Contrôle n°3 premières ES, du 10.12.2025. Correction

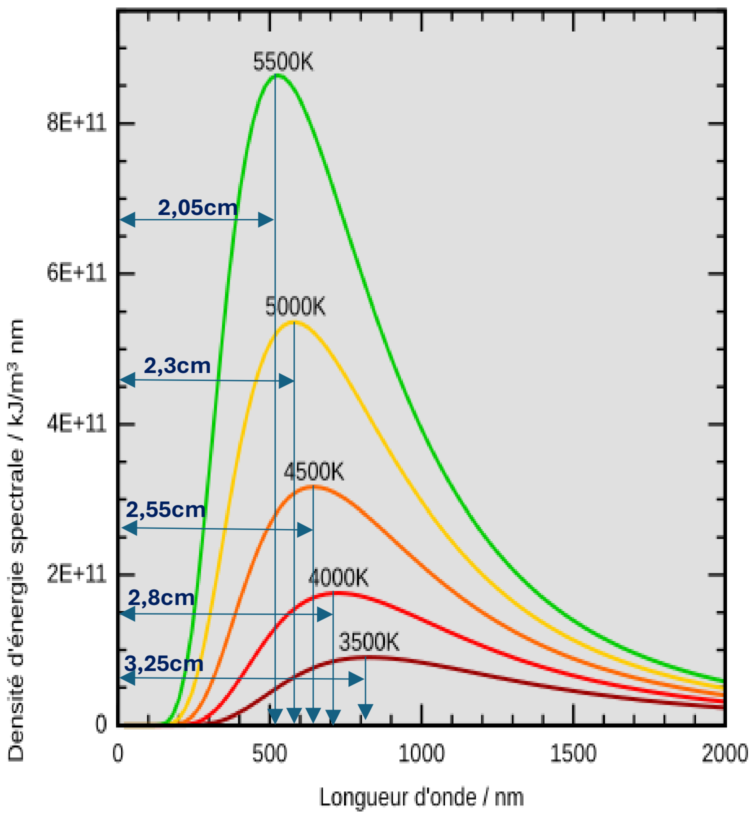
Données :

- **Surface d'une sphère de rayon R : $S=4.\pi.R^2$**
- **Surface d'un disque de rayon R : $S=\pi.R^2$**
- **Distance Soleil- Terre : $d_{S-T}=1{,}5.10^{11}m$**
- **Rayon terrestre : $R_T=6{,}36.10^6m$**
- **Relation énergie, E(J) ; puissance, P(W) et durée de transfert, t(s) : $E=P.t$**
- **Equivalent masse (Kg)- énergie(J) ; célérité de la lumière (c=3,00.10^{8}m/s) : $E=mc^2$**
- **Conversions : $T\rightarrow10^{12}$ $G\rightarrow10^9$ $M\rightarrow10^6$**

I. (11pts) Température d'un corps et longueur d'onde maximale

Source Wikipédia (texte et image)

La loi du déplacement de Wien est une loi physique selon laquelle la longueur d'onde à laquelle un corps noir émet le plus de flux lumineux énergétique est inversement proportionnelle à sa température.



