

**DEVOIR COMMUN PREMIERE SPECIALITE – PHYSIQUE CHIMIE
SAMEDI 30 NOVEMBRE 2024 – 8h00 – 10h30**

- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
- L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.
- L'annexe **seule** est à rendre avec la copie

EXERCICE 1 : De la composition d'un soda à sa consommation (points).

Au XIX^{ème} siècle, une boisson à base de feuilles de coca et de noix de cola était préconisée par son inventeur comme remède contre les problèmes gastriques. Cette boisson est actuellement vendue comme soda.

Sur l'étiquette de cette boisson, on peut lire la liste d'ingrédients suivante : eau gazéifiée au dioxyde de carbone ; sucre ; colorant (caramel) ; conservateur (acide benzoïque) ; acidifiant (acide phosphorique) ; extraits végétaux ; arômes naturels (extraits végétaux dont caféine).

Dans cet exercice on s'intéresse à deux espèces chimiques présentes dans la composition de cette boisson.

1. La caféine.

La masse de caféine contenue dans 2 canettes de soda de 33 cL est 75 mg.

Données : • Formule brute de la caféine : $C_8H_{10}N_4O_2$.

• Masses molaires atomiques : $M(H) = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(C) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(N) = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Q1. Calculer la masse molaire de la caféine.

Q2. Calculer la quantité de matière de caféine contenue dans 2 canettes de soda.

Q3. En déduire la concentration en quantité de matière de caféine dans le soda.

2. L'acide phosphorique.

Des études récentes laissent penser que l'acide phosphorique, H_3PO_4 , contenu dans certains sodas au cola est responsable d'un accroissement des risques d'insuffisance rénale et d'ostéoporose s'il est consommé en quantités trop importantes.

Cette partie vise à évaluer la consommation maximale de soda sans que l'acide phosphorique présente un risque pour la santé.

Données :

• La Dose Journalière Admissible (DJA) est la dose maximale d'une substance (exprimée en mg par kilogramme de masse corporelle et par jour) à laquelle on peut être exposé de façon répétée sans risque pour la santé.

Pour l'acide phosphorique, la DJA est : 70 mg par kilogramme de masse corporelle et par jour.

• Masses molaires atomiques : $M(H) = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(C) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(N) = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(P) = 31,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

On effectue le dosage de l'acide phosphorique dans le soda étudié. Par ce dosage, on montre que dans $V = 10,0 \text{ mL}$ de soda, il y a $n_{ap} = 5,3 \times 10^{-5} \text{ mol}$ d'acide phosphorique H_3PO_4 .

Q4. Calculer la quantité de matière d'acide phosphorique dans 1,5 L de soda.

Q5. En déduire la masse d'acide phosphorique dans 1,5 L de soda.

Q6. Combien de bouteilles de soda de 1,5 L une personne adulte de 70 kg peut-elle consommer par jour, sans que l'acide phosphorique ne présente un risque pour sa santé ?

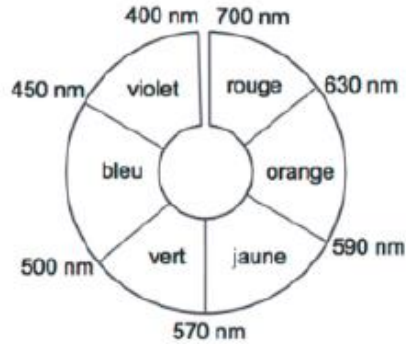
Exercice 2 : Etude de colorants dans une boisson (Points)

On étudie une boisson verte à base de banane et de fruits tropicaux dont la recette est d'inspiration indonésienne. Elle est composée d'extraits de fruits, d'eau, d'éthanol, de sucre et de colorants alimentaires responsables de sa couleur vert vif.

