

NOM :

Prénom :

Vendredi 06/10/ 2017

DEVOIR SURVEILLÉ N°1

1^{ère} S

Chaque réponse devra être rédigée. On déterminera d'abord les relations littérales et on fera ensuite les applications numériques (aucun point ne sera attribué pour les calculs intermédiaires). Chaque résultat doit être accompagné de son unité et donné avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données.

Données pour tout l'exercice :

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \quad c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1} \quad 1,00 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Loi de Wien : $\lambda_{\text{max}} \times T = 2,89 \times 10^{-3}$ avec λ_{max} : longueur d'onde principalement émise par le corps en mètres (m) et
T : température du corps en Kelvin (K).

La température T en Kelvin est reliée à la température θ en °C par la relation : **T = θ + 273**

Partie A – Le feu d'artifice (d'après "Son et lumière", Bac S Métropole 2017) (13 points)

Aujourd'hui 6 octobre, c'est la saint Bruno !!!! La TeamPhys, souhaitant fêter cet événement, organise un feu d'artifice pour Monsieur B.P., leur collègue.

Données :

- principe de fonctionnement des feux d'artifice

Les feux d'artifice émettent de la lumière. Les phénomènes mis en jeu sont notamment l'incandescence et l'émission atomique. Il y a tout d'abord l'incandescence des particules d'oxyde métallique, formées lors de la combustion, qui va du « blanc rouge » (aux alentours de 1 000 °C) jusqu'au blanc éblouissant (vers 3 000 °C). Pour l'émission atomique, les électrons de l'atome sont excités thermiquement, ce qui leur permet de passer du niveau d'énergie fondamental à un niveau d'énergie supérieur ; au cours de leur retour vers le niveau d'énergie inférieur, l'énergie qu'ils avaient absorbée est émise sous forme de photons dont la longueur d'onde est caractéristique de l'atome.

D'après : <http://www.ambafrance-cn.org/Feux-d-artifice-histoire-et-technologie>

- domaines de longueur d'onde dans le vide de la lumière visible :

Couleur	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Domaine de longueur d'onde dans le vide (nm)	380 - 446	446 - 520	520 - 565	565 - 590	590 - 625	625 - 780

- caractéristiques d'une pièce pyrotechnique nommées « crackling R100 »

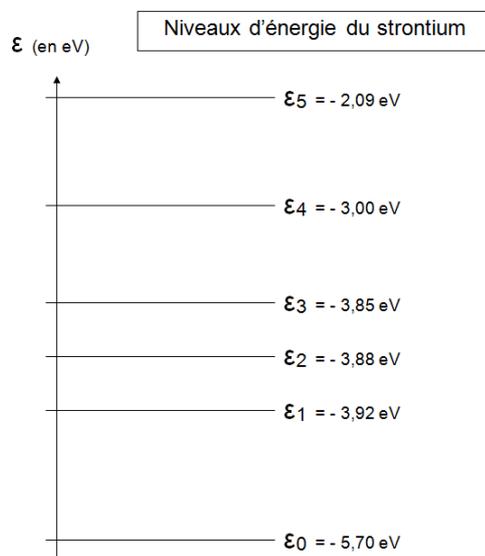
Caractéristiques constructeur	Crackling R100
Masse	$2,8 \times 10^2 \text{ g}$
Vitesse initiale	250 km.h^{-1}
Hauteur atteinte à l'éclatement	120 m
Durée entre la mise à feu et l'éclatement	3,2 s
Couleur de la lumière émise	Rouge
Distance de sécurité recommandée	130 m

Le « crackling R100 » est principalement composé de strontium. Les photons émis par le strontium sont responsables de la couleur perçue lors de l'éclatement du « crackling R100 ». Le tableau ci-dessous regroupe les énergies des photons émis par le strontium :

	Photon 1	Photon 2	Photon 3
Énergie des photons (eV)	3,61	1,83	1,76

1. Le texte fait référence à deux processus d'émission de lumière. Citer chacun de ces processus et préciser, dans chaque cas, si le spectre de la lumière émise est un spectre de raies ou un spectre continu.
2. Déterminer la longueur d'onde en nm correspondant au photon 3 émis par le strontium.
3. En déduire la couleur perçue lors de l'émission.

1
2,5
0,5



4. Comment appelle-t-on le niveau d'énergie ϵ_0 ? Et les autres ?
5. Sur le diagramme, représenter la transition correspondant à l'émission du photon 3. Justifier par un calcul.

