

**PREMIÈRE S**

**EXAMEN BLANC N° 1**

**Décembre 2016**

**Physique - Chimie**

**Durée : 3 h 00**

*L'épreuve a été conçue pour être traitée sans calculatrice.*

**L'usage des calculatrices est rigoureusement interdit.**

**TOUT DOCUMENT INTERDIT.**

Les résultats numériques doivent être précédés d'un **calcul littéral**.

**La présentation et la rédaction** font partie du sujet et interviennent dans la notation.

L'épreuve est **notée sur 16 points** auxquels s'ajouteront les points d'épreuve pratique sur 4 points.

**I ] Champs-Élysées. (sur 3,0 points)**

Jérémy s'est promené dimanche dernier sur les Champs-Élysées. Il s'était muni d'un appareil photographique possédant un objectif de distance focale :  $f' = 70 \text{ mm}$  et dont le capteur a pour dimensions :  $24 \times 36 \text{ mm}$ .



1. Jérémy prend tout d'abord de loin une image de l'Arc de Triomphe, de hauteur :  $h = 50,0 \text{ m}$ .

1.1. Quelle est la distance capteur – objectif dans ces conditions ? *Justifier.*

1.2. Quelle devra être la distance objectif – monument pour obtenir, sur le capteur, une image de l'Arc de Triomphe de  $35 \text{ mm}$  de haut (*cadre vertical du capteur*) ?

1.3. Préciser les caractéristiques de l'image du monument en s'appuyant sur un schéma, dessiné sans soucis d'échelle.

2. Jérémy décide à présent de photographier un drapeau de la France, présent sur les Champs-Élysées. Le drapeau est contenu dans un carré de  $80 \text{ cm}$  de côté. L'image du drapeau sur le capteur est inscrite dans un carré de  $23 \text{ mm}$  de côté.

2.1. Calculer le grandissement  $\gamma$  du dispositif dans ces conditions.

2.2. Exprimer  $\overline{OA}$ , où **A** est un point objet, en fonction de  $f'$  et de  $\gamma$ .

2.3. Calculer la valeur numérique de  $\overline{OA}$ .

2.4. En déduire l'expression de  $\overline{OA'}$ , où **A'** est un point image, en fonction de  $f'$  et de  $\gamma$ . *Faire l'application numérique.*

Aides aux calculs :  $80 \times 0,288 \cong 23$  ;  $35,7 \times 2,88 \cong 102,88$ .

**II ] Diodes électroluminescentes. (sur 4,5 points)**

**A] Diodes du laboratoire.**

À l'aide d'un spectrophotomètre, on enregistre le profil spectral de quelques diodes électroluminescentes disponibles au laboratoire (*voir schémas ci-contre*).

1. Le rayonnement émis par ces différentes diodes est-il monochromatique ou polychromatique ?

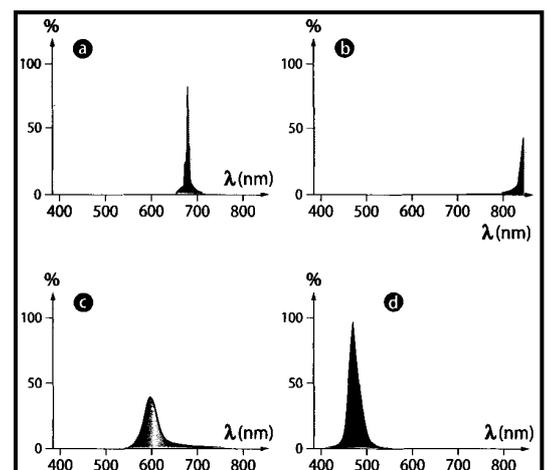
2. 2.1. Le profil spectral des diodes **a**, **c** et **d** présente chacun un pic d'émission. Déterminer les longueurs d'onde de ces pics.

