



Janvier 2047

Découverte de la première planète semblable à la Terre, par la sonde automatique "Galileo Galilei". Il s'agit de la planète Aldébaran-4, en orbite autour de l'étoile Aldébaran dans la constellation du Taureau, distante de 64 années-lumière. Un tel voyage ne fut possible que par l'utilisation de procédés mis au point dix ans auparavant, permettant le dépassement de la lumière. L'un des problèmes, sur Aldébaran la lumière est jaune...

Exercice 1 : QCM sur la couleur 🤖

/ 7pts

Barrer la ou les mauvaises réponses.

La perception de couleurs par l'œil humain utilise le principe de :	la quadrichromie	la trichromie	la synthèse soustractive
On éclaire un filtre bleu avec une source de lumière blanche. Après traversée du filtre, la lumière est :	rouge	blanche	verte
Une lumière blanche traverse successivement un filtre rouge et vert. On observe sur un écran blanc la couleur :	verte	jaune	noire
Les lumières colorées primaires de la synthèse additive sont :	cyan-jaune-magenta	rouge-jaune-bleu	rouge-vert-bleu
Un objet perçu de couleur jaune peut :	ne diffuser qu'une seule radiation colorée	diffuser plusieurs radiations lumineuses	ne diffuser que du vert et du bleu
Sur Aldébaran, la lumière est toujours de couleur jaune (comme si on a un filtre jaune avec une source de lumière blanche). La lumière jaune éclaire un objet vert en lumière blanche. Il apparaît de couleur :	jaune	vert	noir
De quelle couleur est le drapeau français sur Aldébaran ?	noir-jaune-noir	noir-rouge-rouge	noir-jaune-rouge

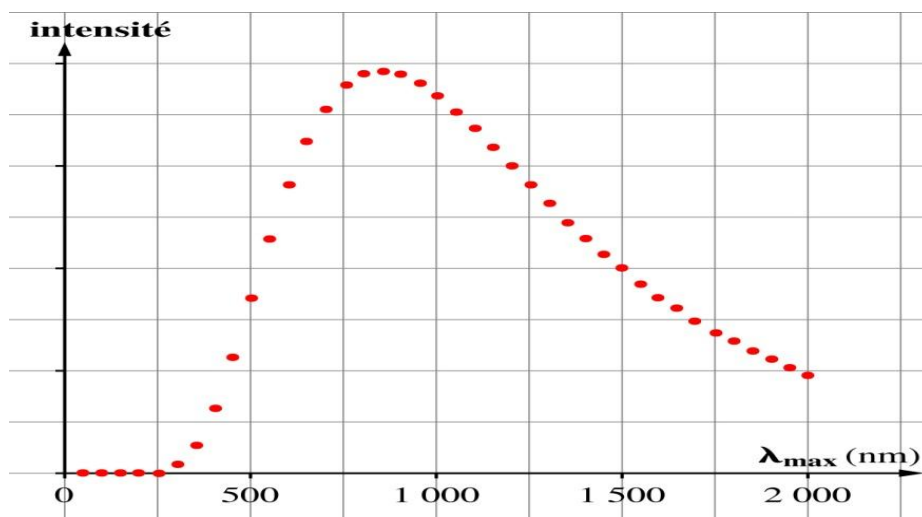
Exercice 2 : Evaluer le rayon de l'étoile Aldébaran 🤖

/10pts

Aldébaran est l'étoile la plus lumineuse de la constellation du Taureau.

L'étude de l'intensité du rayonnement émis par sa surface en fonction de la longueur d'onde a permis d'obtenir le graphique ci-contre :

- Mesurer, la valeur de la longueur d'onde du maximum d'intensité et indiquer si le maximum d'intensité lumineuse se situe plutôt dans le bleu ou le rouge.
- En considérant que la loi de Wien est applicable, calculer la température T de la surface de cette étoile en °C.

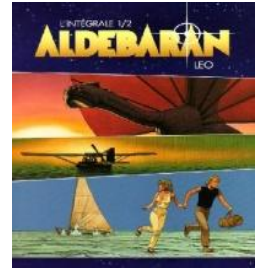




Il est possible de calculer la puissance totale rayonnée par une étoile à partir de la mesure de sa luminosité.

Dans le cas d'Aldébaran, cette puissance est : $P_t = 1,0 \times 10^{29} \text{ W}$.

