

Mines Physique et Chimie PCSI — Corrigé

Ce corrigé est proposé par Arnaud Gossart (professeur en CPGE), Stéphane Ravier (ENS Lyon) et Alexandre Hérault (ENS Cachan) ; il a été relu par Benoît Lobry (professeur en CPGE), Nicolas Agenet (ENS Ulm), Nathanaël Schaeffer (ENS Lyon) et Mickaël Profeta (ENS Cachan).

Le sujet de **physique** comporte trois problèmes indépendants, de longueurs et de difficultés équivalentes. Signalons que l'énoncé présente des imprécisions pouvant déstabiliser le candidat.

- Le premier problème, de mécanique, porte sur le mouvement d'un point matériel dans un champ newtonien et la mise en orbite d'un satellite autour de la planète Mars. La dernière partie exige un peu de recul vis-à-vis du cours sur les systèmes de deux points matériels.
- Le deuxième problème, d'électronique, traite d'un montage destiné à compter des impulsions analogiques. Savoir analyser le fonctionnement d'un A.O. en régime saturé est essentiel. Des graphes à compléter doivent permettre au candidat de montrer qu'il a compris le fonctionnement du montage, en sortie duquel on place ensuite un filtre passe-bas.
- Le troisième problème, de thermodynamique, est consacré à l'étude d'un climatiseur dans lequel le fluide caloporteur subit au cours du cycle des changements d'état. Il faut notamment savoir exploiter le diagramme entropique fourni et le rappel de cours concernant un fluide en écoulement permanent dans une partie active.

La partie **chimie** de l'épreuve est une étude des dérivés organostanniques. La chimie de l'étain n'étant pas au programme des classes préparatoires, l'énoncé détaille toutes les réactions particulières de ces dérivés et les questions posées étudient les caractéristiques de ces réactions en ne faisant appel qu'aux notions du programme. Aucune connaissance préalable sur la chimie de l'étain n'est nécessaire.

Cette partie se compose de deux problèmes indépendants.

- Le premier problème est l'étude de la cyclisation radicalaire du 6-bromohex-1-ène en méthylcyclopentane. L'étude cinétique de ce mécanisme en chaîne n'utilise que les notions de base du programme de première année. On réalise ensuite une étude thermodynamique de la réaction à l'aide des grandeurs de réaction et des énergies de liaison.
- Le deuxième problème traite de chimie organique. Il se compose de l'étude de deux synthèses de composés organostanniques vinyliques en vue de les polymériser. Les réactions classiques de chimie organique du programme de première année sont étudiées : formation d'organomagnésiens, substitutions nucléophiles et additions radicalaires.

Indications**Problèmes de physique**

- 1.1 Appliquer le principe fondamental de la dynamique en projection dans la base de Frenet.
 - 2.2 Utiliser la question précédente en explicitant l'énergie mécanique.
 - 3.1 Passer par la détermination de l'énergie cinétique en S.
 - 3.2 Appliquer le théorème de la résultante cinétique au système et exploiter la brièveté de l'opération.
 - 3.3 Utiliser la conservation de la quantité de mouvement totale.
 - 3.4 Développer la loi de conservation établie à la question 3.2. Attention, la vitesse d'éjection des gaz est définie relativement au satellite!
 - 3.5 Appliquer par exemple le théorème de l'énergie cinétique au système lors de l'opération d'éjection et dans le référentiel marséocentrique.
-
- 2 Remplacer le condensateur par son dipôle équivalent en régime continu. Se souvenir que c'est le signe de la tension différentielle d'entrée qui conditionne l'état de saturation de l'A.O..
 - 3 Pour déterminer V^+ juste après le basculement, utiliser la continuité de la grandeur relative au condensateur.
 - 4 Établir l'équation différentielle vérifiée par V^+ entre deux basculements.
 - 5 Utiliser la définition générale de la valeur moyenne d'une grandeur périodique.
 - 6 Appliquer le diviseur de tension, en faisant l'hypothèse (non précisée dans l'énoncé) que le filtre est en sortie ouverte.
 - 7 Se souvenir que d'après le théorème de Fourier, tout signal périodique de fréquence f est décomposable en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples de f .
 - 8 Utiliser les résultats de la question précédente.
-
- 1.2 Se souvenir que dans un tel cas, le travail des forces de pression est inclus dans la variation d'enthalpie.
 - 1.3 Appliquer la loi de Laplace, en faisant l'hypothèse (non précisée dans l'énoncé) que la transformation subie est réversible.
 - 1.4 Utiliser tout simplement la définition d'une enthalpie de changement d'état.
 - 2.1 Noter que le point A est sur la courbe de rosée et le point C sur la courbe d'ébullition. Utiliser le fait qu'une compression adiabatique réversible est une transformation isentropique.
 - 2.2 Exploiter l'expression de Δh donnée par l'énoncé pour la traversée d'une partie active.
 - 2.4 Utiliser l'extensivité de la fonction enthalpie en distinguant la phase liquide et la phase vapeur, ou utiliser le théorème des moments dans le diagramme entropique.

