

EXERCICE 1 : force de gravitation autour d'un trou noir (6 points)

Un trou noir résulte de l'effondrement du cœur d'une étoile massive. C'est une "boule" de matière très petite qui renferme une masse extraordinairement grande et dont la lumière ne peut sortir. Ainsi, un trou noir est invisible. Il peut seulement être détecté par l'influence gravitationnelle qu'il exerce sur des étoiles et d'autres objets qui lui sont proches. On considère un trou noir d'une masse m_T égale à 10 fois celle du Soleil et ayant la forme d'une sphère de rayon $R_{\text{Trou}} = 3 \text{ km}$.



trou noir M87 et son disque d'accrétion, photographié par Event Horizon Telescope en 2019

1. Schématiser le trou noir et représenter ses lignes de champ gravitationnel orientées.
2. Exprimer puis calculer la valeur de la force F_{Trou} d'attraction gravitationnelle exercée par le trou noir sur un objet de masse $m_O = 1 \text{ kg}$ se trouvant à une distance $D = 100 \text{ km}$ de sa surface.

3. Représenter le vecteur force sur le schéma précédent.

4. Pour comparer les valeurs, exprimer puis calculer la valeur de la force F_S d'attraction gravitationnelle qu'exercerait le Soleil sur le même objet se trouvant aussi à une distance $D = 100 \text{ km}$ de sa surface.

Données :

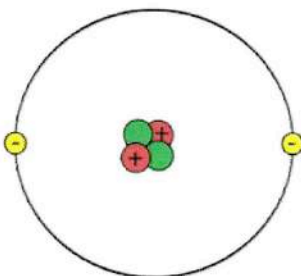
constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

masse du Soleil : $m_S = 2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

rayon du Soleil : $R_S = 7,0 \cdot 10^5 \text{ km}$

EXERCICE 2 : force électrostatique dans un atome d'hélium (4 points)

Dans un atome d'hélium, le noyau contient 2 protons et 2 neutrons. On s'intéresse à un électron situé à une distance $r = 31 \text{ pm}$ du noyau.



1. Exprimer puis calculer la norme de la force électrostatique F_e exercée par le noyau sur l'électron.
2. Exprimer puis calculer la norme du champ électrostatique E créé par le noyau à l'endroit où se trouve l'électron.

Données :

constante de Coulomb : $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

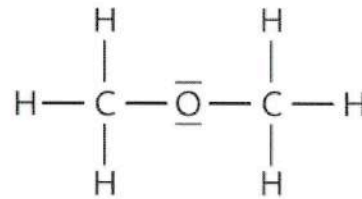
charge électrique d'un proton : $q_p = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

charge électrique d'un électron : $q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

EXERCICE 3 : molécule de méthoxyméthane et polarité (4 points)

Le méthoxyméthane C_2H_6O est un gaz incolore utilisé pour traiter les verrues dans les fluides cryogéniques.

On donne ci-dessous le modèle moléculaire et le schéma de Lewis de la molécule de méthoxyméthane.



Données :

Numéro atomique Z de quelques éléments : $Z(C)=6$; $Z(O) = 8$; $Z(H) = 1$

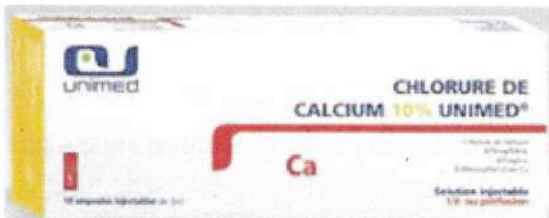
Electronégativité de quelques éléments : $\chi(H) = 2,20$; $\chi(C) = 2,55$; $\chi(O) = 3,44$

1. Expliquer, à partir des structures électroniques des atomes présents, le schéma de Lewis donné (nombre de doublets liants et doublets non liants).
2. Décrire la géométrie de la molécule autour de l'atome d'oxygène et des atomes de carbone.
3. Déterminer le caractère polaire ou apolaire des liaisons covalentes : C – O et C – H.
4. En déduire le caractère polaire ou apolaire de la molécule.

EXERCICE 4 : apport en calcium (6 points)

Le chlorure de calcium $CaCl_2$ (s) est un solide ionique composé d'ions calcium Ca^{2+} et d'ions chlorure Cl^- . On l'utilise en solution aqueuse pour traiter l'hypocalcémie (carence/déficit en calcium dans l'organisme).

Données :



Atome	Configuration électronique	Masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)
Chlore Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	35,5
Calcium Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	40,1

Dénomination du médicament : chlorure de calcium, solution injectable en ampoule de 10 mL

Composition quantitative : masse de chlorure de calcium (pour 1 ampoule) égale à 506,82 mg

1. Justifier la charge portée par chacun des ions.
2. Préciser l'interaction responsable de la cohésion du solide. Justifier.
3. Établir l'équation de la réaction de dissolution du chlorure de calcium dans l'eau.
4. Exprimer puis calculer la quantité de matière de chlorure de calcium solide $CaCl_2(s)$ qu'il faut dissoudre pour préparer 10 mL de solution injectable.
5. Déterminer la concentration en quantité de matière de chacun des ions $[Ca^{2+}]$ et $[Cl^-]$ dans la solution.