P_t est reliée à la température de surface T de l'étoile par la loi de Stefan : $P_t = 4\pi R^2 \sigma T^4$
(R est le rayon de l'étoile en m, P en W, T en K, $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$)



3. Calculer le rayon R d'Aldébaran.

4. Comparer (on pourra calculer le rapport) ce rayon à celui du Soleil $R_s = 7,0 \times 10^8 \text{ m}$.

Exercice 3 : Des billets infalsifiables sur Aldébaran 🤖

/13 pts

« La banque d'Aldébaran a trouvé une nouvelle méthode pour garantir le caractère infalsifiable des billets. Cette méthode pourrait constituer à incorporer des nanoparticules dans les couleurs d'impression.

L'entreprise hanséatique Nanosolutions GmbH a mis au point des nanopigments qui ne peuvent être excités par fluorescence que de façon sélective : les pigments ne prennent une couleur rouge ou verte qu'avec l'aide d'une source d'ultraviolets bien définie : une lampe à vapeur de mercure. Les caissiers et les caissières munis d'une lampe à vapeur de mercure miniature pourraient ainsi rapidement déceler les faux billets. »

Une lampe à vapeur de mercure est constituée d'un cylindre de verre contenant le gaz mercure monoatomique à basse pression. Lorsque le tube est mis sous tension, une décharge électrique se produit : des électrons circulent dans le gaz entre deux électrodes ; ces électrons bombardent les atomes du gaz et leur cèdent de l'énergie.

Données :

- Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. Spectre de l'atome de mercure

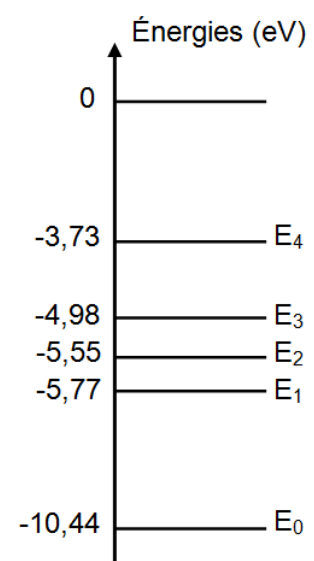
1.1. Sur un axe gradué en longueur d'onde exprimé en nanomètre, donner les limites du domaine du visible dans le vide, puis situer le domaine des ultraviolets et celui des infrarouges.

1.2. Un atome de mercure émet un photon de longueur d'onde dans le vide $\lambda_1 = 253,6 \text{ nm}$, valeur également admise dans l'air. Calculer l'énergie en joule puis en électronvolt de ce photon.

1.3. Expliquer succinctement l'utilité d'une lampe à vapeur de mercure dans la recherche des faux billets.

2 Diagramme énergétique de l'atome de mercure

Le diagramme suivant représente, sans souci d'échelle, certains niveaux d'énergie de l'atome de mercure :



2.1. Que représentent :

- le niveau $E_0 = -10,44 \text{ eV}$
- les niveaux E_1, E_2, E_3, E_4 ?

2.2. À l'aide du diagramme ci-dessus et la réponse à la question 1.2, expliquer l'émission d'un photon de longueur d'onde dans le vide $\lambda_1 = 253,6 \text{ nm}$.

2.3. Sur le diagramme, représenter cette transition par une flèche.

2.4. Un atome de mercure dans son état fondamental reçoit un photon d'énergie 4,89 eV. Que se passe-t-il ?



Correction de l'évaluation 2.

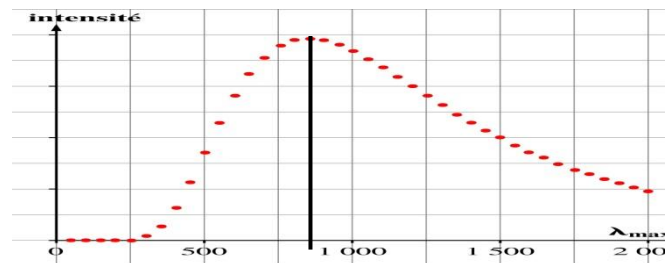
Exercice 1 : QCM sur la couleur / 7pts

Les bonnes réponses en jaune.