1
2

On souhaite ajouter d'autres couleurs dans le feu d'artifice, vous disposez de l'élément cuivre qui émet une radiation verte de longueur d'onde 540 nm.

6. Calculer l'énergie en joule et en électronvolt du photon émis.

2

Les 2 fusées explosent au même endroit et au même moment.

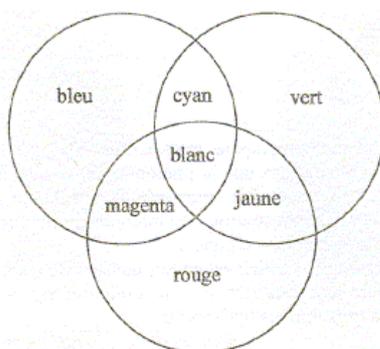
7. Quelle sera la couleur perçue par le spectateur. Justifier en utilisant le vocabulaire approprié.

1,5

Monsieur B.P. regarde le feu d'artifice avec ses lunettes fétiches équipées de verres de couleur cyan qui se comportent comme des filtres.

8. Quelle sera la couleur perçue par le spectateur. Justifier en utilisant un schéma et le vocabulaire approprié.

2,5

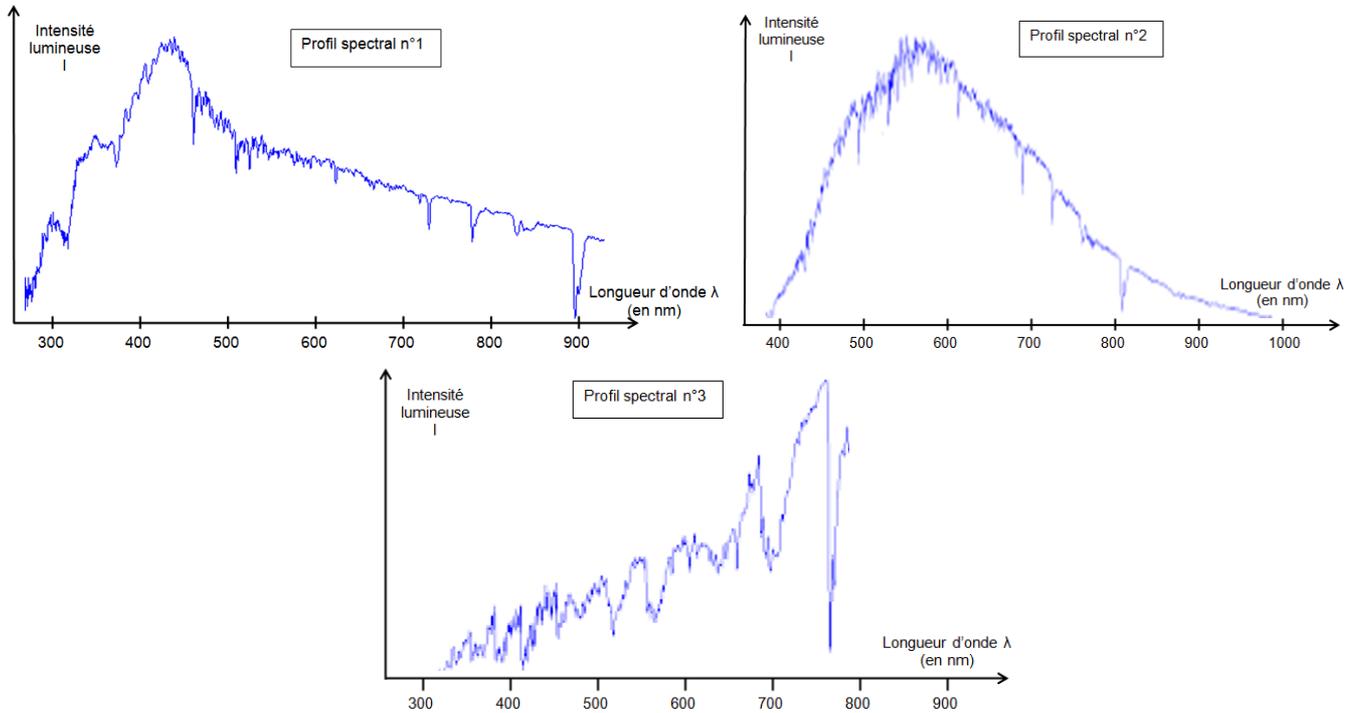


Partie B – Le ciel étoilé (7 points)