Questions

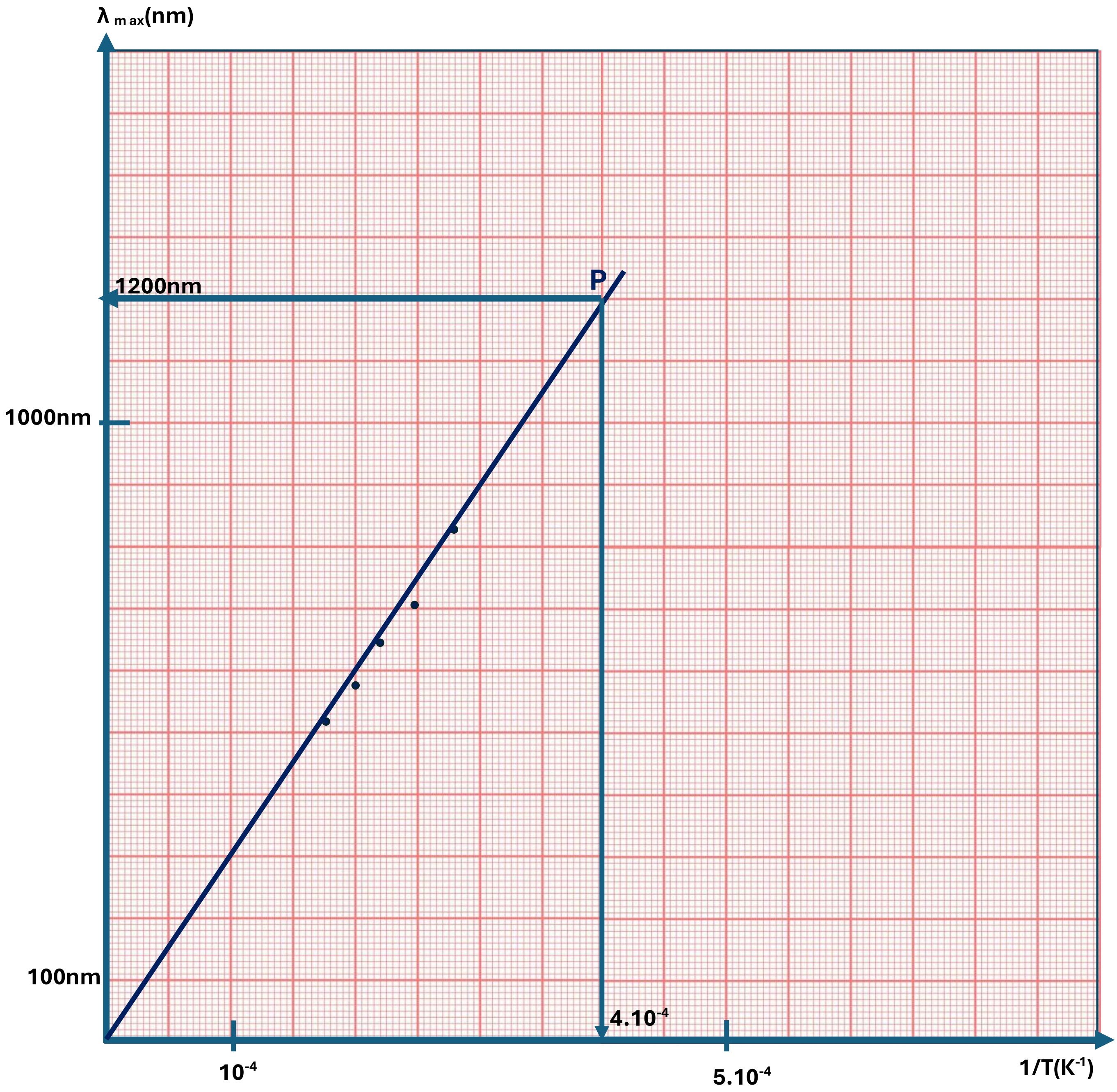
1. (1pt) Qu'est-ce qu'un corps noir ? Que signifie la longueur d'onde à laquelle il émet le plus d'énergie ?
Un corps noir, est un corps qui absorbe toutes les lumières qu'il reçoit. Les seules « lumières », ou ondes électromagnétiques » qu'il émet proviennent de l'agitation des particules qu'il contient. Le spectre de lumière qu'il émet, contient une longueur d'onde particulière λ_{max} , ou l'intensité lumineuse est maximale.
Cette longueur d'onde permet de déterminer la température en Kelvin de ce corps.

2. (2,5pts) Déterminer les longueurs d'ondes maximales : λ_{max} pour les températures de **3500K**,**4000K**,**4500K**,**5000K** et **5500K**. Compléter le tableau ci-dessous

Justification pour 5000K : **8cm correspondent à2000nm soit : 2,3cm correspondent à (2,3.2000/8)=575nm**

T(K)	3500	4000	4500	5000	5500
1/T(K^{-1})	$2{,}86.10^{-4}$	$2{,}5.10^{-4}$	$2{,}22.10^{-4}$	2.10^{-4}	$1{,}8.10^{-4}$
λ_{max}	812nm	700nm	638nm	575nm	513nm

3. (3pts) Tracer sur la page 2/4 le graphe λ_{max} en fonction de **1/T**



4. (2pts) La loi de Wien est- elle ici vérifiée ? Si tel est le cas, montrer que le coefficient **directeur k** dans la relation de **λ_{max}=k.(1/T) a pour valeur approximative de : 2,9.10^{-3}m.K.**

La longueur d'onde maximale est bien inversement proportionnelle à la température du corps en Kelvin car on obtient une droite affine qui passe par l'origine et au milieu des points. La loi de Wien est vérifiée, soit A=k.(1/T).
Le coefficient de proportionnalité, k, au point P est de :
k=A/(1/T)=1200.10^{-9}/4.10^{-4}=3,0.10^{-3} m.K.
Il est très voisin de celui de la Loi de Wien.

