

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- L'usage de la calculatrice est autorisé.

PHYSIQUE : (10 points)

1^{ère} partie : Courbes spectrales. Aspect visuel d'objets. (3 points)

On considérera que le domaine des radiations lumineuses visibles s'étend de 400 à 700 nanomètres (nm) que l'on partagera, pour simplifier, en trois domaines de 100 nm chacun, qualifiés de **Bleu**, **Vert** et **Rouge**. Ils seront notés **B**, **V**, **R**.

- 1) Représentez la courbe de réflexion spectrale simplifiée d'un objet S, perçu bleu en lumière du jour, et répondant aux conditions suivantes :
- a) Il ne réfléchit ni le **Vert** ni le **Rouge**.
 - b) Il renvoie 80 % de la totalité du domaine **Bleu** reçu.

Préciser sur le schéma le nom des deux domaines qui bordent le visible, et noter également sur le schéma les domaines **B**, **V**, **R**.

- 2) De façon générale, les trois qualificatifs suivants peuvent s'appliquer à la lumière émise par différentes sources :
- achromatique ;
 - polychromatique ;
 - monochromatique.

La courbe de répartition spectrale de la lumière émise par une lampe spectrale à vapeur de sodium est donnée en **Annexe 1**. On ne prendra en compte que l'émission principale, située vers 590 nm. **Dans cette hypothèse**, choisir le seul des trois qualificatifs ci-dessus susceptible de s'appliquer à la lumière émise par cette lampe à vapeur de sodium et justifier ce choix.

- 3) L'objet S de la question 1) est posé sur un fond perçu blanc en lumière du jour, et de fort facteur de réflexion. Il est éclairé par la source à vapeur de sodium précédente.
- Pour le fond et pour l'objet S, expliquer quelles seront les sensations visuelles perçues par un observateur en ne prenant en compte que l'émission principale de la lampe.

2^{ème} partie : Illuminants. (7 points)

L'illuminant A se caractérise dans sa définition comme représentant le rayonnement du corps noir à 2 855,6 K.

La définition de l'illuminant C précise qu'il représente le rayonnement de la lumière moyenne du jour avec une température de couleur de 6 774 K. Ses coordonnées trichromatiques dans le système xyz de la CIE 1931 sont $x = 0,310$ et $y = 0,316$.

- 1) L'**Annexe 2** fournit le diagramme chromatique xyz de la CIE 1931. Sur ce diagramme figure une courbe portant les valeurs 600 K, 1000 K, 1500 K... et se terminant par ∞ .
- a) A quoi correspond cette courbe ?
 - b) Placer approximativement les illuminants A et C sur ce diagramme, en expliquant votre démarche. Le document **Annexe 2** complété sera à rendre avec votre copie.
 - c) Lire sur le diagramme les coordonnées de l'illuminant A. Donner leur valeur.
- 2) Un échantillon coloré N observé sous l'illuminant C, émet une lumière de longueur d'onde dominante $\lambda_D = 600$ nm et de pureté 0,80.
- Expliquer soigneusement les étapes qui vous permettront de représenter cette couleur sur le diagramme.

Mettre en évidence sur le diagramme la longueur d'onde complémentaire λ' de la lumière précédente. En préciser la valeur, lue sur le diagramme **Annexe 2**, et la couleur approximative d'après l'**Annexe 3**, distribution des couleurs franches.

- 3) En utilisant la formule de Wien : $\lambda_m = 2,9 \cdot 10^6 / T$, dans laquelle λ_m s'exprime en nanomètres (nm), calculer la position du maximum en longueur d'onde de l'isotherme de rayonnement de l'illuminant A. Cette longueur d'onde appartient-elle au domaine de l'infrarouge, du visible ou de l'ultraviolet ? Représenter approximativement, l'allure de la courbe de répartition spectrale de l'énergie de cet illuminant dans le domaine du visible. Comparer l'aspect coloré d'un objet, achromatique en lumière du jour (température de couleur environ 5500/5800 K), observé successivement sous les illuminants A et C. Justifier soigneusement la réponse.

CHIMIE : (10 points)

La partie chimie est composée de deux parties indépendantes.

1^{ère} partie : Dureté de l'eau. (4,5 points)

La dureté de l'eau est un paramètre important des qualités de l'eau de mouillage.

A - DEFINITIONS :

La dureté est une propriété d'une eau qui renferme des ions Ca^{2+} et/ou Mg^{2+} .

Elle est proportionnelle à la quantité d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans cette eau.

La dureté se mesure par *le titre (ou degré) hydrotimétrique*, noté TH.

TH = n lorsque $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = n \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

L'un des composants, Ca^{2+} ou Mg^{2+} , peut être absent dans l'eau considérée.

