Colles de Physique-Chimie
Semaine du 14 au 18 octobre
P4 : Énergétique du point matériel – C1 : Molécules

Jeremy Luccioni

1 Liste des questions de cours

1.1 P4 : Énergétique du point matériel

Question 1 : Définir la puissance d'une force, son travail élémentaire et son travail sur un déplacement fini. Que devient ce travail pour une force constante ?

Question 2 : Énoncer et démontrer le théorème de la puissance cinétique, en déduire le théorème de l'énergie cinétique.

Question 3 : Définir l'énergie potentielle associée à une force conservative.

Question 4 : Citer et établir les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur (champ uniforme), de l'énergie potentielle gravitationnelle (champ créé par un astre ponctuel), ou de l'énergie potentielle élastique.

Question 5 : Définir l'énergie mécanique. Énoncer le théorème de l'énergie mécanique et le démontrer en utilisant le théorème de l'énergie cinétique.

Question 6 : Représenter un graphe énergétique standard d'un mouvement conservatif à une dimension, et commenter les différents mouvements observés (trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle, positions d'équilibre stables et instables).

1.2 C1 : Molécules

Question 7 : Définir la liaison covalente et citer les ordres de grandeur de sa longueur et de son énergie de liaison.

Question 8 : Énoncer la règle du duet et la règle de l'octet et donner la valence d'atomes courants.

Question 9 : Citer les écarts à la règle de l'octet et en donner des exemples.

Question 10 : Expliquer le principe de la théorie VSEPR et donner des exemples de géométries simples.

Question 11 : Expliquer l'origine de la polarisation d'une liaison covalente et définir son moment dipolaire ; justifier les conditions de polarisation d'une molécule.

Question 12 : Décrire les forces intermoléculaires (interactions de van der Waals et liaison hydrogène) et donner leur ordre de grandeur énergétique.

Question 13 : Citer les différentes caractéristiques d'un solvant et leurs conséquences sur la solubilité.

Planche 1

Question de cours

Question P4 : Énoncer et démontrer le théorème de la puissance cinétique, en déduire le théorème de l'énergie cinétique.

Exercice de chimie : L'ammoniac

Considérer la molécule d'ammoniac NH_3.

1. Donner la structure de Lewis de NH_3.
2. Déterminer la géométrie de la molécule en utilisant la méthode VSEPR.
3. La molécule est-elle polaire ? Justifier.

Données : $\chi(\text{N}) = 3{,}0$; $\chi(\text{H}) = 2{,}1$

Exercice de physique : Vitesse de libération (P4)

On s'intéresse à la vitesse minimale qu'il faut communiquer à un objet pour qu'il échappe à l'attraction gravitationnelle d'un astre.

1. Rappeler l'expression de l'énergie potentielle gravitationnelle d'un objet de masse m à la distance r du centre d'un astre de masse M et de rayon R.
2. En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, exprimer la vitesse de libération d'un astre en fonction de son rayon R, de la constante gravitationnelle G et de sa masse M.
3. Montrer que cette vitesse peut aussi s'écrire en fonction de la masse volumique ρ de l'astre.
4. Application numérique : calculer la vitesse de libération de la Terre.
5. La Lune a une densité similaire à celle de la Terre mais un rayon 3,7 fois plus petit. Calculer la vitesse de libération de la Lune.

Données :
— Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ SI
— Rayon de la Terre : $R_T = 6{,}37 \times 10^{6}$ m
— Masse de la Terre : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg
— Masse volumique de la Terre : $\rho_T = 5{,}5 \times 10^{3}$ kg·m^{-3}

Planche 2

Question de cours

Question P4 : Définir l'énergie potentielle associée à une force conservative. Citer et établir les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur (champ uniforme), de l'énergie potentielle gravitationnelle (champ créé par un astre ponctuel), ou de l'énergie potentielle élastique.

Exercice

Partie A – Chimie : Le méthanol

Considérer la molécule de méthanol CH_3OH.

1. Donner la structure de Lewis du méthanol.
2. Indiquer la géométrie autour de l'atome de carbone et autour de l'atome d'oxygène en justifiant par VSEPR.
3. La molécule est-elle polaire ? Justifier.
4. Justifier la grande solubilité du méthanol dans l'eau. Indiquer la nature des interactions mises en jeu.

Données : $\chi(\text{C}) = 2{,}5$; $\chi(\text{O}) = 3{,}5$; $\chi(\text{H}) = 2{,}1$

Partie B – Physique : Trajectoire d'un objet lancé depuis la Terre

Un objet de masse m est lancé depuis la surface de la Terre avec une vitesse $v = \sqrt{\frac{M_T G}{2R_T}}$ tangentielle à la surface, dans le référentiel géocentrique.