5. (1,5pts) On donne la longueur d'onde maximale de trois étoiles, en déduire leur température de surface en °C.

Soleil : **λ_{max}=545nm**
Sirius : **λ_{max}=303nm**
Bételgeuse : **λ_{max}=860nm**

On a la relation $\lambda_{max}=k.(1/T)$, qui donne :

- **Pour le Soleil : $T= k/\lambda_{max}=2{,}9.10^{-3}/545.10^{-9}=5321K$ soit $T(°C)=T(K)-273=5048°C$**
- **Pour Sirius : $T= k/\lambda_{max}=2{,}9.10^{-3}/303.10^{-9}=9570K$ soit $T(°C)=T(K)-273=9297°C$**
- **Pour Bételgeuse : $T= k/\lambda_{max}=2{,}9.10^{-3}/860.10^{-9}=3372K$ soit $T(°C)=T(K)-273=3099°C$**

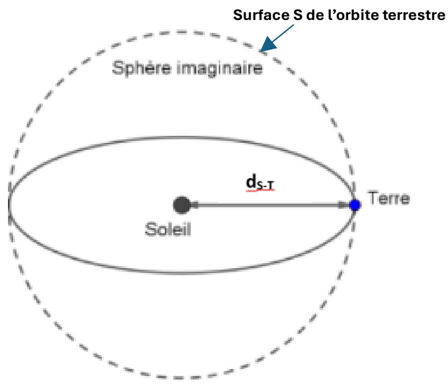
6. (1pt) Quelle sera entre Bételgeuse et Sirius ; l'étoile qui aura un éclat rouge ?

L'étoile qui aura un éclat bleue sera celle qui a un λ_{max} le plus petit soit Sirius.

L'étoile qui aura un éclat rouge sera celle qui a un λ_{max} le plus grand soit Bételgeuse.

II. (9pts) Puissance solaire et Equivalent Masse énergie

1. (4pts) Puissance du soleil sur l'orbite terrestre



La puissance totale rayonnée par le Soleil dans toutes les directions de l'espace est de **$P_{Soleil} = 3{,}85 \times 10^{26}$ W**

a. (0,5pt) Déterminer en m^2 la surface **S** de la sphère imaginaire de l'orbite terrestre.

On a la Surface d'une sphère de rayon R : $S=4.\pi.R^2$
La surface de l'orbite terrestre donne alors : $S=4.\pi.d_{S-T}^2$.
L'application numérique donne : **$S=4.\pi.(1{,}5.10^{11})^2=2{,}827.10^{23}m^2$**

b. (0,5pt) Déduire de la puissance P_{Soleil} et de la Surface S, que la puissance en W/m^2 envoyée par le Soleil sur la surface de la sphère imaginaire de l'orbite terrestre est de $1360W/m^2$.

La puissance totale rayonnée par le soleil dans toutes les directions de l'espace est de :

$P_{Soleil} = 3{,}85 \times 10^{26}$ W

Cette puissance se répartit sur une surface qui au niveau de l'orbite terrestre a pour valeur :

$S=4.\pi.(1{,}5.10^{11})^2=2{,}827.10^{23}m^2$

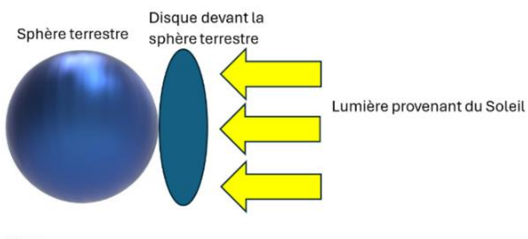
Cette puissance par unité de surface sur l'orbite terrestre donne :

$P_{Soleil}/S=3{,}85 \times 10^{26}/2{,}827.10^{23}=1361W/m^2$

c. (0,5pt) En déduire la puissance P reçu dans la haute atmosphère terrestre par un disque de $1m^2$

Un disque de $1m^2$ sur la haute atmosphère terrestre reçoit une puissance lumineuse de 1360W.