La perception de couleurs par l'œil humain utilise le principe de :	la quadrichromie	la trichromie	la synthèse soustractive
On éclaire un filtre bleu avec une source de lumière blanche. Après traversée du filtre, la lumière est :	rouge	blanche	verte
Une lumière blanche traverse successivement un filtre rouge et vert. On observe sur un écran blanc la couleur :	verte	jaune	noire
Les lumières colorées primaires de la synthèse additive sont :	cyan-jaune-magenta	rouge-jaune-bleu	rouge-vert-bleu
Un objet perçu de couleur jaune peut :	ne diffuser qu'une seule radiation colorée	diffuser plusieurs radiations lumineuses	ne diffuser que du vert et du bleu
Sur Aldébaran, la lumière est toujours de couleur jaune (comme si on a un filtre jaune avec une source de lumière blanche). La lumière jaune éclaire un objet vert en lumière blanche. Il apparaît de couleur :	jaune	vert	noir
De quelle couleur est le drapeau français sur Aldébaran ?	noir-jaune-noir	noir-rouge-rouge	noir-jaune-rouge

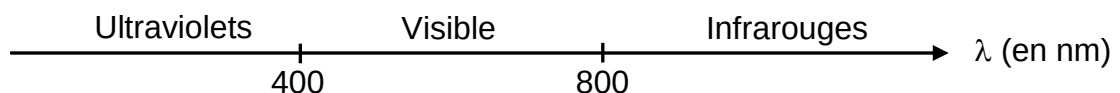
Exercice 2 : Evaluer le rayon de l'étoile Aldébaran / 10pts.

- On relève la valeur de la longueur d'onde du maximum d'intensité : $\lambda_{\max} = 780 \text{ nm}$. Cette valeur est à la limite du visible, proche IR : couleur rouge.
- La loi de Wien :
 $\lambda_{\max} \times T = 2,898.10^{-3} \text{ m.K}$
donc $T = 2,898.10^{-3} / 780.10^{-9} = 3715 \text{ K}$ soit 3442 °C
- $P_t = 1,0 \times 10^{29} = 4\pi R^2 \sigma T^4$
 $R^2 = 1,0 \times 10^{29} / (4\pi \sigma T^4)$ soit $R^2 = 7,36.10^{20}$ soit $R = 2,71.10^{10} \text{ m}$.
- Le rayon d'Aldébaran : $R/R_s = 39$ fois plus grand que celui de la terre.



Exercice 3 : Des billets infalsifiables sur Aldébaran 🤖 /13 pts

1.2 (++)



1.2 (++++)
 $E = h \cdot \nu_1$ soit $E = \frac{h \cdot c}{\lambda_1}$ numériquement : $E = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{253,6 \times 10^{-9}} = 7,83 \times 10^{-19} \text{ J}$

Comme : $1,00 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ on a $E = \frac{7,83 \times 10^{-19}}{1,60 \times 10^{-19}} = 4,89 \text{ eV}$



Evaluation n°2 / 30 pts – Chapitre 02 et 03 : De la couleur sur Aldébaran!

1.3 (+) Les nanopigments des billets reçoivent de l'énergie de la part de la lampe à vapeur de mercure. Ceux-ci sont alors excités et émettent une couleur rouge ou verte. Si le billet soumis à la lampe n'émet pas ces couleurs, le billet ne contient pas les nanopigments, c'est donc un faux.

2 Diagramme énergétique de l'atome de mercure

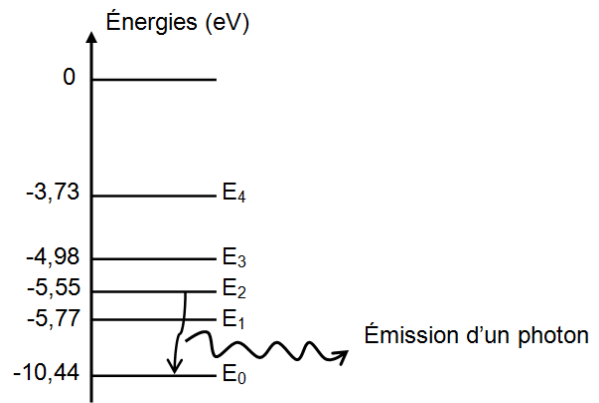
2.1 (++) Le niveau $E_0 = -10,44$ eV représente le niveau fondamental.

Les niveaux E_1 , E_2 , E_3 , E_4 représentent des états excités.

2.2 (+++) Le photon de longueur d'onde $\lambda_1 = 253,6$ nm, possède une énergie $E = 4,89$ eV.

Cette énergie correspond à la transition entre le niveau fondamental et l'état excité E_2 .

$$E = |E_0 - E_2|$$



2.3 (+) L'atome de mercure absorbe l'énergie correspondant au photon de longueur d'onde λ_1 . Il passe dans l'état excité E_2 .