strictement positifs.
- c)  $x \mapsto f(x) = \sqrt{x}$
- d)  $x \mapsto f(x) = \frac{1}{x}$
- e)  $x \mapsto f(x) = \ln x$
- f)  $x \mapsto f(x) = \exp(x)$
- g)  $x \mapsto f(x) = \cos x$

### 2. Version physique :

- a)  $i \mapsto u(i) = E - ri$ , avec  $E$  et  $r$  deux paramètres strictement positifs.

- b)  $x \mapsto z(x) = -\frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha x$  sur  $\mathbf{R}^+$ , avec  $g$ ,  $v_0$  et  $\alpha$  trois paramètres tels que  $g > 0$ ,  $v_0 > 0$  et  $\alpha \in ]0, \pi/2[$ .
- c)  $t \mapsto c(t) = c_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$  sur  $\mathbf{R}^+$ , avec  $c_0$  et  $\tau$  deux paramètres strictement positifs.
- d)  $t \mapsto e(t) = E_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{3}\right)$ , avec  $E_m$  et  $T$  deux paramètres strictement positifs.
- e) **Bonus** : Que représentent physiquement :  $i$ ,  $u$ ,  $E$ ,  $r$ ,  $g$ ,  $v_0$ ,  $\alpha$ ,  $c$ ,  $c_0$ ,  $\tau$ ,  $E_m$  et  $T$  ?

### C. Quelques résolutions d'équation :

- $ax + b = 0$  d'inconnue  $x$  avec  $a$  un réel non nul et  $b$  un réel quelconque.
- $x^2 = a$  d'inconnue  $x$  avec  $a$  un réel strictement positif.
- $t^2 - 6t + 9 = 0$  d'inconnue  $t$ .
- $9x + 6x^2 - 6 = 0$  d'inconnue  $x$ .
- $x + \sqrt{x} - 1 = 0$  d'inconnue positive  $x$ .
- $\ln(2x + 1) - \ln(x) = \ln(3)$  d'inconnue strictement positive  $x$ .
- $\cos x = 0$  d'inconnue  $x$ .
- $\sin x = \sin \alpha$  d'inconnue  $x$  et de paramètre  $\alpha \in [0, \pi/2]$

### D. Un peu de dérivation :

Dériver les fonctions suivantes. On laissera apparents les calculs intermédiaires. Pour chaque fonction, préciser l'intervalle de définition puis l'intervalle de dérivabilité.

- |                                    |                                  |   |
|------------------------------------|----------------------------------|---|
| 1. $f : x \mapsto 2x^3 - 3x^2 + 6$ | 3. $h : u \mapsto \sqrt{2u + 1}$ | 5. $\varphi : y \mapsto \frac{1}{4y - 1}$                 |
| 2. $g : x \mapsto e^{3x^3+2}$      | 4. $\rho : t \mapsto \cos t$     | 6. $\psi : \sigma \mapsto \frac{\sigma + 2}{2\sigma - 1}$ |

### E. De la géométrie :

Exprimer :

- l'aire  $\mathcal{A}_t$  d'un triangle quelconque en fonction d'une hauteur  $h$  et de sa base  $B$  associée, après les avoir définies (justifier simplement à l'aide d'un schéma).
- le périmètre  $\mathcal{P}$  d'un cercle en fonction de son rayon  $R$ , puis de son diamètre  $D$ .
- l'aire  $\mathcal{A}_d$  d'un disque en fonction de son rayon  $R$ , puis de son diamètre  $D$ .
- l'aire d'une sphère  $\mathcal{A}_s$  en fonction de son rayon  $R$ , puis de son diamètre  $D$ .
- le volume d'une boule  $\mathcal{V}$  en fonction de son rayon  $R$ , puis de son diamètre  $D$ .

