

**Examen -Partie Atmosphères***Rédiger sur feuille séparée*

**I** - Rappeler l'expression mathématique et la signification physique de la loi fondamentale de l'équilibre hydrostatique.

**II** - La loi de variation de la température atmosphérique  $T$  en fonction de l'altitude  $z$  est linéaire ( $\gamma = -\partial T/\partial z = \text{Cste}$ ).

**a)** Écrire l'équation différentielle liant la pression à la température. En déduire la loi de variation de la température en fonction de la pression (on suppose que la masse molaire et la gravité sont indépendantes de l'altitude). On introduira la pression  $P_0$  et la température  $T_0$  à une altitude de référence  $z_0$ .

**b)** Application au cas terrestre. Calculer la pression à l'altitude de l'isotherme  $0^\circ\text{C}$  (273 K) pour une température au sol de 288 K et un gradient de température  $\gamma = -5^\circ/\text{km}$ . On

prendra : Cste des gaz parfaits  $R = 8,31 \text{ J.mole}^{-1}$  ;

$P_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$  ;  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  ; masse molaire  $M = 29 \times 10^{-3} \text{ kg.mole}^{-1}$  ;

Quelle est l'altitude correspondante ?

**III** - La valeur absolue du gradient vertical de température ne peut excéder une certaine valeur limite. Expliquer qualitativement pourquoi en quelques mots.

**Examen -Partie Mouvements planétaires***Rédiger sur feuille séparée***Les satellites galiléens de Jupiter**

*Le système planétaire de Jupiter comprend de nombreux satellites. Nous nous intéressons aux quatre plus gros, découverts en 1610 par Galilée. Ici, leur orbite est considérée comme circulaire. Les caractéristiques de chaque satellite ont un indice  $i$  :  $i=1$  pour Io,  $i=2$  pour Europe,  $i=3$  pour Ganymède,  $i=4$  pour Callisto.*

**I – a)** Rappeler la signification du demi-grand axe  $a$  et de la période  $T$ .

b) On donne  $a_1 = 421,67 \cdot 10^3$  km et  $T_1 = 1,7691$  jour ;  $T_2 = 3,5512$  jours. Calculer  $a_2$ .

**II – a)** Rappeler la définition du moyen mouvement, noté  $n$ .

b) La relation de Laplace lie les moyens mouvements des 3 premiers satellites :

$$n_1 - 3 n_2 + 2 n_3 = 0$$

En déduire  $T_3$  puis  $a_3$ .

c) Comment s'interprète le phénomène décrit par la relation de Laplace.

**III –** Montrer comment à l'aide des valeurs ci-dessus (et de la valeur de  $G$ , constante de gravitation universelle), on peut calculer la masse de Jupiter.

**Examen -Partie ordres de grandeur et physique stellaire***Rédiger sur feuille séparée***Quantités utiles :**Constante de la gravitation :  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ uSI}$ Rayon du Soleil :  $R_s = 700000 \text{ km}$ Masse du Soleil :  $M_s = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ 

Rayon de Jupiter : un centième de rayon solaire

Masse de Jupiter : un millième de masse solaire

D'autres quantités peuvent être trouvées dans votre cours.

**I** – Quelles sont les quantités *physiques* qui permettent de positionner une étoile (en abscisse et en ordonnée) dans le diagramme HR?

**II** - Expliquer pourquoi la Séquence Principale est la région la plus peuplée du diagramme HR. On donnera un argument *physique* précis et clair pour expliquer ce fait.

**III** – Le Soleil rayonne une puissance totale (luminosité) de  $L_s = 2 \times 10^{26} \text{ W}$ . On admet ici que son énergie mécanique totale (thermique + gravitationnelle) vaut  $\approx -3GM_s^2/10R_s$ .

(a) Quelle serait la durée de vie typique du Soleil si sa source d'énergie provenait uniquement d'une lente contraction?

(b) Comment appelle-t-on ce temps?

**IV** – Jupiter orbite à 5.2 Unités Astronomiques (UA) du Soleil.

(a) Estimer la puissance lumineuse que la planète intercepte en provenance du Soleil.

(b) Jupiter renvoie directement (par réflexion) dans l'espace environ 50% de cette lumière visible et en absorbe environ 50%. Que devient cette puissance absorbée?

**V** – Des mesures précises de la puissance solaire absorbée par Jupiter et de la puissance totale émise par cette même planète montrent que Jupiter émet environ deux fois plus d'énergie qu'il n'en absorbe en provenance du Soleil. La planète possède donc une source interne d'énergie.

(a) Estimer la puissance  $L_J$  produite par Jupiter.

(b) On pense que cette puissance provient d'une lente contraction de Jupiter. Estimer le taux de contraction (en cm par an) nécessaire à cette production d'énergie.

(c) Quelle est la durée de vie de Jupiter avec ce taux de contraction ?

(d) Comparer cette durée à l'âge du Système Solaire. En déduire si ce résultat est compatible avec l'hypothèse d'une contraction pour expliquer la source d'énergie de Jupiter.