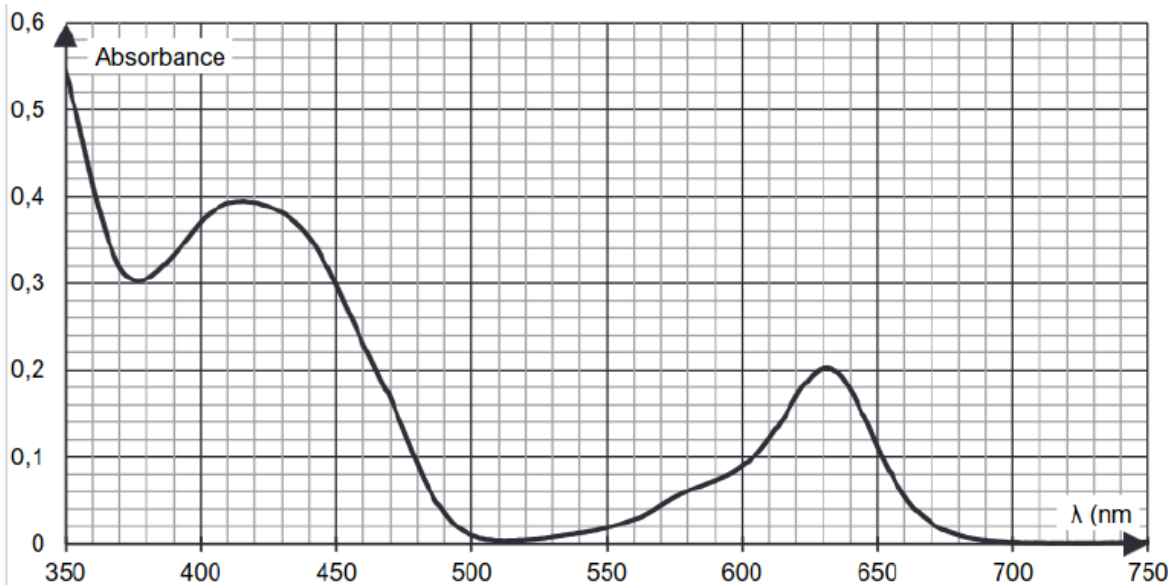
L'objectif de cet exercice est d'identifier la nature des colorants présents dans cette boisson et de s'interroger sur les risques éventuels pour la santé de l'un d'entre eux.

- Données :**
- masse molaire du colorant E102 : $M = 534 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 - volume de la boisson étudiée contenu dans un verre de cocktail : $V = 3,0 \text{ cL}$;
 - concentration en masse de sucre dans la boisson étudiée : $367 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$;
 - masse d'un morceau de sucre : $5,0 \text{ g}$.

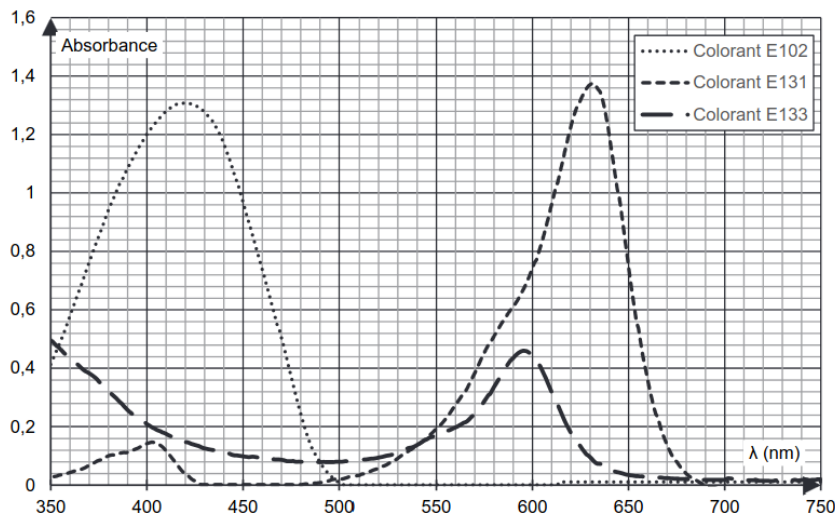
- Cercle chromatique



- Spectre d'absorbance n°1 : solution S de la boisson étudiée diluée d'un facteur 4



• Spectres d'absorbance n°2 : différents colorants alimentaires en solution aqueuse



Q1. Déterminer le nombre de morceaux de sucre équivalent à la quantité de sucre apportée par la boisson étudiée lorsqu'on boit un verre de cocktail. Commenter.

La couleur verte de la boisson étudiée est obtenue par le mélange de deux colorants alimentaires. On cherche à les identifier parmi les trois colorants analysés dans le spectre d'absorbance n°2.

