

Contrôle n°3 classe de première du 15.12.2021 correction

## I. (14pts) Les lumières des étoiles et leur température

### 1. (1pt) Le degré Celcius

La température d'un corps correspond au degré d'agitation de ses molécules. Un savant suédois, Celcius Anders, en 1742, fut le premier à définir une échelle de température : Arbitrairement, à la pression atmosphérique, on définit **le zéro** lors de **la fusion de l'eau (solide)** et **le cent** lors de **son ébullition**. Pour effectuer une mesure on utilise un thermomètre contenant un liquide comme l'alcool dont la masse volumique varie régulièrement en fonction de la température et permet de fixer 99 divisions entre le zéro et le 100 du degré Celcius.

- (1pt) Questions

**Données : Le mercure se solidifie à -39°C. L'alcool bout à 78°C.**

Le thermomètre à mercure ne peut être utilisé en Sibérie et celui à alcool pour mesurer l'ébullition de l'eau, justifier pourquoi.

**La température d'ébullition de l'éthanol à la pression atmosphérique est de 78°C. Si l'éthanol emprisonné dans le corps du thermomètre en verre est aussi à la pression atmosphérique il ne pourra atteindre 100°C, la température d'ébullition de l'eau, car il sera sous forme de vapeur.**

**La température de solidification du mercure à la pression atmosphérique est de -39°C, il ne pourra donc pas mesurer, des températures plus basses, que celle-ci car il sera solidifié.**

Thermomètre à alcool  
-115 ° C et 78,5 ° C

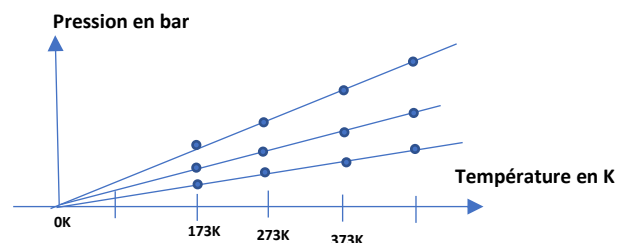
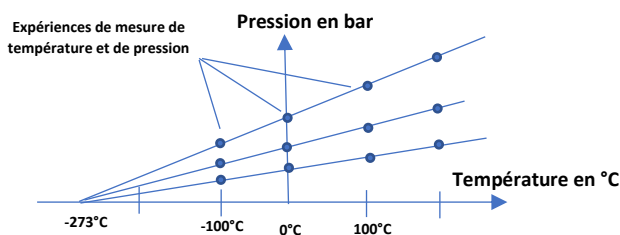


Thermomètre à mercure  
-35 ° C et 800 ° C



### 2. (2pts) Le Kelvin

En 1702, l'état du zéro absolu a été proposé pour la première fois par un physicien français, Guillaume Amontons. Il s'est intéressé à la pression d'un gaz, car elle est liée à sa température par une fonction affine. Un ensemble de mesures bien plus récentes permettent de définir la température la plus froide possible à **-273,15°C**. Cette température est alors choisie comme origine du **zéro Kelvin**. Ceci correspond à un changement de repère dans lequel la pression d'un gaz est proportionnelle à sa température en Kelvin. La variation d'un degré Celcius reste identique à la variation d'un Kelvin, seule l'origine de l'axe de température diffère. La relation qui lie, ainsi, le Kelvin au degré Celcius est :  **$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$**



- (2pts) Questions

Donner les températures suivantes en Kelvin (1pt)

**Température du corps humain ( 36,6°C) : On a  $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$ , soit  $T(K) = 309,8K$**

**Température moyenne terrestre ( 18°C) : On a  $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$ , soit  $T(K) = 291,15K$**

Donner les températures suivantes en degré Celcius (1pt)

**Température de surface de Bételgeuse ( 3500K) : On a  $T(^{\circ}C) = T(K) - 273,15$ , soit  $T(^{\circ}C) = 3227^{\circ}C$**

**Température d'un barreau de fer chauffé à blanc : (1570K) : On a  $T(^{\circ}C) = T(K) - 273,15$ , soit  $T(^{\circ}C) = 1297^{\circ}C$**

### 3. (1pt) Température et spectre lumineux

Un corps chauffé, quelque soit sa nature ou son état, émet des ondes électromagnétiques soit de la « lumière ». Cette lumière passe, pour un œil humain, du rouge à l'orange, au jaune, puis finalement au blanc, lorsque la température augmente. Sur la figure ci contre, on a représenté les couleurs émises par un barreau de fer chauffé à haute température.