### F. Des conversions :

**Interdiction formelle d'utiliser les "tableaux de conversions" vus en primaire : utilisez les puissances de 10 à bon escient !**

Convertir :

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. $1 \mu\text{m}$ en $\text{cm}$   | 6. $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$                               |
| 2. $1 \text{ cm}^2$ en $\text{m}^2$ | 7. $1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ en $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$                              |
| 3. $1 \text{ mL}$ en $\text{mm}^3$  | 8. $1 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$ en $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$                                |
| 4. $1 \text{ MJ}$ en $\text{nJ}$    | 9. $60 \text{ J}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ en $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$           |
| 5. $1 \text{ pg}$ en $\text{dg}$    | 10. $1 \text{ q}\cdot\text{ha}^{-1}$ en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (q = quintal ; ha = hectare) |

### G. Chimie 1 :

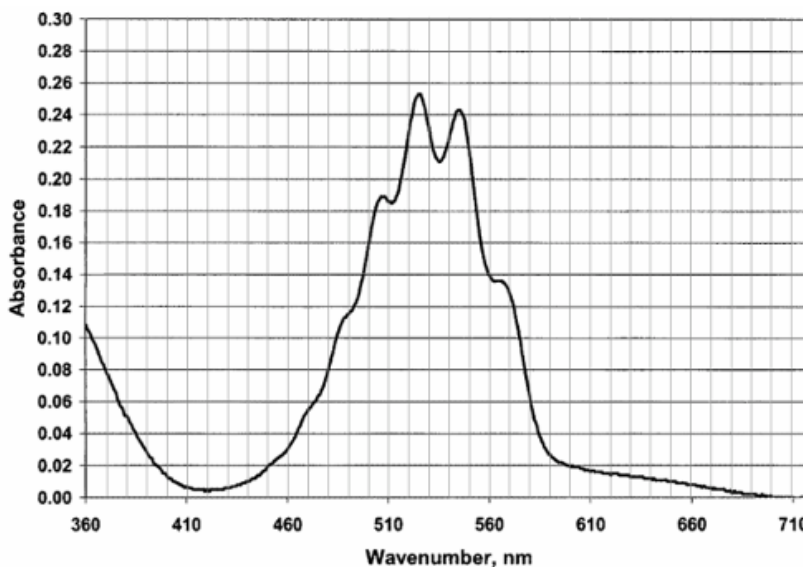
- La configuration électronique de l'atome d'aluminium Al à l'état fondamental est  $(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^1$ . En déduire :
  - la position de l'élément aluminium dans la classification périodique.
  - le nombre d'électrons de valence de l'atome d'aluminium.
  - l'ion monoatomique courant associé à l'élément aluminium.
- Le fluor F est l'élément situé dans la 17ème colonne et dans la 2ème ligne du tableau périodique. En déduire :
  - la configuration électronique de l'atome de fluor à l'état fondamental.
  - le nombre d'électrons de valence de l'atome de fluor.
  - l'ion monoatomique courant associé à l'élément fluor.
- Les éléments aluminium et fluor s'associent pour former un composé ionique : le fluorure d'aluminium, noté A. Déduire des questions précédentes :
  - la formule brute de A.
  - la nature des interactions entre entités chimiques constituant A.
  - l'équation de la réaction de dissolution de A dans l'eau.
  - les concentrations en quantité de chacun des solutés lorsqu'un échantillon de masse  $m_0 = 840 \text{ mg}$  de fluorure d'aluminium est (totalement) dissous dans un volume  $V_0 = 200 \text{ mL}$  d'eau.  
Données : masses molaires atomiques  $M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{F}) = 19,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- L'élément chlore Cl est situé juste en-dessous du fluor dans la classification périodique. Les éléments aluminium et chlore s'associent pour former un solide moléculaire : le chlorure d'aluminium, noté B.
  - Préciser la nature des interactions entre entités chimiques constituant B.
  - Préciser l'origine de la différence de nature des entités chimiques constituant A et B.
  - Proposer un schéma de Lewis de B. Justifier.
  - Indiquer la géométrie de B, et représenter cette molécule sur votre feuille en précisant les valeurs des angles de liaison. Justifier.
  - Déterminer si B est polaire ou pas. Justifier.