2.2. Peut-on déduire la température de ces diodes en utilisant la loi de Wien ? *Justifier.*

3. 3.1. Une des diodes étudiées est l'élément principal d'une télécommande infrarouge. Associer un des spectres à cette diode électroluminescente. *Justifier.*

3.2. Une autre diode étudiée, souvent utilisée comme source lumineuse dans les expériences d'optique, est appelée « diode laser ». Associer un des spectres à cette diode électroluminescente. *Justifier.*

4. Calculer la température de couleur de la diode **a**.



## B] Diodes industrielles.

La méthode industrielle la plus couramment utilisée pour l'obtention des DEL blanches, c'est-à-dire des DEL dont l'émission lumineuse est comparable à la lumière du jour, repose sur le principe du tube fluorescent. Des poudres fluorescentes (appelées *phosphores*), excitées par la lumière bleue émise par une DEL, émettent une lumière jaune. La lumière blanche est obtenue par la superposition de la lumière bleue émise par la DEL et de la lumière jaune émise par les phosphores.

Le *schéma ci-contre* présente le profil spectral d'une diode blanche (courbe **a**) et la courbe de sensibilité de l'œil (courbe **b**).

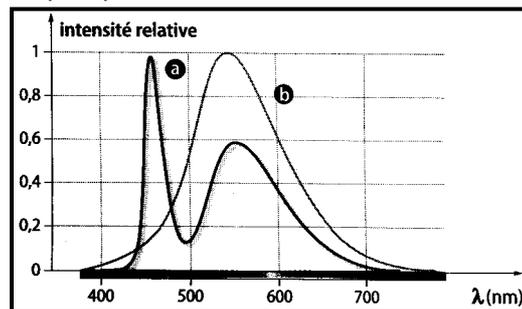
1. La « lumière blanche » est-elle obtenue par synthèse additive ou synthèse soustractive de la lumière ? *Expliquer.*

2. 2.1. Déterminer les longueurs d'onde correspondant aux deux pics du profil spectral de la diode blanche (courbe **a**).

2.2. Quels phénomènes sont à l'origine de ces deux pics ?

3. 3.1. Comparer le profil spectral de la DEL blanche à celui de la lumière du jour.

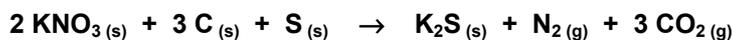
3.2. Compte tenu de la sensibilité de l'œil (courbe **b**), peut-on considérer comme blanche la lumière émise par la DEL étudiée ?



*Donnée* : constante de Wien :  $\sigma_{\text{Wien}} = 2,90 \cdot 10^{-3}$  uSI. *Aide aux calculs* :  $0,680 \times 4,26 \approx 2,90$ .

## III ] Explosion. (sur 3,0 points)

1. L'équation chimique modélisant la combustion de la « poudre noire » peut s'écrire :



Établir le tableau d'avancement de cette transformation chimique. On notera  $n_{\text{nitrate}}^0$ ,  $n_{\text{C}}^0$  et  $n_{\text{S}}^0$  les quantités de matière initiales des réactifs solides ;  $n_{\text{K}_2\text{S}}$ ,  $n_{\text{N}_2}$  et  $n_{\text{CO}_2}$  les quantités de matière des produits formés.

2. On mélange intimement :

$m_{\text{KNO}_3} = 67,5$  g de nitrate de potassium en poudre,  $m_{\text{S}} = 9,00$  g de soufre et :  $m_{\text{C}} = 13,5$  g de poudre de carbone.

2.1. On peut lire dans une revue spécialisée :

« *The current standard composition for the « black powders » that are manufactured by pyrotechnicians was adopted as long ago as 1780. Proportions by weight are 75% potassium nitrate (known as saltpeter or saltpetre), 15% softwood charcoal, and 10% sulphur. These ratios have varied over the centuries and by country, and can be altered somewhat depending on the purpose of the powder.* »

Est-on dans : « *The current standard composition for the black powders* ». *Justifier la réponse.*

2.2. Déterminer les valeurs numériques des quantités de matière  $n_{\text{nitrate}}^0$ ,  $n_{\text{C}}^0$  et  $n_{\text{S}}^0$ .

3. 3.1. Déterminer la valeur  $x_{\text{max}}$  de l'avancement maximal de la combustion étudiée.

3.2. Quel est le réactif limitant ? *Justifier la réponse.*

4. 4.1. Déterminer le volume total occupé par les deux gaz obtenus, à la température de 25,0°C.

4.2. Le comparer au volume occupé par les réactifs avant la combustion (*soit 95,4 mL*) et proposer une conclusion quant aux conséquences possibles de cette combustion.

