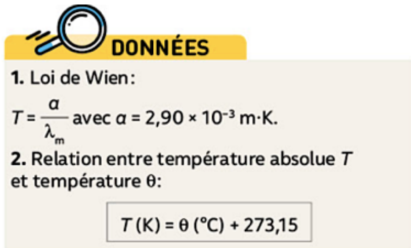
Correction des exercices : Chapitre 3 : Le rayonnement solaire

Exercice 1 :

1- Le domaine spectral du visible est de 400 nm à 750 mn.
2- Pour passer de nm (nanomètre) à m (mètre), il faut multiplier par 10^{-9}
3- D'après la loi de Wien, lorsque la température de surface d'une étoile augmente, sa longueur d'onde maximale d'émission lumineuse diminue.
4- La relation entre la puissance et l'énergie s'écrit : $\Delta E = P \cdot \Delta t$
5- Au cours de leur évolution, les étoiles libèrent de l'énergie par rayonnement.
6- Dans le cœur des étoiles, les réactions qui libèrent de l'énergie sont des réactions de fusion nucléaire.
7- La relation d'Einstein s'écrit : $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$
- Sous l'effet de son rayonnement électromagnétique, la masse du Soleil diminue.

Exercice 2 :



DONNÉES

1. Loi de Wien :

$T = \frac{a}{\lambda_m}$ avec $a = 2{,}90 \times 10^{-3}$ m·K.

2. Relation entre température absolue T et température θ :

$T\,(\text{K}) = \theta\,(°\text{C}) + 273{,}15$

1- Calcul de T en °C lorsque λ_{max} = 680 nm :
D'après la loi de Wien, on a :

$$\lambda_{max} \cdot T = \text{Constante}$$

Où T est la température exprimée en Kelvin (T(K) = T(°C) + 273)
La valeur expérimentale de cette constante est de $2{,}8978.10^{-3}$ m.K

Donc $$T = \frac{\text{Constante}}{\lambda max}$$

On a λ_{max} = 680 nm = 680.10^{-9} m
Constante = $2{,}8978.10^{-3}$ m.K

$T = \frac{2{,}8978.10^{-3}}{680.10^{-9}} = 4{,}26.10^3$ K
$T = 4{,}26.10^3 - 273 = 3{,}99.10^3$ °C

2- Calcul de λ_{max} en nm lorsque T = 8000 K :
D'après la loi de Wien, on a :

$$\lambda_{max} \cdot T = \text{Constante}$$

Où T est la température exprimée en Kelvin (T(K) = T(°C) + 273)
La valeur expérimentale de cette constante est de $2{,}8978.10^{-3}$ m.K

Donc $$\lambda max = \frac{\text{Constante}}{T}$$

On a T = 8000 K
Constante = $2{,}8978.10^{-3}$ m.K

$\lambda max = \frac{2{,}8978.10^{-3}}{8000} = 3{,}622.10^{-7}$ m
$\lambda max = 3{,}622.10^{-7} \times 10^{9} = 362{,}2$ nm

Exercice 3 :

1- Calcul de l'énergie rayonnée chaque seconde par Proxima du Centaur (en joules) :
On sait que :

$$\Delta E = P \cdot \Delta t$$

Avec
$\Delta t = 1$ s
$P = 6{,}910^{23}$ W
Donc
$\Delta E = 6{,}910^{23} \times 1 = 6{,}910^{23}$ J

2- Calcul de la masse équivalente perdue chaque seconde par Proxima du Centaur :