Q2. Donner, en justifiant, la couleur en solution aqueuse de chacun des colorants alimentaires E102, E131, et E133.

Q3. Déterminer, en justifiant, les deux colorants majoritairement présents dans la boisson étudiée.

Q4. Indiquer, en justifiant, une valeur de la longueur d'onde adaptée pour mesurer l'absorbance de la solution à l'aide d'un spectrophotomètre afin de réaliser le dosage du colorant E102.

La dose journalière admissible (DJA) d'un colorant est la masse maximale de colorant qu'une personne peut consommer par jour sans risque pour sa santé. Elle est habituellement exprimée en mg de substance par kg de poids corporel et par jour. Pour le colorant E102, elle est de 7,5 mg par kilogramme de masse corporelle et par jour.

Pour déterminer la concentration de ce colorant dans la boisson étudiée, on réalise une gamme de solutions étalon de concentrations différentes à partir d'une solution-mère S_0 de colorant E102.

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration en colorant E102 notée C (mol.L ⁻¹) de la	$1,0 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-5}$	$8,0 \times 10^{-5}$
Absorbance	0,20	0,42	0,61	0,91	1,31

On mesure l'absorbance de la solution S (boisson étudiée obtenue après dilution d'un facteur 4 de la solution commerciale). On trouve $A_s = 0,40$.

Q5. Calculer le volume de solution mère à prélever pour préparer 100,0 mL de la solution S à partir de la solution commerciale. Décrire le mode opératoire à suivre pour réaliser cette dilution.

Q6. Tracer, sur le papier millimétré en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, la courbe d'étalonnage A en fonction de la concentration en colorant E102 notée C . Montrer que, pour la longueur d'onde choisie, la loi de Beer-Lambert est vérifiée pour le colorant E102.

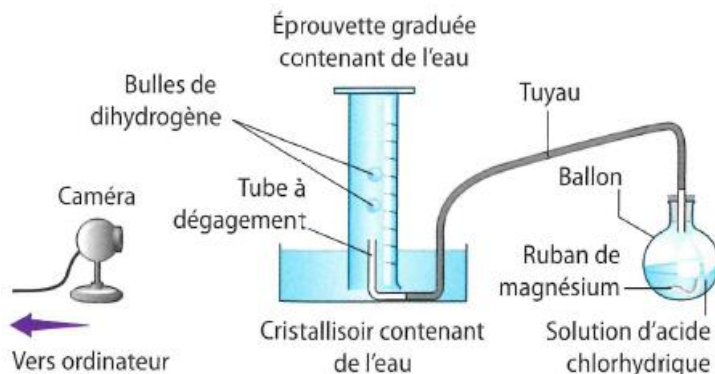
Q7. En expliquant votre démarche, déterminer la concentration en colorant E102 de la solution S diluée (Une construction est attendue sur le graphique).

Q8. Déterminer la masse de colorant E102 contenue dans un verre de cocktail. Commenter cette valeur par rapport à la DJA si on considère une personne de 60 kg.

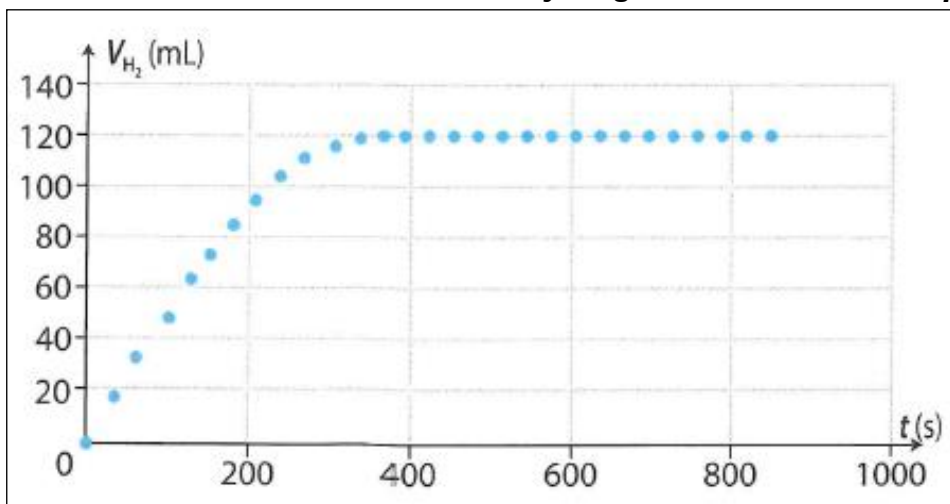
Exercice 3 : Réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique (points)