### H. Chimie 2 :

Un échantillon de masse  $m_1 = 0,60 \text{ g}$  de propan-1-ol est mis à réagir avec un échantillon de masse  $m_2 = 1,58 \text{ g}$  de permanganate de potassium  $\text{K}^+, \text{MnO}_4^-$  en présence d'eau et d'un large excès d'ion hydrogène. On isole, à l'issue de la transformation, une masse  $m_3 = 0,70 \text{ g}$  d'acide propanoïque. On constate par ailleurs la formation d'ions manganèse (II)  $\text{Mn}^{2+}$ .

Données : masses molaires atomiques  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{K}) = 39,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{Mn}) = 54,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. Prouver que la transformation chimique étudiée peut être modélisée par une réaction d'oxydoréduction en déterminant les demi-équations électroniques associées.
2. Le propan-1-ol subit-il une oxydation ou une réduction ? Est-il un oxydant ou un réducteur ?
3. Proposer une équation de réaction traduisant la réaction d'oxydoréduction..
4. Calculer le rendement de cette synthèse de l'acide propanoïque. Commenter la valeur de ce rendement, en précisant si la transformation étudiée est totale ou non, et en détaillant l'origine des pertes potentielles.
5. Détailler le maximum de méthodes expérimentales permettant d'analyser l'acide propanoïque formé (et permettant notamment de le distinguer de l'alcool de départ).
6. Qu'aurait donné l'action du permanganate de potassium en milieu acide sur le propan-2-ol ?
7. Le spectre d'absorption UV-visible d'une solution aqueuse de l'ion permanganate à la concentration en quantité  $c = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ , réalisé dans une cuve de  $l = 1 \text{ cm}$  d'épaisseur, est fourni ci-dessous. Aucune autre espèce chimique présente ne possède d'absorption significative dans le domaine visible.
  - a) Déterminer les propriétés caractéristiques de l'absorption de l'ion permanganate en solution aqueuse : couleur et intensité de coloration.
  - b) Justifier qu'il est *a priori* possible de s'appuyer sur la réaction étudiée pour réaliser le titrage d'une solution de propan-1-ol de concentration inconnue, et décrire le protocole expérimental correspondant.



### I. Chimie 3 :

On dispose d'une solution aqueuse commerciale d'acide nitrique à 60% en masse, de densité 1,36. Le corps pur "acide nitrique" est une espèce chimique moléculaire de formule  $\text{HNO}_3$  et de masse molaire  $M = 63,0 \text{ g.mol}^{-1}$ .