$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

Donc $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$

Avec $c = 3.10^8$ m.s^{-1}

$\Delta E = 6{,}9.10^{23}$ J

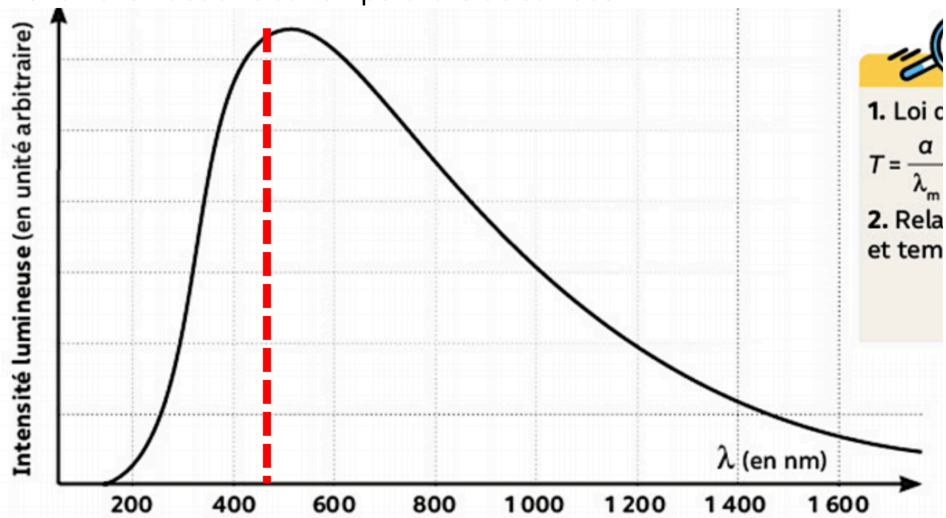
$\Delta m = \frac{6{,}9.10^{23}}{(3.10^8)^2} = 8.10^6$ kg

Exercice 4 :

Déterminons la température de surface du Soleil en degrés Celsius.

D'après la loi de Wien, on sait que la température du Soleil est inversement proportionnelle à la longueur d'onde maximale émise par le soleil.

Grace, au graphique fourni, nous allons pourvoir déterminer la valeur de la longueur d'onde maximale émise par le Soleil et ainsi en déduire sa température de surface.



Graphiquement,

On sait que … cm correspondent à …nm

2 cm	200 nm
1 cm	100 nm

D'après la loi de Wien, on a :

$T = \frac{\text{Constante}}{\lambda max}$

Où T est la température exprimée en Kelvin (T(K) = T(°C) + 273)

La valeur expérimentale de cette constante est de $2{,}8978.10^{-3}$ m.K

On a $\lambda_{max} = 500$ nm $= 500.10^{-9}$ m

Constante $= 2{,}90.10^{-3}$ m.K

$T = \frac{2{,}90.10^{-3}}{500.10^{-9}} = 5{,}80.10^3$ K

$T = 5{,}80.10^3 - 273 = 5{,}53.10^3$ °C

Exercice 5 :

Le Soleil, principalement constitué d'hydrogène, a une masse de 2.10^{30} kg. On estime qu'une fraction de 10 % de cette masse, située au cœur du Soleil, peut subir la fusion nucléaire qui transforme l'hydrogène en hélium. Ainsi, chaque seconde, 596 millions de tonnes de noyaux d'hélium sont formés dans le cœur du Soleil.

La puissance rayonnée par le Soleil est $P = 3{,}84.10^{26}$ W.

1- Relation qui lie la puissance P à l'énergie E rayonnée par le Soleil pendant la durée Δt :

$E = P \cdot \Delta t$

2- Déterminons la valeur de l’énergie rayonnée par le Soleil en une seconde :
$E = P \,.\, \Delta t$
$P = 3{,}84.10^{26}$ W
$\Delta t = 1$ s
$E = 3{,}84.10^{26} \times 1 = 3{,}84.10^{26}$ J

3- Relation d’Einstein liant l’énergie rayonnée E par le Soleil à la variation de masse Δm du Soleil :
$\Delta E = \Delta m \,.\, c^2$

4- Calculer la variation de masse Δ m du Soleil en une seconde. Rappel : $c = 3{,}00.10^{8}$ m/s.

$$\Delta m = \frac{E}{c^2}$$

$$\Delta m = \frac{3{,}84.10^{26}}{(3{,}00.10^{8})^2} = 4{,}27.10^{9} \text{ kg soit 427 millions de tonnes}$$

5- Calcul de la masse d’hydrogène transformée chaque seconde en hélium dans le Soleil :

$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

Δm = m(produits) – m(réactifs)
Δm = m(hélium) – 2 x m(hydrogène)
m(hydrogène) = (m(hélium) - Δm)/2

Δm = 427 millions de tonnes
m(hélium) = 596 millions de tonnes

m(hydrogène) = (596- 427)/2 = 84,5 millions de tonnes

6- En supposant que le Soleil « s’éteindra » lorsque tout l’hydrogène situé en son cœur aura été consommé dans les réactions de fusion nucléaires, donner une estimation de la durée de vie du Soleil.
Déterminons le temps nécessaire pour que 10 % de la masse du soleil soit consommée
Que représentes ces 10 % ?