Doc.1 : Expérience

A l'aide d'une caméra reliée à un ordinateur, on filme la transformation chimique entre le magnésium et l'acide chlorhydrique. Le dihydrogène formé est récupéré dans une éprouvette graduée. Le schéma de l'expérience est reproduit ci-contre.



Doc.2 : Evolution du volume de dihydrogène au cours du temps



Doc.3 : Données

Magnésium	Solution d'acide chlorhydrique
Masse : $m = 0,17 \text{ g}$ $M(\text{Mg}) = 24,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	Concentration en quantité de matière d'ions $\text{H}^+(\text{aq})$: $C = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Volume : $V = 50,0 \text{ mL}$

- Volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Equation de la réaction associée à la transformation :

$$\text{Mg}(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$$
- Les réactifs sont mis en contact à la date $t = 0 \text{ s}$.

Q1. Calculer les quantités de matière initiales des réactifs.

En complétant le tableau d'avancement en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE** :

- Q2.** Déterminer l'avancement maximal x_{max} .
Q3. Identifier le réactif limitant.

A l'aide du graphique ci-dessus (doc. 2) :

- Q4.** Déterminer graphiquement la valeur réelle du volume de dihydrogène $V(\text{H}_2)$ à l'état final.
Q5. En déduire la quantité de matière réelle de dihydrogène à l'état final puis la valeur de l'avancement final x_f de la réaction.
Q6. En justifiant, indiquer si la transformation étudiée est totale.
Q7. Donner la composition finale réelle du système.

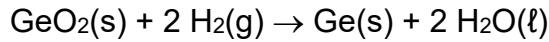
Exercice 4 : Les semi-conducteurs (points)

Certains atomes sont utilisés dans la fabrication de composants électroniques avancés, tels que les transistors à haute fréquence et les diodes électroluminescentes (LEDs).

Le gallium est un atome semi-conducteur obtenu en faisant réagir l'oxyde de gallium $\text{Ga}_2\text{O}_3(\text{s})$ avec du dihydrogène gazeux $\text{H}_2(\text{g})$ pour former du gallium $\text{Ga}(\text{s})$ et de l'eau $\text{H}_2\text{O}(\ell)$.

Q1. Etablir et ajuster l'équation de la réaction.

Le germanium $\text{Ge}(\text{s})$ plus abondant et donc moins coûteux est également utilisé dans la conception de semi-conducteurs. On l'obtient à partir de son oxyde $\text{GeO}_2(\text{s})$ suivant la réaction :



On traite $m_1 = 1,0 \times 10^6 \text{ g}$ de dioxyde de germanium avec suffisamment de dihydrogène pour que la totalité du dioxyde de germanium réagisse.

Données :

- Volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{Ge}) = 72,6$; $M(\text{O}) = 16,0$.

Remarque : Écrire vos résultats de quantité de matière, de masse et de volume en notation scientifique avec 2 chiffres significatifs.

Q2. Calculer la masse molaire du dioxyde de germanium GeO_2 et en déduire sa quantité de matière notée n_1 .

Q3. Compléter, **littéralement**, le tableau d'avancement présent en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**. On notera n_1 la quantité de matière de dioxyde de germanium et n_2 la quantité de matière de dihydrogène apportée.

Q4. En supposant que le dioxyde de germanium est totalement consommé, déduire la valeur de x_{max} . Justifier votre démarche.

Q5. Déterminer les quantités de matière de germanium et d'eau formées ainsi que la quantité de matière minimale de dihydrogène apportée.

Q6. En déduire le volume minimal V_{min} de dihydrogène en litre puis en m^3 qu'il a fallu utiliser ainsi que la masse en grammes puis en tonnes de germanium formée.