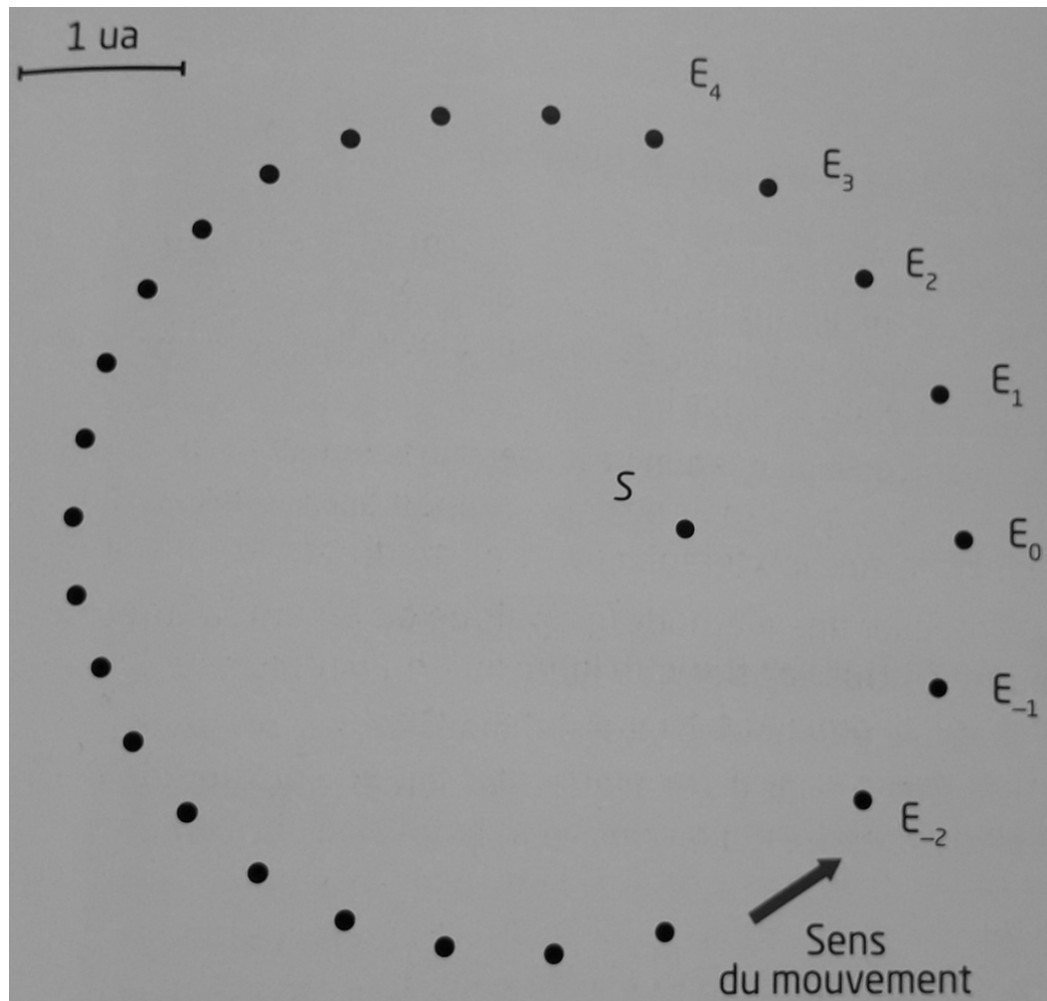
1. Déterminer la concentration en quantité d'acide nitrique  $C$  de cette solution commerciale (en  $\text{mol.L}^{-1}$ ).
2. La solution commerciale est très corrosive et inutilement concentrée. On souhaite la diluer pour obtenir un volume  $V = 100 \text{ mL}$  d'une solution de concentration  $c$  voisine de  $1,3 \text{ mol.L}^{-1}$ . Décrire le protocole expérimental correspondant.

## J. Physique 1 :

La figure ci-dessous représente, dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen, les positions de l'astéroïde baptisé Eva, tous les  $\tau = 4,67 \cdot 10^6$  s, au cours de sa révolution autour du Soleil (dont le centre est noté S). On estime la masse de l'astéroïde égale à  $m = 1,21 \cdot 10^{18}$  kg.

Donnée :  $1 \text{ ua} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$

1. Le mouvement de l'astéroïde est-il rectiligne ? circulaire ? uniforme ? Justifier vos réponses.
2. Estimer la valeur de la masse du Soleil à partir des données (et de la relation approchée entre le vecteur variation de vitesse et la force d'interaction gravitationnelle).



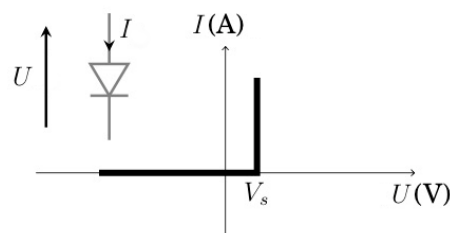
## K. Physique 2 :

Une guirlande de Noël est constituée de 30 micro-DEL (diodes électro-luminescentes) identiques qui sont toutes montées en dérivation aux bornes d'un générateur constitué d'un bloc de 3 piles associées en série avec un interrupteur. Chaque pile est caractérisée par une force électromotrice  $E = 1,5 \text{ V}$  et une résistance  $r = 3 \Omega$ .