1. Déterminer l'énergie mécanique de l'objet.
2. En déduire la nature de la trajectoire (elliptique, parabolique ou hyperbolique ?).
3. On admet que pour une trajectoire elliptique, l'énergie mécanique s'écrit $E_m = -\dfrac{GM_T m}{2a}$ où a est le demi-grand axe de l'ellipse. Calculer a.
4. Sachant que pour une ellipse, le demi-grand axe vérifie $a = \dfrac{r_{\text{périgée}} + r_{\text{apogée}}}{2}$ et que l'objet part de la surface terrestre ($r_{\text{périgée}} = R_T$), calculer $r_{\text{apogée}}$. L'objet retombe-t-il sur Terre ? Justifier.

Planche 3

Question de cours

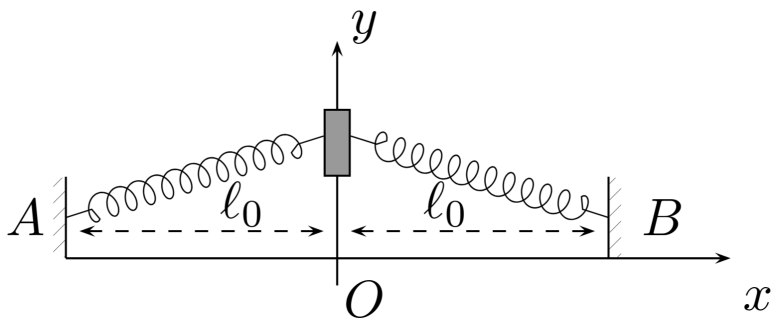
Question C1 : Expliquer le principe de la théorie VSEPR et donner des exemples de géométries simples. Décrire les forces intermoléculaires (interactions de van der Waals et liaison hydrogène) et donner leur ordre de grandeur énergétique.

Exercice de chimie : L'eau et les liaisons hydrogène

Considérer la molécule d'eau H_2O.

1. Donner la structure de Lewis de H_2O.
2. Déterminer la géométrie de la molécule.
3. Expliquer pourquoi l'eau peut former des liaisons hydrogène. Donner l'ordre de grandeur énergétique de ces liaisons.
4. Comparer la température d'ébullition de l'eau (100 °C) avec celle du sulfure d'hydrogène H_2S (-60 °C, molécule de structure similaire). Justifier la différence.

Exercice de physique : Oscillateur avec deux ressorts (P4)



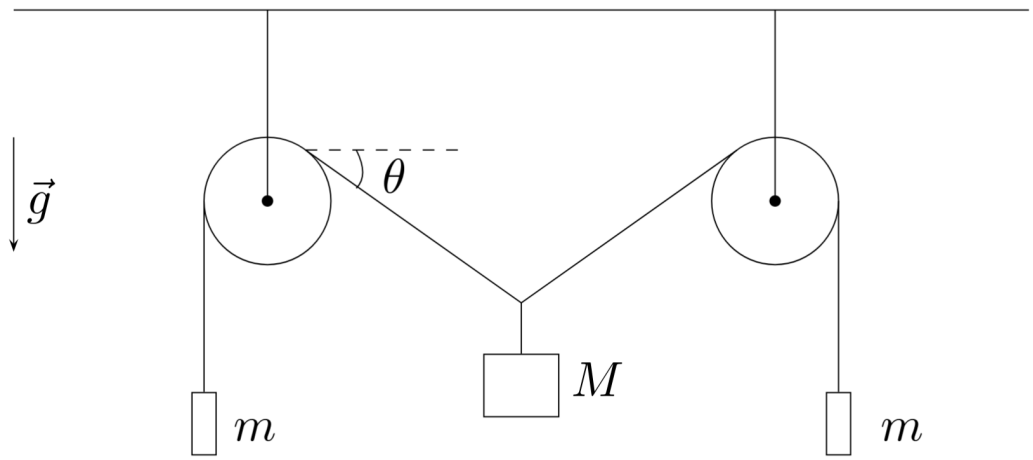
On considère une masse m pouvant se déplacer sans frottements dans un plan horizontal Oxy. **On néglige l'effet de la pesanteur.** Deux ressorts identiques et idéaux, de constante de raideur k et de longueur à vide ℓ_0, relient la masse m à deux points fixes A et B situés sur l'axe Ox à égale distance de O (en $x = -\ell_0$ et $x = +\ell_0$). La masse m est contrainte de se déplacer sur l'axe Oy. On lâche initialement la masse m d'une position $y = a$ avec une vitesse nulle.

1. Exprimer l'énergie potentielle $E_p(y)$ de la masse m en fonction de k, ℓ_0 et y.
2. Tracer l'allure de $E_p(y)$ et décrire le type de mouvement possible.
3. À quelle condition le mouvement de la masse est-il harmonique ?
4. Déterminer la vitesse maximale de la masse au cours du mouvement.

Exercice Bonus

Fil lesté entre deux poulies (P4)

Les poulies sont idéales et les fils sont inextensibles. Déterminer l'angle θ à l'équilibre.



Données : $\vec{g}$: champ de pesanteur, masses m et M