Corrigé et barème – Le rayonnement solaire

Fusion de l'hydrogène, E = mc², spectre du Soleil, loi de Wien, puissance reçue par la Terre, variations selon la latitude et les saisons (programme d'enseignement scientifique de 1re)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · Enseignement scientifique 1re

Exercice 1 – Sirius A perd de la masse *(4 pts)*

a) Fusion de l'hydrogène en hélium : $4\,{}_{1}^{1}\mathrm{H} \rightarrow {}_{2}^{4}\mathrm{He} + 2\,{}_{1}^{0}\mathrm{e}$. (1)

b) $E = P \times 1\ \mathrm{s} = 9{,}8 \times 10^{27}$ J ; $\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{9{,}8\times10^{27}}{9{,}00\times10^{16}} \approx 1{,}1 \times 10^{11}$ kg. (1)

c) $1{,}09 \times 10^{11} \times 3\,600 \approx 3{,}9 \times 10^{14}$ kg par heure. (1)

d) On a $E = \Delta m \cdot c^2$, donc $\Delta m = \frac{E}{c^2}$: il faut diviser. $P \times c^2$ ne s'exprime pas en kg (W·m²·s⁻²) et donnerait environ 10^{45} kg, bien plus que la masse de l'étoile : résultat absurde. (1)

Erreur fréquente — Passer d'une énergie à une masse, c'est diviser par c² ; l'unité du résultat (kg) permet de le contrôler.

Exercice 2 – La loi de Wien *(4 pts)*

a) $T = \frac{2{,}898\times10^{-3}}{1{,}16\times10^{-6}} \approx 2{,}50 \times 10^{3}$ K. (1)

b) $\theta = 2\,498 - 273 \approx 2{,}23 \times 10^{3}$ °C. (1)

c) $\lambda_{\max} = \frac{2{,}898\times10^{-3}}{12\,000} \approx 2{,}42 \times 10^{-7}$ m $= 242$ nm < 400 nm : ultraviolet. (1)

d) Il a utilisé T = 5 000 au lieu de la température en kelvins. T = 5 000 + 273 = 5 273 K, donc $\lambda_{\max} = \frac{2{,}898\times10^{-3}}{5\,273} \approx 5{,}50 \times 10^{-7}$ m $= 550$ nm. (1)

À retenir — La loi de Wien s'applique avec λmax en mètres et T en kelvins ; toute autre unité fausse le résultat.

Exercice 3 – Puissance reçue par un capteur *(4 pts)*

a) Rayons perpendiculaires ($\theta = 0^\circ$) : $P_{\max} = 870 \times 3{,}2 \approx 2{,}78 \times 10^{3}$ W. (1)

b) $P = 2\,784 \times \cos 25^\circ = 2\,784 \times 0{,}906 \approx 2{,}52 \times 10^{3}$ W. (1)

c) $\cos\theta = \frac{1\,500}{2\,784} \approx 0{,}539$, donc $\theta \approx 57{,}4^\circ$. (1)

d) Normale verticale : $\theta = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ$; $P = 2\,784 \times \cos 55^\circ = 2\,784 \times 0{,}574 \approx 1{,}60 \times 10^{3}$ W. (1)

Le point clé — L'angle de la formule se mesure depuis la normale à la surface : pour un sol horizontal, c'est 90° moins la hauteur du Soleil.

Exercice 4 – Le Soleil vu de Vénus *(4 pts)*

a) $P_s = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{3{,}84\times10^{26}}{4\pi\times(1{,}08\times10^{11})^2} = \frac{3{,}84\times10^{26}}{1{,}466\times10^{23}} \approx 2{,}62 \times 10^{3}$ W·m⁻². (1)

b) Disque intercepteur : $\pi R^2 \approx 1{,}150 \times 10^{14}$ m² ; $P_V = 2{,}62 \times 10^{3} \times 1{,}150 \times 10^{14} \approx 3{,}01 \times 10^{17}$ W. (1)

c) $\frac{P_V}{P} = \frac{3{,}01\times10^{17}}{3{,}84\times10^{26}} \approx 7{,}8 \times 10^{-10}$ (égal à $\frac{R^2}{4d^2}$). (1)

d) La puissance interceptée par le disque πR^2 se répartit sur la sphère d'aire $4\pi R^2$: $\frac{P_s \times \pi R^2}{4\pi R^2} = \frac{P_s}{4} \approx 655$ W·m⁻². (1)

Repère — Une planète intercepte le rayonnement par un disque πR² mais le répartit sur une sphère 4πR² : d'où le facteur 1/4.

Exercice 5 — Le Soleil d'Oslo *(4 pts)*

a) Équinoxes : $90^\circ - 59{,}9^\circ = 30{,}1^\circ$; juin : $30{,}1^\circ + 23{,}4^\circ = 53{,}5^\circ$; décembre : $30{,}1^\circ - 23{,}4^\circ = 6{,}7^\circ$. (1)

b) Sol horizontal : $P \propto \sin h$; $\frac{\sin 53{,}5^\circ}{\sin 6{,}7^\circ} = \frac{0{,}804}{0{,}117} \approx 6{,}9$. (1)

c) Le Soleil reste sous l'horizon si $90^\circ - \varphi - 23{,}4^\circ \leq 0$, soit $\varphi \geq 66{,}6^\circ$ N : c'est le cercle polaire arctique. (1)

d) La Terre est sphérique : vers les pôles, les rayons arrivent de plus en plus rasants ($\cos\theta$ faible), le même faisceau s'étale sur une plus grande aire. Conséquence : la zonation climatique (zone intertropicale chaude, zones tempérées, zones polaires froides). (1)

Attention — Retrancher $23{,}4^\circ$ en hiver peut donner une hauteur nulle ou négative : le Soleil ne se lève alors pas à midi.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).