Données : Masses molaires en grammes par mole :

Ca : 40 C : 12 O : 16 Mg : 24,3.

B - QUESTIONS :

- 1) Selon la norme française, un degré de dureté de l'eau correspond à 10 milligrammes par litre en carbonate de calcium ($\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$).

D'après cette norme, et en utilisant les données ci-dessus, calculer alors à quelle quantité de matière d'ions Ca^{2+} par litre d'eau correspond un degré de dureté. Montrer que ce résultat est équivalent à la définition donnée dans la partie A pour une eau ne contenant pas d'ions Mg^{2+} .

- 2) L'étiquette d'une bouteille d'eau minérale indique :

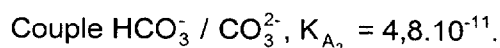
Ca^{2+} : 467 mg.L^{-1} et Mg^{2+} : 84 mg.L^{-1} .

Transformer ces indications en mol.L^{-1} .

Calculer la dureté totale de cette eau.

2^{ème} partie : Eau distillée : préparation d'un indicateur coloré. (5,5 points)

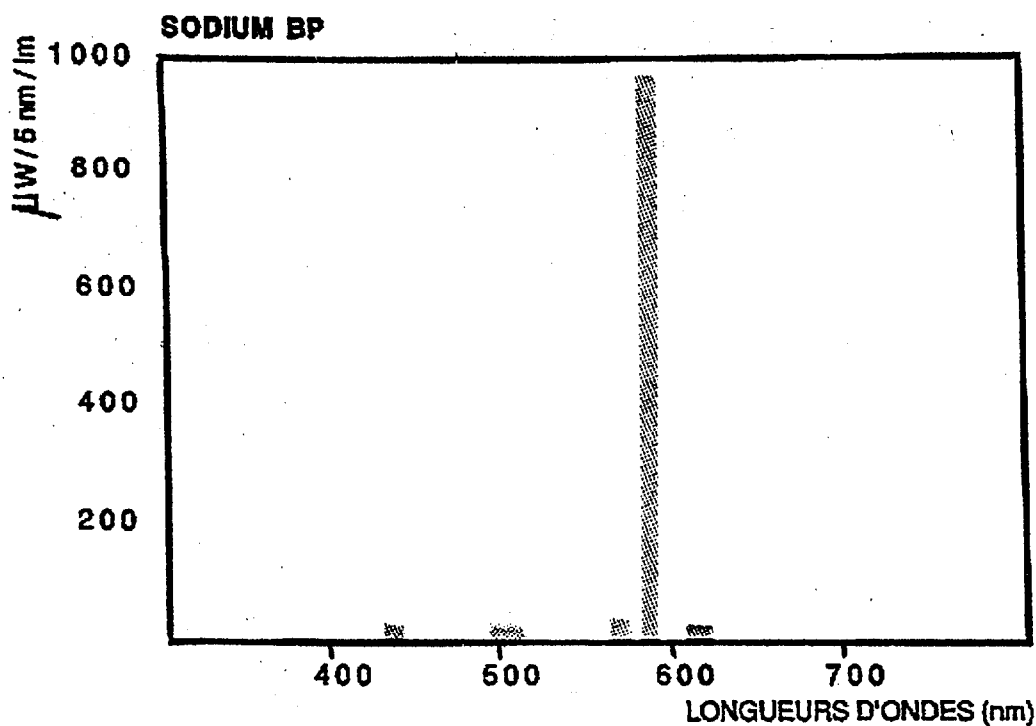
Une eau exempte de sels minéraux peut être obtenue par distillation. Quand on recueille l'eau distillée goutte à goutte, l'eau dissout une petite quantité de dioxyde de carbone (ou gaz carbonique) de formule CO_2 présent dans l'air. Les valeurs des constantes d'acidité des couples acide/base que l'on peut obtenir à partir du dioxyde de carbone sont les suivantes :



- 1) Représenter sur une échelle de pH les zones de prédominance de chacune des espèces mises en jeu dans les couples précédents.
- 2) Sur une eau distillée fraîchement préparée, une mesure de pH donne la valeur $\text{pH} = 5,5$.
Donner l'expression du K_A pour le couple $\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2 / \text{HCO}_3^-$.
Pour $\text{pH} = 5,5$, quelle est la valeur du rapport des concentrations : $[\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2] / [\text{HCO}_3^-]$?
- 3) On désire préparer en vue d'un dosage, une solution de bleu de bromothymol (BBT). Pour cela, on dissout une petite quantité de BBT dans l'eau distillée préparée à la question 2 ($\text{pH} = 5,5$).
Le $\text{p}K_A$ du BBT a pour valeur 6,8.
La forme acide du BBT, que l'on notera HInd a une couleur jaune.
La forme basique de l'indicateur, que l'on notera Ind^- a une couleur bleue.
Représenter le diagramme des zones de prédominance de chacune des espèces mises en jeu et bien préciser les couleurs observées dans chacune des trois zones dont on admettra que la zone centrale a pour limites $\text{p}K_A - 1$ et $\text{p}K_A + 1$.
Quelle sera la couleur de la solution de BBT ainsi préparée ?