Temperature (°C)	
Bordeau	550
	630
	680
	740
	770
	800
Rouge	850
	900
	950
	1000
Jaune	1100
	1200
Blanc	1300

• (1pt) Question

Quelles sont les températures en Kelvin d'une barre en fer chauffée au rouge puis à blanc ?

**Pour un barreau en fer de couleur rouge on a la température de T(°C)=850°C soit**

**T(K)=1123,15K**

**Pour un barreau en fer de couleur blanche on a la température de T(°C)=1300°C soit**

**T(K)=1573,15K**

### 4. (3pts) Les graphes des spectres lumineux de corps chaud

Un thermomètre ordinaire ne peut pas mesurer des températures au-delà de 800°C.

L'étude des lumières émises par les corps chauds permettent de définir leur température.

• (3pts) Question

Déterminer les valeurs des longueurs d'ondes maximales  $\lambda_M$  pour les températures de 4000K, 4500K, 5000K, 5500K, 6000K

On trouve graphiquement :

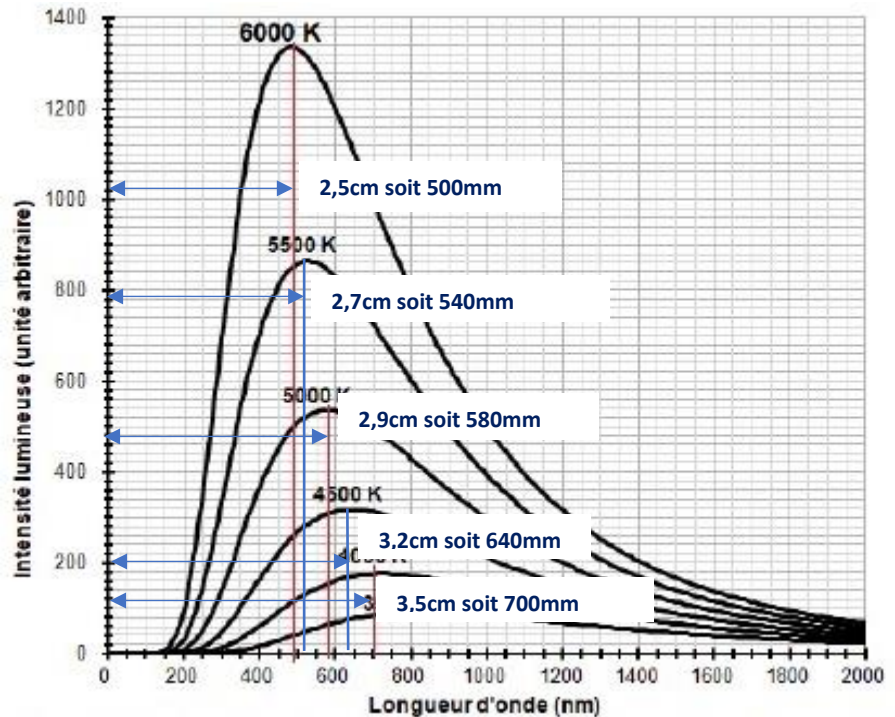
6000K → 500nm.

5500K → 520nm

5000K → 580nm

4500K → 640nm

4000K → 690nm.



### 5. (3pts) La loi de Wien

La loi de Wien affirme que la longueur d'onde  $\lambda_M$  de l'intensité lumineuse maximale d'un spectre d'émission d'un corps noir chaud est inversement proportionnelle à sa température exprimée en Kelvin. On en déduit la relation  $\lambda_M = k \cdot (1/T)$  avec k coefficient de proportionnalité entre  $\lambda_M$  et  $1/T$ .

a. (2pts) Question n°1

Pourquoi la loi de Wien spécifie la lumière émise par un corps noir ?