d. (2,5pts) Un disque **du diamètre terrestre** placé **juste devant la Terre** recevra l'équivalent de toute la puissance reçue par la surface Terre et envoyée par le Soleil **lorsqu' il fait jour**. Calculer cette puissance P' et la comparer avec la puissance **électrique moyenne consommée** par **seconde** par toute l'humanité **: $P_{humanité}$= 20 TW.**



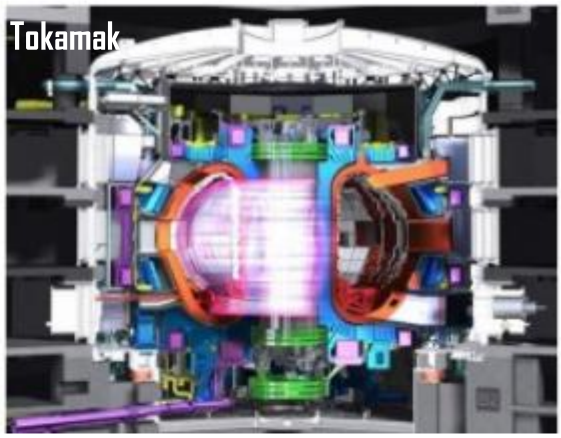
La surface du disque devant la sphère terrestre est de S= $\pi.R_T{}^2 = \pi.(6{,}36.10^6)^2 = 1{,}27.10^{14}m^2$

La puissance totale reçue par ce disque de la lumière solaire est de P'=1360. $1{,}27.10^{14}$=$1{,}73.10^{17}$W

Cette puissance reçue par la Terre est de 8650 fois celle utilisée par toute l'humanité, car ($1{,}73.10^{17}/2.10^{13}$=8650)

2. **<u>(5pts) La fusion nucléaire naturelle et maitrisée</u>**

La fusion nucléaire est une tentative de maitriser sur Terre la même énergie de fusion qui a lieu au sein du Soleil. La technologie la plus prometteuse, fut inventée, par Andrei Sakharov, en Russie en 1950, en confinant un plasma à haute température par des champs magnétiques dans un tore nommé Tokamak. Cette technologie est en voie d'aboutir, seulement dans la décennie à venir. Elle offre de grandes perspectives.



La réaction nucléaire qui a lieu est :
$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$.
Pour 1g de masse perdue lors de la réaction nucléaire, il faut 100g de ^2_1H et 160g de ^3_1H qui réagissent !
1m ^{3}d'eau de mer contient 30 grammes de deutérium : ^2_1H
Le tritium ^3_1H est obtenu à partir de la capture d'un neutron, ^1_0n par le deutérium, ^2_1H, dans le réacteur.

a. (2pts) Déterminer la masse perdue par le Soleil chaque seconde

La relation entre l'énergie et la masse perdue est : E=mc^2

Avec E= P_{Soleil}.t = 3,85 x 10^{26}.1= 3,85 x 10^{26}J

On en déduit la masse perdue par le Soleil chaque seconde

m=E/c^2=3,85 x $10^{26}/(3.10^8)^2$=4,27.10^9Kg

b. (3pts) Déterminer la masse de matière qu'il faudra faire disparaitre dans des réacteurs à fusion nucléaire pour alimenter en énergie électrique toute l'humanité si sa consommation restera constante jusqu'à la mise au point de ces réacteurs. Commenter sur l'intérêt de la maitrise civile de la fusion nucléaire sur Terre pour faire de l'électricité

On applique la même relation que si dessus et l'on trouve la masse perdue, chaque seconde, par tous les réacteurs à fusion nucléaires du monde qui devront alimenter l'humanité en énergie électrique et on trouve : m=$E_{humanité}$ /c^2 avec $E_{humanité}$ = $P_{humanité}$ .t=2.10^{13}.1=2.10^{13}J

L'application numérique donne : m=2.10^{13} /$(3.10^8)^2$=2,22.10^{-4}Kg

En une année la masse totale qui aura disparue dans tous les réacteurs du monde sera de

m'=m.365.24.3600=7001Kg soit 7 tonnes

La masse totale de deutérium nécessaire pour ces réactions sera100 fois plus grande, soit de 700 tonnes. La masse totale d'eau de mer à traiter sera de $700.10^{3}/30.10^{-3}=2,3.10^{7}m^{3}$

Ce volume qui correspond à un cube de 280 mètres de côté d'eau de mer traité, pourra alimenter toute l'humanité en énergie pendant un an car $(2,3.10^{7})^{(1/3)}=283$.

On comprend ainsi l'intérêt de développer cette filière énergétique.