

DS

## DEVOIR DE SCIENCES-PHYSIQUES

*Il sera tenu compte du soin apporté à la présentation et à la rédaction.  
Le sujet comporte trois exercices A, B et C et deux pages.*

**A. Le ballon-sonde en météorologie ( /6)**

Des ballons-sondes permettent de suivre l'évolution des grandeurs physiques décrivant l'air atmosphérique.

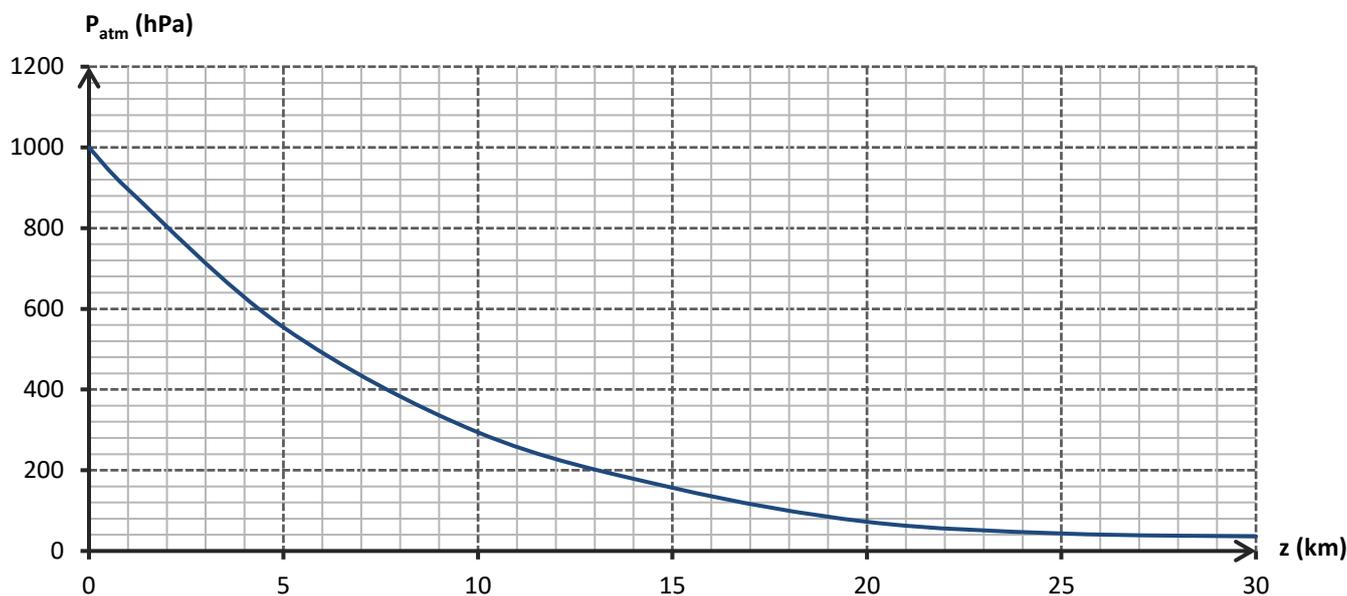
Gonflé à l'hélium et lâché au niveau du sol, un ballon de volume initial  $V_0 = 3,8\text{m}^3$  s'élève progressivement dans l'atmosphère.

À haute altitude, lorsqu'il atteint 5,0m de diamètre, le ballon éclate.

Dans cet exercice, on considérera que la température reste constante au cours de l'ascension du ballon et que la pression du gaz à l'intérieur du ballon est très voisine de celle de l'air à l'extérieur.

**Données :**

- pression atmosphérique au niveau du sol :  $P_0 = 1,0\text{bar} = 1,0 \cdot 10^3\text{hPa}$
- volume d'une sphère de rayon  $R$  :  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$
- évolution de la pression atmosphérique  $P_{\text{atm}}$  en fonction de l'altitude  $z$  :



1. Énoncer la loi de Boyle-Mariotte.
2. Justifier que le volume du ballon augmente lors de son ascension dans l'atmosphère.
3. Quelle est la valeur maximale  $V_1$  du volume du ballon avant d'éclater ?
4. En déduire l'altitude maximale atteinte par le ballon.

