# Solutionnaire du chapitre 11

**1.** Si l'angle entre l'horizon et l'étoile Polaire est de 46,8° et que cet angle est de 42,35° à Boston, c'est que l'angle entre Québec et Boston, mesuré à partir du centre de la Terre, est

$$\theta = 46,80° - 42,35° = 4,45°$$

Puisque la distance est de 435 km, la circonférence de la Terre se trouve avec

$$\frac{495km}{4,45°} = \frac{circonférence}{360°}$$
$$circonférence = 40\,045km$$

**2.** Le jour solaire est

$$\frac{1}{J_{sid}} = \frac{1}{J_{sol}} + \frac{1}{T_{planète}}$$
$$\frac{1}{24,6229h} = \frac{1}{J_{sol}} + \frac{1}{686,971 \times 24h}$$
$$J_{sol} = 24,6597h = 24h39\min 35s$$

**3.** Le jour solaire est

$$\frac{1}{J_{sid}} = \frac{1}{J_{sol}} - \frac{1}{T_{planète}}$$
$$\frac{1}{24,6229h} = \frac{1}{J_{sol}} - \frac{1}{686,971 \times 24h}$$
$$J_{sol} = 24,5862h = 24h35\min 10s$$

**4.** On a

$$r=\frac{a\left(1-e^{2}\right)}{1+e\cos\theta}$$

$$1,5\times10^{11}m=\frac{1,496\times10^{11}m\left(1-\left(0,01671\right)^{2}\right)}{1+0,01671\cdot\cos\theta}$$

$$1,5\times10^{11}m=\frac{1,49558\times10^{11}m}{1+0,01671\cdot\cos\theta}$$

$$1,00295=\frac{1}{1+0,01671\cdot\cos\theta}$$

$$1+0,01671\cdot\cos\theta=0,997054$$

$$0,01671\cdot\cos\theta=-0,002945$$

$$\cos\theta=-0,1762$$

$$\theta=100,1^{\circ}$$

**5.** a) Au périhélie, la distance est 147 100 000 km et la vitesse est de 32 km/s. L'excentricité est donc

$$\begin{aligned}e&=\frac{v_p^2r_p}{GM_c}-1\\&=\frac{\left(32\ 000\ \tfrac{km}{s}\right)^{2}\cdot\left(1,471\times10^{11}m\right)}{6,674\times10^{-11}\ \tfrac{Nm^2}{kg^2}\cdot1,9885\times10^{30}kg}-1\\&=0,1350\end{aligned}$$

et le demi grand axe est

$$r_p=a\left(1-e\right)$$

$$1,471\times10^{11}m=a\left(1-0,1350\right)$$

$$a=1,701\times10^{11}m$$

b) À l'aphélie, la distance est maintenant de

$$\begin{aligned}r_a&=a\left(1+e\right)\\&=1,701\times10^{11}m\cdot\left(1+0,1350\right)\\&=1,930\times10^{11}m\end{aligned}$$

Elle a donc augmenté de 40,9 millions de km.

c) La période est maintenant

$$\begin{aligned}
T &= 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM_c}} \\
&= 2\pi\sqrt{\frac{\left(1,701\times10^{11}m\right)^3}{6,674\times10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}\cdot1,9885\times10^{30}kg}} \\
&= 3,826\times10^{7}s \\
&= 442,86\,jours
\end{aligned}$$

**6.** La température

$$\begin{aligned}
T &= \sqrt[4]{\frac{L_{étoile}\left(1-A\right)}{16\pi\sigma D^2}} \\
&= \sqrt[4]{\frac{3,828\times10^{26}W\left(1-0,25\right)}{16\pi\cdot5,67\times10^{-8}\frac{W}{m^2K^4}\left(1,523679\cdot1,496\times10^{11}m\right)^2}} \\
&= 209,84K \\
&= -63,31°C
\end{aligned}$$

**7.** La vitesse de libération est

$$\begin{aligned}
v_{lib} &= \sqrt{\frac{2GM}{R}} \\
&= \sqrt{\frac{2\cdot6,674\times10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}\cdot6,4185\times10^{23}kg}{3,386\times10^{6}m}} \\
&= 5030\tfrac{m}{s}
\end{aligned}$$

**8.** a) Comme la formule sans effet de serre nous donne - 63 °C et que la température est effectivement de – 63 °C, on en conclut que l'effet de serre est négligeable sur Mars. L'augmentation de température est donc de 0 °C.

b) La vitesse des molécules de $CO_2$ est

$$\begin{aligned} v_{molécules} &= \sqrt{\frac{2kT}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \times 10^{-23} \frac{J}{K} \cdot 210K}{44 \cdot 1,66 \times 10^{-27} kg}} \\ &= 280,7 \tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

$$\frac{v_{lib}}{v_{molécules}} = 17,9$$

Le $CO_2$ peut donc rester dans l'atmosphère de Mars

c) La vitesse des molécules de He est

$$\begin{aligned} v_{molécules} &= \sqrt{\frac{2kT}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \times 10^{-23} \frac{J}{K} \cdot 210K}{4 \cdot 1,66 \times 10^{-27} kg}} \\ &= 930,1 \tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

$$\frac{v_{lib}}{v_{molécules}} = 5,4$$

L'hélium ne peut donc pas rester dans l'atmosphère de Mars

**9.** La chaleur est

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3}{5} \frac{GM^2}{R} \\ &= \frac{3}{5} \frac{6,674 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2} \cdot \left(6,4185 \times 10^{23} kg\right)^2}{3,386 \times 10^6 m} \\ &= 4,872 \times 10^{30} J \end{aligned}$$

**10.** La chaleur par unité de masse est

$$\begin{aligned} q &= \frac{3}{5}\frac{GM}{R} \\ &= \frac{3}{5}\frac{6,674\times 10^{-11}\,\frac{Nm^2}{kg^2}\cdot 6,4185\times 10^{23}\,kg}{3,386\times 10^{6}\,m} \\ &= 7,59\times 10^{6}\,\frac{J}{kg} \end{aligned}$$

**11.** Nous avons 7,59 millions de J pour chaque kg. Examinons si cette énergie est suffisante pour faire fondre la roche.

Premièrement, il faut chauffer la roche de -63 °C à 1000 °C, soit une augmentation de 1063 °C. À 1000 J par °C, il faut donc 1 063 000 J pour chauffer le kilo de roche à 1000 °C. Après ce chauffage, il nous reste encore 6,527 millions de J. Cette quantité est amplement suffisante pour fournir les 250 000 J nécessaires pour faire fondre la roche.