1. L'interrupteur est ouvert pour commencer. On mesure alors la tension  $U_0$  aux bornes du bloc générateur.
  - a) Représenter le schéma électrique associé à la mesure de cette tension, en précisant la nature et le branchement de l'appareil de mesure utilisé.
  - b) Exprimer puis calculer la valeur de  $U_0$ .

2. L'interrupteur est désormais fermé. On mesure alors une intensité  $I_1 = 1,1 \text{ mA}$  du courant dans la branche d'une micro-DEL.
  - a) Représenter le schéma électrique associé à la mesure de cette intensité, en précisant la nature et le branchement de l'appareil de mesure utilisé.
  - b) Exprimer puis calculer la valeur de l'intensité  $I_t$  du courant traversant le bloc générateur.
  - c) Exprimer puis calculer la valeur de la tension  $U_1$  aux bornes du bloc générateur.
  - d) Exprimer puis calculer la puissance électrique  $\mathcal{P}_t$  reçue par l'ensemble des micro-DEL.
  - e) Après avoir rappelé l'origine de l'énergie apportée au circuit électrique, définir puis calculer le rendement  $\eta$  de la guirlande électrique.
3. Quelques années après son achat, 7 micro-DEL sur les 30 ont "grillé"... Sachant que les piles ont été remplacées par des piles neuves équivalentes, exprimer puis calculer la valeur de l'intensité  $I_2$  du courant dans chaque micro-DEL restante. Que sont devenues les autres grandeurs électriques :  $U_0$ ,  $I_t$ ,  $U_1$ ,  $\mathcal{P}_t$ ,  $\eta$  ?

Donnée : caractéristique d'une DEL (supposée idéale) :



## L. Physique 3 :

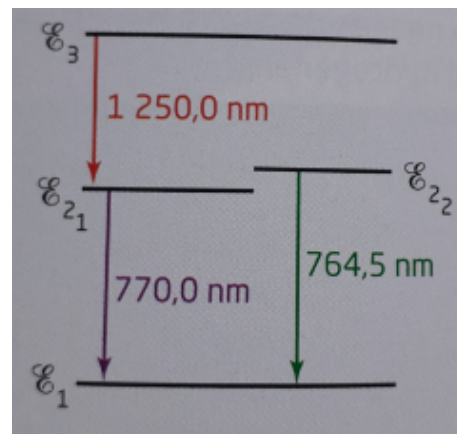
La figure ci-contre représente les premiers niveaux d'énergie de l'atome de potassium. Le niveau 2 est dédoublé ( $2_1$  et  $2_2$ ). Les longueurs d'onde dans le vide des rayonnements émis lors de la désexcitation de certains niveaux plus élevés vers des niveaux moins élevés sont précisés sur la figure.

Données :

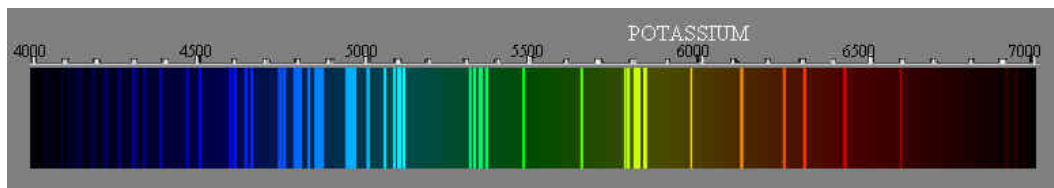
Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Charge élémentaire :  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



1. Calculer, en eV, la différence d'énergie séparant les deux niveaux d'énergie  $2_1$  et  $2_2$ .
2. Calculer la longueur d'onde dans le vide du rayonnement émis lors de la transition quantique  $3 \rightarrow 2_2$ .
3. Justifier l'existence de multiples raies dans le spectre (visible) d'émission de l'atome de potassium, dont un doublet dans le rouge lointain.



4. L'énergie d'ionisation de l'atome de potassium vaut  $4,34 \text{ eV}$ . Quelle est l'énergie nécessaire pour ioniser l'atome de potassium initialement excité dans l'état d'énergie 3 ?