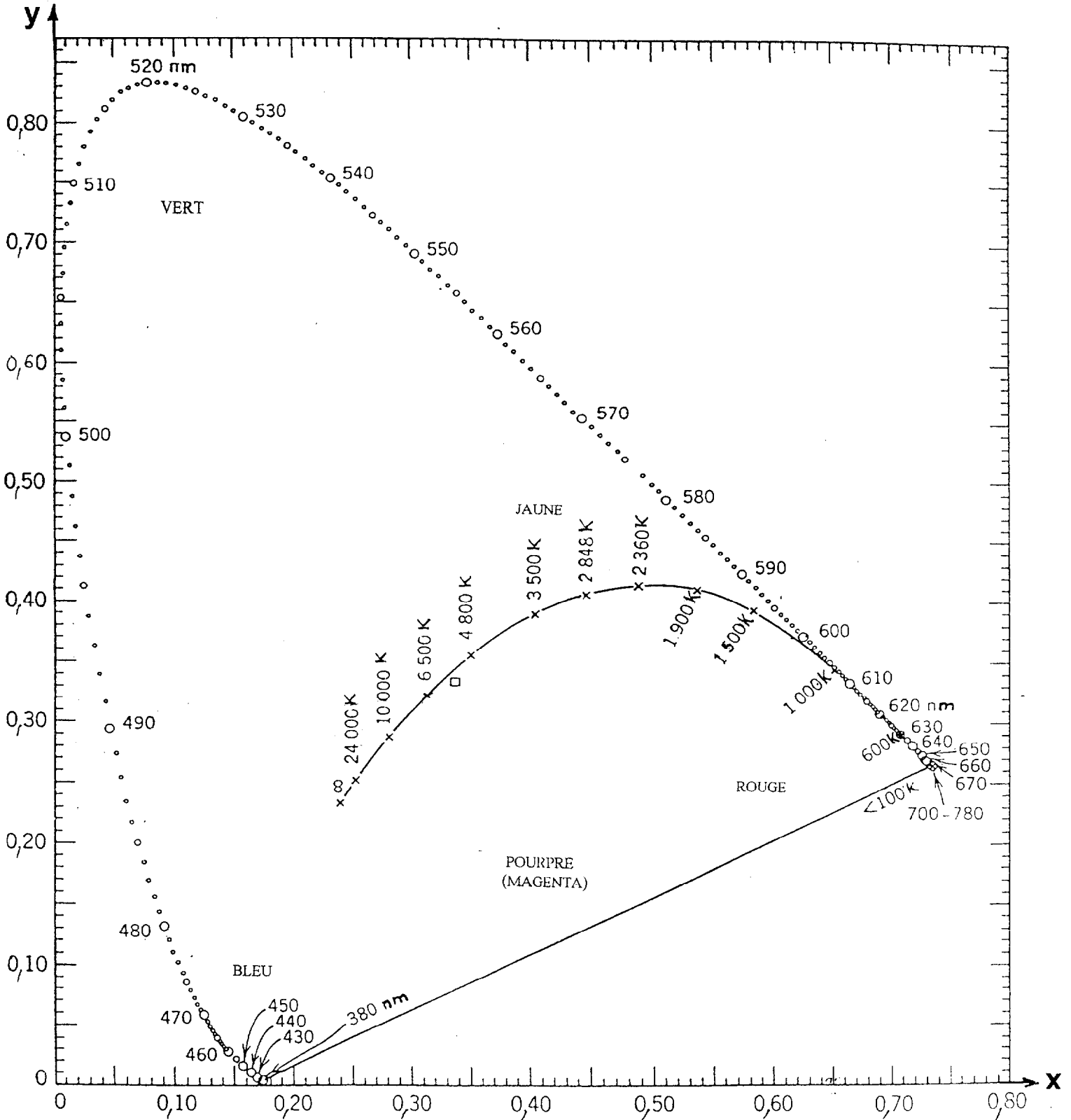
ANNEXE 1**Courbe spectrale d'émission
d'une lampe à vapeur de sodium Basse Pression**

On ne prendra en compte que la bande principale d'émission, située vers 590 nm.



ANNEXE 2

DIAGRAMME DE CHROMATICITE CIE 1931 (xyz)



ANNEXE 3

Distribution des couleurs franches