**Pour étudier la lumière émise par un corps du fait de sa température il faut qu'il absorbe toutes les lumières qu'il recoit d'autres corps, il doit donc être noir.**

**b. (1pt) Question n°2**

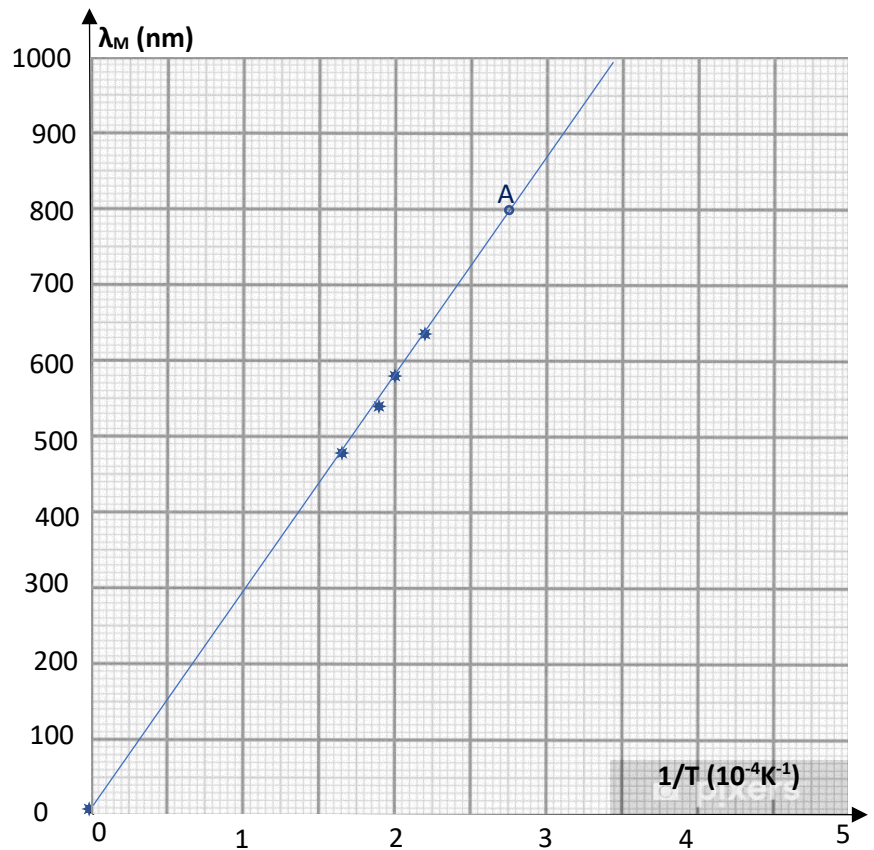
Compléter la deuxième colonne du tableau ci-contre à l'aide du graphe de la page 2

T(K)	1/T (K <sup>-1</sup> )	λ <sub>M</sub> (nm)
4000	2,5.10 <sup>-4</sup>	<b>690</b>
4500	2,2.10 <sup>-4</sup>	<b>640</b>
5000	2.10 <sup>-4</sup>	<b>580</b>
5500	1,80.10 <sup>-4</sup>	<b>540</b>
6000	1,7.10 <sup>-4</sup>	<b>500</b>

**6. (4pts) Le graphe de λ<sub>M</sub> en fonction de 1/T**

**a. (2pts) Le graphe**

Tracer le graphe de λ<sub>M</sub> en fonction de 1/T ci-contre



**b. (2pts) Exploitation du graphe**

- (1pt) Déduire de ce graphe le coefficient directeur k

Au point A λ<sub>M</sub> = 800 nm et 1/T = 2,75.10<sup>-4</sup>, on en déduit  $k = \frac{\lambda_M}{1/T} = \frac{800 \cdot 10^{-9}}{2,75 \cdot 10^{-4}} = 2,9 \cdot 10^{-4} m \cdot K$

- (1pt) Notre Soleil a une température à sa surface de 5500°C quelle sera sa valeur de λ<sub>M</sub> ?