10	100
? = 2.10^{30} / 10 = 2.10^{29} kg	2.10^{30}

En 1 seconde le soleil perd une masse d’hydrogène $1{,}69.10^{9}$ kg.
Combien de seconde faut-il pour perdre 2.10^{29} kg ?

1 s	$84{,}5.10^{9}$ kg
? = 2.10^{29} / $84{,}5.10^{9}$ = 2.10^{18} s	2.10^{29} kg

1 an = 365 j = 365 x 24 x 60 x 60 s = $3{,}15.10^{7}$ s

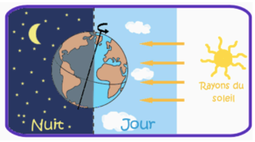
1 an	$3{,}15.10^{7}$ s
? = 1.10^{19} / $3{,}15.10^{7}$ = 8.10^{24} ans	2.10^{18} s

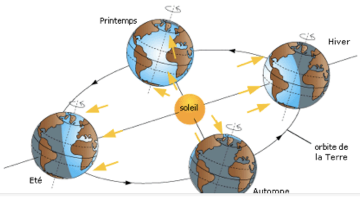
Exercice 6 :

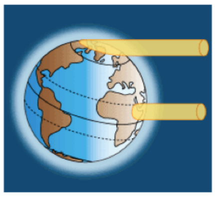
Rotation de la Terre sur elle-même → Variation diurne (au cours de la journée)

Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre révolution autour du Soleil → Variations saisonnières (au cours de l'année)

Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre et forme sphérique de la Terre → Zone climatique (Variation selon la latitude)

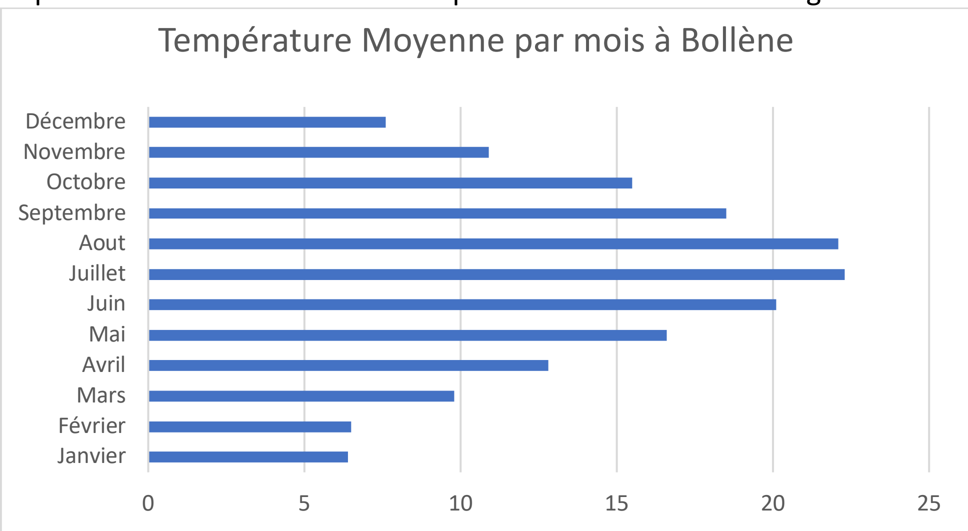






Exercice 7 :

1- Calcul de la température moyenne annuelle à Bollène :
   T_{moy} = 14,1°C
2- Représenter les données de la température en utilisant un diagramme barre.



3- La grandeur donnée dans la colonne « Radiation » correspond à la puissance radiative.
4- Plus la puissance radiative est élevée plus la température est élevée. ?