

Planète	Masse (Kg)	Rayon (km)	Température de surface (K)	Pression atmosphérique (bar)
Mercure	0.33022×10^{24}	2437	100-700	$< 10^{-12}$
Vénus	4.8685×10^{24}	6051	740	92
Terre	5.9736×10^{24}	6371	288	1.0
Mars	0.64185×10^{24}	3389	140-300	6.36×10^{-3}

Atmosphères planétaires - TD2 Echappement atmosphérique

1)

En équilibrant l'énergie cinétique d'une molécule à son énergie potentielle de gravité à la surface d'une planète, déduire la vitesse minimum que doit posséder cette molécule pour s'échapper du champ de gravité de la planète. Cette vitesse est appelée 1ère vitesse de libération.

Calculez les vitesses de libération (V_L) des planètes telluriques à partir du tableau ci-dessus

2)

La vitesse moyenne des molécules dépend de la température de l'atmosphère et de leur masse selon la relation:

$$V_M = 146 \sqrt{\frac{T}{M}} \quad (1)$$

où la vitesse obtenue est en m/s, T est la température exprimée en Kelvin, et M est la masse molaire exprimée en grammes. On considère qu'une atmosphère planétaire est conservée si le rapport $R = \frac{V_L}{V_M}$ est supérieur à 10. Calculez la température atmosphérique maximale sur chaque planète pour que celle-ci conserve son atmosphère. Effectuer ce calcul pour une atmosphère d'oxygène ($M_{O_2} = 32g/mol$), de dioxyde de carbone ($M_{CO_2} = 44g/mol$) et d'azote ($M_{N_2} = 28g/mol$)

3)

A partir de l'étude précédente, pour chaque planète, expliquez la présence ou l'absence d'atmosphère. Quels sont les facteurs qui ont été négligés dans cette étude et qui jouent un rôle important dans l'échappement atmosphérique.

Energie d'accrétion d'une planète

1)

Calculez le travail à fournir pour amener une coquille sphérique, de masse volumique ρ et d'épaisseur dr , de l'infini à la surface d'une planète de rayon r et de masse volumique ρ .

2)

Par intégration entre $r = 0$ et $R = R_P$, calculez l'énergie libérée lors de la formation d'une planète de rayon R_P et de masse volumique ρ .

3)

On suppose que toute l'énergie est transformée en chaleur dans la planète et que celle-ci possède une capacité calorifique $C_P = 1.2KJ/Kg$. Calculez l'élévation de température correspondante pour les planètes telluriques du tableau ci-dessus.

3)

On suppose que la température de la planète décroît uniquement car elle émet un rayonnement de type "corps noir". Le flux émis par un corps noir s'exprime sous la forme $F = \sigma T^4$, où $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$ est la constante de Stéfán. Calculez le flux émis par la surface d'une planète de rayon R à la température T.

4)

Calculez l'énergie d'une planète de masse M à la température T. Ecrivez l'équation d'évolution de la température de cette planète si l'on suppose que la perte d'énergie est due au rayonnement de corps noir.

Résoudre cette équation pour obtenir l'évolution de la température de la planète au cours du temps.

5)

D'après les résultats précédents, combien d'années après leur accréation les planètes telluriques ci-dessus atteignent-elles une température de 300K.

6)

Faire une liste des erreurs théoriques et des processus physiques qui n'ont pas été pris en compte dans les calculs précédents.