3.1 Partir du point B situé sur la courbe de rosée.

Problème de chimie

- I.A.2 Regarder si les intermédiaires réactionnels sont reformés ou non.
- I.A.5.b Utiliser les expressions établies aux questions I.A.3 et I.A.5.a pour établir une équation reliant les dérivées temporelles de $[\text{Hex}]$ et $[\text{MCP}]$, puis l'intégrer.
- I.A.6 Raisonner sur l'ordre des réactions.
- I.B.2 Faire un cycle passant par tous les constituants à l'état atomique pour faire intervenir les énergies de liaison. Attention aux états physiques nécessaires pour écrire les énergies de liaison.
- I.B.3 Utiliser la loi de Kirchhoff.
- II.A.2.b La précision des volumes prélevés est-elle importante ici ?
- II.A.2.d Utiliser les valeurs données pour remonter jusqu'au nombre de moles de **B** dans le réacteur.
- II.A.3 Le carbocation potentiellement formé est-il stabilisé ?
- II.A.5 On réalise la polymérisation du styrène.
- II.B.3 Raisonner sur l'influence de la solvatation sur la réactivité. Plus un solvant est polaire, mieux il solvate les composés chargés.

Problèmes de physique

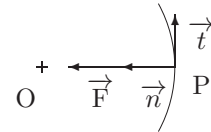
I. Mécanique : balade martienne

I.1. Étude de l'orbite circulaire

I.1.1 Appliquons le principe fondamental de la dynamique en projection dans la base de Frenet (\vec{t}, \vec{n}) .

Le satellite P est soumis à la force d'attraction gravitationnelle exercée par Mars :

$$\vec{F} = \frac{GMm}{r_0^2} \vec{n}$$



Son accélération s'écrit

$$\begin{aligned} \vec{a} &= \vec{a}_t + \vec{a}_n \\ &= \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{r_0} \vec{n} \end{aligned}$$

En la projetant sur \vec{n} , compte tenu du fait que $v = V_0$, on obtient

$$\frac{GMm}{r_0^2} = m \frac{V_0^2}{r_0}$$

soit

$$V_0 = \sqrt{\frac{GM}{r_0}}$$

La projection selon la direction tangentielle \vec{t} permet de conclure à l'uniformité du mouvement.

On en déduit alors son énergie cinétique

$$E_0 = \frac{1}{2} m V_0^2 = \frac{1}{2} \frac{GMm}{r_0}$$

I.1.2 L'énergie potentielle de gravitation à la distance r s'écrit

$$E_p = -\frac{GMm}{r}$$

Elle est définie sans ambiguïté par rapport à la constante d'intégration par la donnée $E_p(\infty) = 0$. En cas d'oubli, le plus rapide est de revenir à la définition :

$$\delta W_{\vec{F}} = -dE_p$$