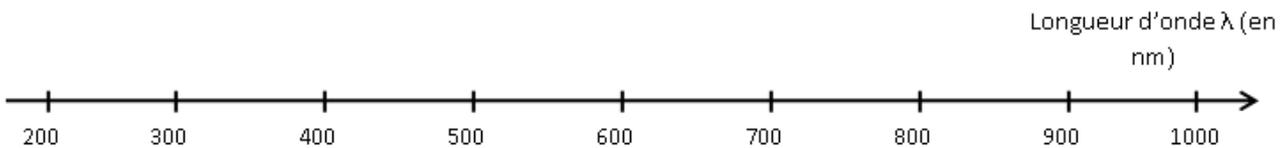
Après le feu d'artifice, Bruno se détend et profite de ce beau ciel en observant les étoiles. Il repère dans la constellation d'Orion, l'étoile Bételgeuse dont il connaît de mémoire, étant professeur dans la TeamPhys, la température de surface 3 500 °C.

- Déterminer la longueur d'onde λ_{\max} du maximum d'intensité lumineuse
- Choisir l'allure du profil spectral de cette étoile parmi ceux ci-dessous. Justifier.

2
1,5

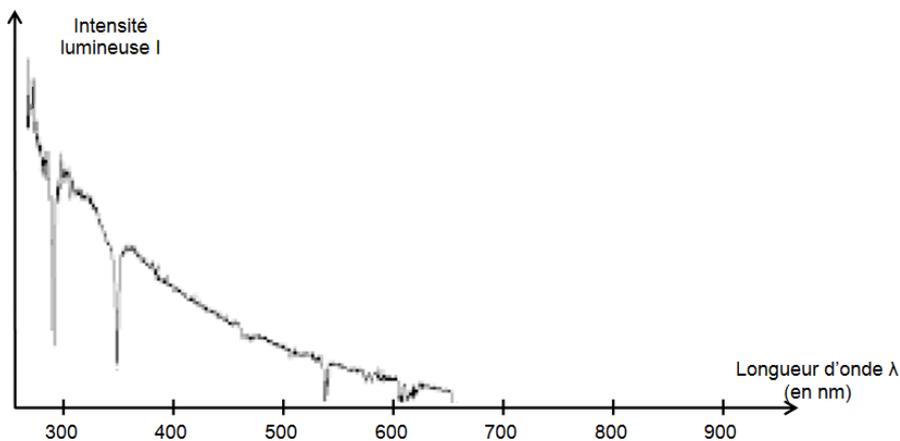


- Indiquer les domaines de longueur d'onde du visible, de l'infrarouge, et de l'ultraviolet sur l'échelle ci-dessous.



1,5

A côté de Bételgeuse, se trouve une autre étoile ayant le profil spectral suivant :



- Cette étoile est-elle visible ? Justifier. Si oui, indiquer sa couleur perçue en la justifiant.

2

Correction

Partie A :

1) Les 2 processus d'émission sont l'**incandescence** avec laquelle on obtient un **spectre continu** d'émission (toutes les radiations lumineuses proches émises) et l'**émission atomique** avec laquelle on obtient un **spectre de raies** d'émission (quelques radiations lumineuses émises).

2) $E_{\text{photon}} = h \times c / \lambda$ (avec l'énergie E en joule et la longueur d'onde λ en mètre)

$$E_3 = 1,76 \text{ eV} = 1,76 \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Donc } \lambda_3 = h \times c / E_3 = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 / (1,76 \times 1,60 \times 10^{-19}) = 7,06 \times 10^{-7} \text{ m} = 706 \text{ nm}$$

La **longueur d'onde** de ce photon 3 vaut **706 nanomètres**.

3) Lors de l'émission de ce photon 3, on **perçoit** de la **lumière rouge** car sa longueur d'onde est comprise entre 625 et 780 nanomètres.

4) Le **niveau ϵ_0** est l'**état fondamental** (au repos) et les **autres niveaux ϵ_n** représentent les **états excités** de l'atome de strontium.