## B. Une planète de type terrestre habitable ( /7)

Une planète de "type terrestre habitable" a été découverte par une équipe d'astronomes européens. C'est la première fois que les scientifiques détectent une planète capable d'abriter une vie extra-terrestre hors de notre système solaire. Cette exoplanète, nommée Gliese C, qui orbite autour de l'étoile Gliese 581, se situe à 20,5 années de lumière de la Terre. Elle possède à la fois une surface solide et une température proche de celle de la Terre.

Pour savoir si Gliese C est réellement une planète du "type terrestre habitable", on cherche à déterminer la valeur de l'intensité du champ de pesanteur local à sa surface.

### Données :

- constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
- champ de pesanteur terrestre au niveau du sol :  $g = 9,8 \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- caractéristiques de la planète Gliese C
  - masse estimée :  $M_C = 3,0 \cdot 10^{25} \text{kg}$
  - rayon estimé :  $R_C = 9,6 \cdot 10^3 \text{km}$

1. Sur un schéma, représenter la force gravitationnelle  $\vec{F}$  exercée par la planète Gliese C sur un objet A de masse  $m$  à l'altitude  $h$  ainsi que quelques lignes du champ gravitationnel créé par Gliese C (en vert).
2. Donner l'expression de l'intensité  $F$  de cette force en fonction de  $M_C$ ,  $m$ ,  $R_C$ ,  $h$  et de la constante de gravitation universelle  $G$ .
3. La valeur  $\mathcal{G}$  du champ de gravitation est définie par la relation :  $\vec{\mathcal{G}} = \frac{\vec{F}}{m}$ 
  - a. Donner l'expression de la valeur  $\mathcal{G}_C$  du champ de gravitation à la surface de la planète Gliese C en fonction de  $M_C$ ,  $R_C$  et de la constante de gravitation universelle  $G$ .
  - b. Calculer la valeur de  $\mathcal{G}_C$ .
  - c. Comparer la valeur de  $\mathcal{G}_C$  à celle de l'intensité du champ de pesanteur local terrestre  $g$ .
4. À quelle altitude, sur la planète Gliese C, la valeur du champ de gravitation serait égale à celle du champ de pesanteur au niveau du sol sur Terre ?

## C. Expérience de Millikan ( /7)

L'expérience de Millikan a permis de trouver en 1910 une valeur approchée de la charge élémentaire. Millikan pulvérise des gouttelettes d'huile chargées entre deux plaques métalliques où règne un champ électrostatique constant. La méthode utilisée consistait à immobiliser les gouttelettes en augmentant le champ électrostatique afin de compenser l'action de la Terre sur les gouttelettes.

### Données :

- masse volumique de l'huile :  $\rho = 900 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- diamètre d'une goutte :  $D = 4,10 \mu\text{m}$
- intensité du champ de pesanteur :  $g = 9,81 \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- volume d'une sphère de rayon  $R$  :  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$
- charge élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

Entre les deux plaques chargées et distantes de  $d = 1,5 \text{cm}$ , règne un champ électrostatique uniforme et perpendiculaire aux plaques de valeur  $E = 2,0 \cdot 10^5 \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$ . On constate alors que de petites gouttes d'huile chargées négativement sont en équilibre entre les deux plaques.

1. Quels sont les signes des charges électriques portées par les plaques horizontales pour qu'une goutte d'huile chargée négativement puisse être en équilibre ? Expliquer clairement votre réponse. Expliquer par un schéma sur lequel devra figurer (sans souci d'échelle) :
  - les deux plaques métalliques chargées avec indication du signe de la charge de chacune d'elle,
  - une goutte d'huile en équilibre,
  - la force électrostatique  $\vec{F}$  exercée par les deux plaques sur la goutte,
  - le poids  $\vec{P}$  de la goutte,
  - le champ de pesanteur  $\vec{g}$ ,
  - le champ électrostatique  $\vec{E}$  (justifier le sens de ce vecteur),
  - quelques lignes de champ électrostatique (à tracer en vert).

2. Pour une gouttelette immobile, montrer que :  $|q| = \frac{\pi \cdot \rho \cdot g \cdot D^3}{6 \cdot E}$

*Le candidat notera sur sa copie toutes ses pistes de recherche, même si elles n'ont pas abouti.*

3. Calculer la charge  $|q|$  d'une goutte d'huile puis la comparer à la charge élémentaire  $e$ .