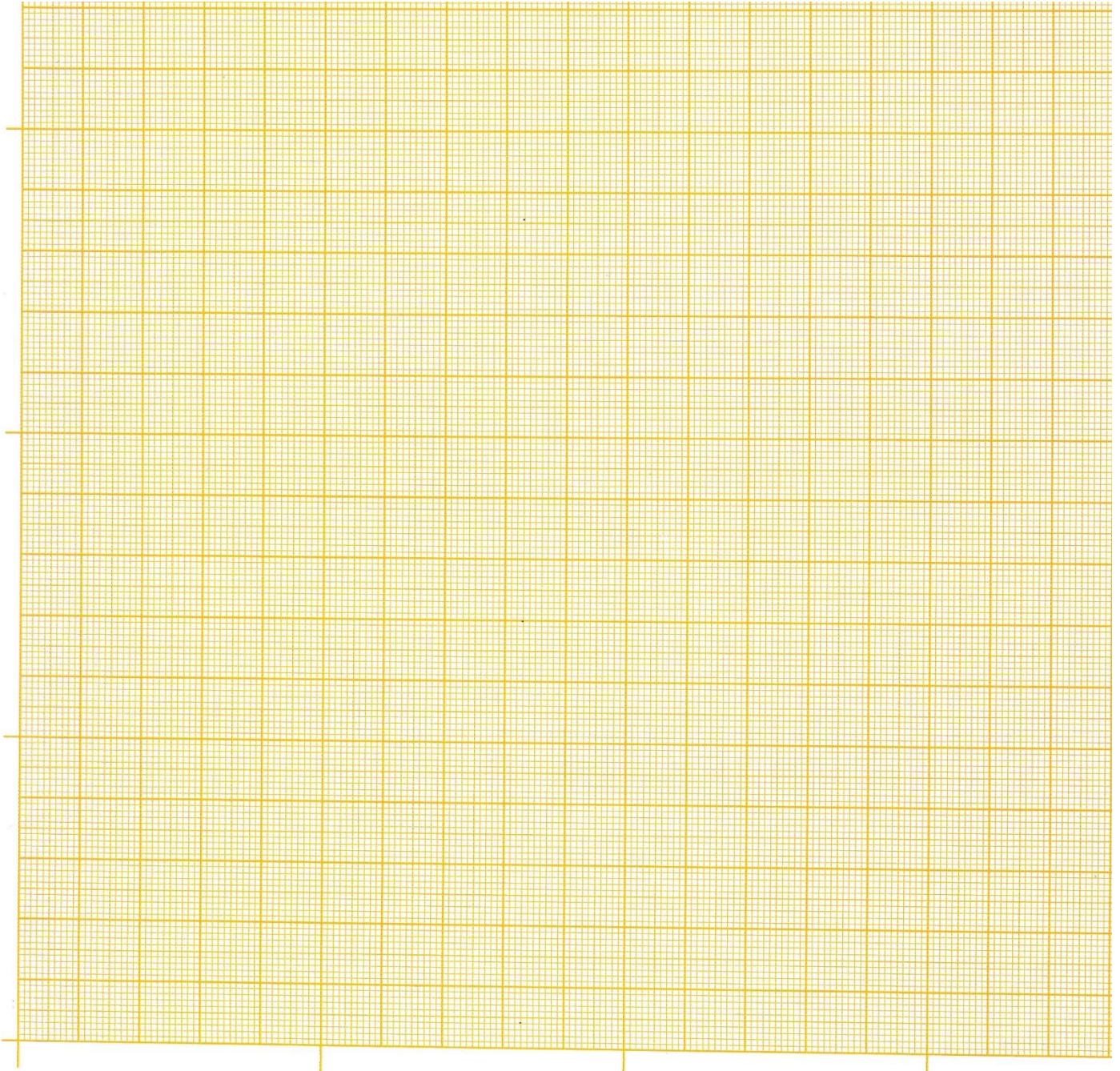
NOM :

Prénom :

Classe :

**ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE
ATTENTION : ANNEXE RECTO-VERSO**

EXERCICE 2 :



EXERCICE 3 :

Equation de la réaction		
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)
Etat Initial		
Au cours de la réaction		
Etat Final		

EXERCICE 4 :

Equation de la réaction		
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)
Etat Initial		
Au cours de la réaction		
Etat Final		