5) Le photon 3 émis correspond à une **désexcitation** de l'atome de strontium en **passant de l'état excité ϵ_5 à l'état excité ϵ_3**

$$\text{car } E_3 = | \Delta \epsilon | = | \epsilon_f - \epsilon_i | = | \epsilon_3 - \epsilon_5 | = | -3,85 - (-2,09) | = 1,76 \text{ eV}$$

6) $E_{\text{photon}} = h \times c / \lambda$ (avec l'énergie E en joule et la longueur d'onde λ en mètre) et $\lambda_{\text{Cu}} = 540 \text{ nm} = 540 \times 10^{-9} \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Donc : } E_{\text{Cu}} &= h \times c / \lambda_{\text{Cu}} = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 / (540 \times 10^{-9}) = 3,68 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 3,68 \times 10^{-19} / 1,60 \times 10^{-19} = 2,30 \text{ eV} \end{aligned}$$

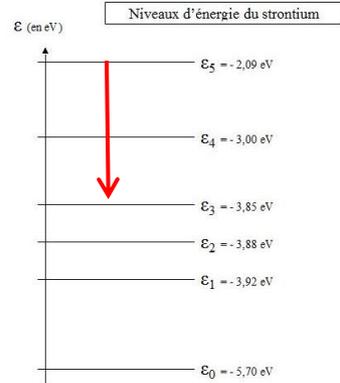
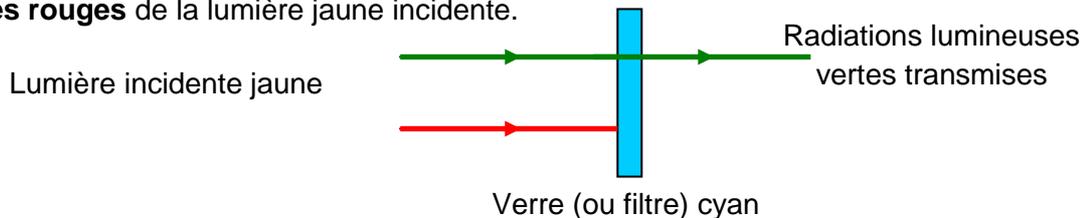
L'atome de cuivre a émis un **photon d'énergie 2,30 électronvolts**.

7) Le spectateur va percevoir une **lumière jaune** car l'atome de strontium va émettre des radiations lumineuses rouges et l'atome de cuivre va émettre des radiations lumineuses vertes.

Et d'après la figure de la synthèse additive de la lumière, la superposition de ces 2 types de radiations

lumineuses engendre une lumière jaune.

8) Le spectateur, équipé de verres de couleur cyan, va percevoir une **lumière verte** car les verres (filtres) de couleur cyan vont **transmettre** les **radiations lumineuses vertes** mais **absorber** les **radiations lumineuses rouges** de la lumière jaune incidente.



Partie B :

1) On sait que : $\lambda_{\text{max}} \times T = 2,89 \times 10^{-3}$ et T (en K) = θ (en °C) + 273

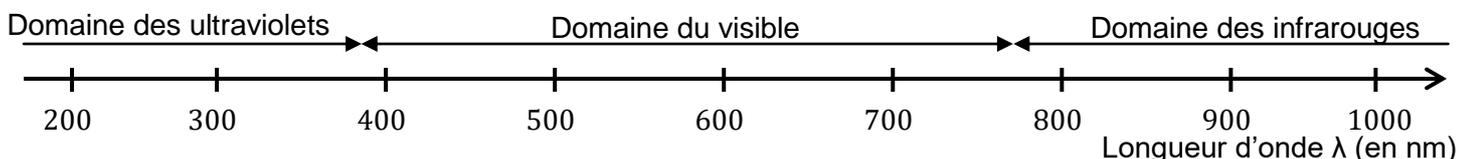
$$\text{donc } \lambda_{\text{max}} = 2,89 \times 10^{-3} / T = 2,89 \times 10^{-3} / (3\,500 + 273) = 7,66 \times 10^{-7} \text{ m} = 766 \text{ nm}$$

La **longueur d'onde maximale de l'intensité de la lumière** de Bételgeuse est d'environ **766 nanomètres**.

2) Le **profil spectral** correspondant à la lumière de cette étoile est le **n°3** car l'intensité maximale de la lumière est aux environs de 760 nanomètres.

3) Les longueurs d'onde du **domaine visible** sont comprises (entre 400 et 800 nanomètres environ) entre **380 et 780 nanomètres** précisément (valeurs fournies dans le tableau du sujet) .

Les radiations **infrarouges** ont des longueurs d'onde **supérieures à 780 nanomètres** et les radiations **ultraviolettes** ont des longueurs d'onde **inférieures à 380 nanomètres**.



4) Cette **étoile** est **visible** car, même si le maximum d'intensité de sa lumière se situe dans le domaine ultraviolet (aux environs de 250 nm), elle **émet des radiations lumineuses du domaine du visible** (de longueurs d'onde comprises entre 380 et 650 nanomètres). Cette étoile sera bleue, car c'est là que les radiations lumineuses du domaine du visible sont les intenses.