On détermine cette température en Kelvin : T(K) = 5500°C + 273,15 = 5773 K

La longueur d'onde associée sera de λ<sub>M</sub> = k/T = 2,9.10<sup>-3</sup>/5773 = 5,02.10<sup>-7</sup> m soit 502 nm

## II. (7pts)L'énergie du Soleil

### 1. (2pts) la réaction au cœur du soleil

Le Soleil est considéré comme un énorme réacteur nucléaire. Quelle réaction nucléaire a lieu dans son cœur ? La fusion ou la fission ? Quel élément chimique est formé ainsi ?

**Dans le Soleil une réaction de fusion a lieu où des noyaux d'hydrogène forment de l'hélium.**

### 2. (2pt) La masse perdue du Soleil

La puissance lumineuse rayonnée par le Soleil sur l'orbite terrestre permet de déterminer la puissance totale qu'il émet soit :  $P=3,86.10^{26}W$ . En déduire la masse perdue par le Soleil chaque seconde ( la célérité de la lumière est  $c=3.10^8m.s^{-1}$ .

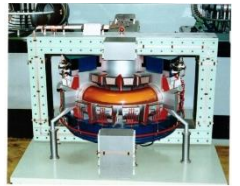
**Pour l'énergie libérée par le Soleil on a la relation  $E=P.t$ . Soit  $E= 3,86.10^2.1=3,86.10^{26}J$ .**

**Avec la relation  $E=m.c^2$  on détermine la masse perdue chaque seconde  $m=E/c^2=4,3.10^9kg$**

### 3. (3pts) Le soleil sur Terre

Obtenir l'énergie du Soleil sur Terre est d'une grande complexité, car il faudrait confiner un plasma (gaz très chaud), à de très haute température pendant une certaine durée. L'énergie produite par la réaction nucléaire, devrait être extraite pour faire de la vapeur et enfin de l'électricité. Cette technologie est l'objet d'études et de perfectionnements depuis près de 65 années. La première percée majeure a eu lieu à l'institut Kurchatov à Moscou en 1958, lorsqu'un plasma fut confiné à l'aide d'un champ magnétique toroïdal dans un « Tokamak ». Le projet ITER à Cadarache, en France, continue dans cette voie à l'aide de la supraconductivité. Mais la fusion contrôlée n'a pas encore eu lieu et reste une quête pour l'humanité jusqu'à aujourd'hui.

Maquette du Tokamak  
Musée polytechnique : Moscou



Projet ITER France

#### • 3pts Questions

(2pts) La consommation énergétique électrique de la France en 2020 était de 449TWh soit 38 millions de tonnes d'équivalent pétrole ou  $1,6.10^{18}J$ . Quelle masse de combustible nucléaire devrait disparaître si la même énergie était utilisée que celle au cœur du Soleil ?

**On a la relation  $E=m.c^2$  , on en déduit  $m=E/c^2$**

**L'application numérique donne  $m =1,6.10^{18}/(3.10^8 )^2=17,8Kg$**

(1pt) Le combustible envisagé dans le Tokamak serait le deutérium, isotope de l'hydrogène et présent dans une eau ordinaire selon la proportion de 33g pour 1 m<sup>3</sup>. 1Kg de deutérium, qui réagit pour former de l'hélium, en perdant de la masse, libère  $8,5.10^{14}J$ . Un bassin olympique fait 50 mètres de long sur 10 mètres de large sur 2 mètres de profondeur. Si la totalité du deutérium que contient un bassin olympique est utilisée dans une réaction dans un Tokamak, combien de bassins olympiques faudrait-il utiliser pour alimenter en électricité la France entière ? Donner l'intérêt de cette ressource énergétique

**On détermine la masse de deutérium nécessaire pour alimenter toute la France en électricité pendant une année : soit  $m=1,6.10^{18}/8,5.10^{14} =1882Kg$**

**On détermine le volume d'eau nécessaire pour obtenir cette masse  $1882/0,033=5,7.10^4m^3$**

**Une piscine olympique a un volume de  $V=50.10.2=1000m^3$ . On a :  $5,7.10^4/ 1000=57$**

**Il suffirait donc de récupérer le deutérium de 57 bassins olympiques pour alimenter toute la France en énergie électrique pendant une année. Voilà pourquoi cette énergie est prometteuse et le fruit d'une recherche importante et coûteuse depuis si longtemps.**