*Données* : Masses molaires atomiques :  $\text{K} = 39,1$  ;  $\text{N} = 14,0$  ;  $\text{C} = 12,0$  ;  $\text{S} = 32,1$  ;  $\text{O} = 16,0$  g.mol<sup>-1</sup>.  
Volume molaire des gaz à 25,0°C :  $V_{\text{M}} = 24,0$  L.mol<sup>-1</sup>.

*Aides aux calculs* :  $0,668 \times 101 \approx 67,5$  ;  $12 \times 1,13 \approx 13,5$  ;  $9 \approx 32 \times 0,28$  ;  $27 \approx 28,2 \times 0,95$ .

## IV ] Quantification de l'énergie de l'atome d'hydrogène. (sur 2,50 points)

À partir de 1885, les physiciens ont découvert que les longueurs d'ondes des raies du spectre de l'hydrogène obéissent à la loi mathématique suivante (*formule de Rydberg*):

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\text{H}} \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{q^2} \right)$$

où  $R_{\text{H}}$  est une constante et  $p$  et  $q$  sont des nombres entiers non nuls.

Cette formule contribua à la découverte de la quantification des énergies de l'atome d'hydrogène par Bohr en 1913, et lui permit d'établir que les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation suivante (*formule de Bohr*) :

$$\mathcal{E}_n = - \frac{\mathcal{E}_0}{n^2}$$

où  $n$  est un entier supérieur à 0 et  $\mathcal{E}_0 = 13,6$  eV.

1. Comment la formule de Bohr montre-t-elle que les énergies de l'atome d'hydrogène sont quantifiées ?

2. Quelle est la valeur minimale de  $\mathcal{E}_n$  ? À quel état particulier de l'atome correspond-elle ?

*Comment qualifie-t-on les autres états ?*

3. Quelle est la signification physique de  $n$  ?

4. En utilisant la formule de Bohr, exprimer littéralement l'énergie d'un photon émis lors d'une transition du niveau  $q$  au niveau  $p$  ( $q > p$ ).

5. Montrer que l'expression littérale de la longueur d'onde de ce photon est donnée par la formule de Rydberg. Donner l'expression de  $R_H$  en fonction de  $\epsilon_0$ ,  $h$ , constante de Planck, et  $c$ .

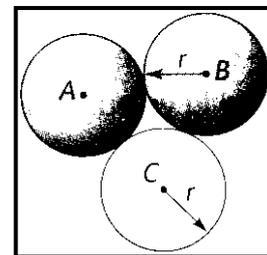
6. Calculer une valeur numérique de  $R_H$ .

Données :  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ .

Aide aux calculs :  $2 \times 6,6 \cong 13,6$ .

**V ] Interactions dans le noyau de l'atome.** (sur 3,0 points)

Le noyau d'un isotope de l'hélium comporte deux protons **A** et **B** et un neutron **C**. On suppose que les centres des nucléons sont tous placés dans un même plan, ces nucléons étant jointifs (voir Figure ci-contre).



1. Donner la représentation symbolique  ${}^A_ZX$  de ce noyau. Justifier.

2. Exprimer littéralement la valeur de la force gravitationnelle  $F_{g A/B}$  exercée par **A** sur **B**.

3. Exprimer littéralement la valeur de la force électrique  $F_{e A/B}$  exercée par **A** sur **B**.

4. Exprimer littéralement le rapport  $\frac{F_{e A/B}}{F_{g A/B}}$ . Faire l'application numérique et commenter le résultat.

5. Représenter les protons **A** et **B** et représenter, sans souci d'échelle, les forces d'interaction électrique  $\vec{F}_{e A/B}$  et  $\vec{F}_{e B/A}$ .

6. Pourquoi les deux interactions, gravitationnelle et électrique, ne permettent-elles pas d'expliquer la cohésion du noyau étudié ?

7. Comment explique-t-on alors la cohésion du noyau étudié ?

Données :  $m_{\text{proton}} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .  $r = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ nm}$ .  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .  $\epsilon_0 = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ uSI}$ .  $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ uSI}$ .

Aides aux calculs :  $1,6 \cong 1,7$  ;  $6,7 \cong \frac{20}{3}$ .