
PHYSIQUE – CHIMIE

Rapporteur Monsieur Michel BRIAND

Rappelons pour commencer les règles de l'épreuve orale de Physique-Chimie : elle dure au total une heure soit trente minutes de préparation et trente minutes d'interrogation. Le candidat se voit proposer, en arrivant, un sujet comprenant un exercice de physique et un exercice de chimie. Il lui est demandé de répartir le temps de préparation comme le temps de passage dans une proportion 2/3 pour la physique et 1/3 pour la chimie.

Les remarques générales sur l'épreuve :

L'épreuve orale a (comme l'écrit) montré une très grande disparité entre les candidats. Le jury a pu voir des candidats capables de faire les exercices proposés quasiment seuls dans le temps imparti mais aussi des candidats incapables de répondre à la moindre question de cours même en sortant du thème proposé par l'exercice. On peut donc penser que ces derniers ont fait l'impasse totale sur la discipline ce qui est inacceptable. Bien entendu la notation a été en conséquence, utilisant toute la gamme de 0 à 20.

Les 30 minutes de temps de préparation sont peu productives, sauf exception. Le jury ne tient bien sûr pas compte pour la notation des brouillons faits en préparation, mais il ne peut que constater qu'ils sont peu remplis (même pour des candidats finissant l'oral avec une note honorable). Les colleurs pendant l'année scolaire devraient peut-être tenir compte de ceci en apprenant aux étudiants à utiliser cette période de préparation de façon plus efficace. L'oral n'est pas l'écrit, mais le candidat doit pouvoir se présenter devant l'examinateur avec un canevas de résolution des deux exercices. Si la prestation orale des candidats est dans l'ensemble satisfaisante dans la forme (dynamisme, utilisation du tableau, élocution...), elle est encore trop souvent sous forme de questions-réponses avec l'examinateur alors qu'au moins la première partie devrait plus être un exposé de l'étudiant proposant sa solution avec de temps à autre une précision demandée par l'examinateur. Trop de candidats attendent de l'examinateur la remarque qui les aidera à démarrer certaines questions plutôt que de faire des propositions personnelles. Un candidat faisant preuve d'autonomie, d'initiative personnelle et d'un minimum de combativité se verra plus facilement pardonner de petites erreurs de calculs et de raisonnement dans la résolution ultérieure.

Les futurs candidats et leurs enseignants se reporteront aux rapports des années précédentes qui restent toujours valables pour l'essentiel.

Les remarques particulières en chimie :

Insistons sur le fait que l'épreuve ne dure que 10 minutes, l'exercice proposé est forcément très proche du cours et ne nécessite pas de gros calculs. Le jury veut simplement s'assurer que les éléments de base de la chimie de TSI sont acquis. Comme tous les ans, insistons sur le trop grand nombre de candidats ignorant les corps de base de la chimie (soude, acide chlorhydrique, ammoniac, chlorure de sodium.....) et les états dans lesquels on les trouve à température et pression ambiante : toute science nécessite des connaissances de base incontournables qui doivent être sues par cœur. Sans ces connaissances de base toute discussion est impossible.

Il est dommage que les candidats n'écrivent pas systématiquement les réactions chimiques sur lesquelles ils travaillent même si l'énoncé ne le demande pas explicitement. Cela éviterait de trouver un pH acide à une solution d'ammoniac sous prétexte que l'énoncé donne un K_a .

L'utilisation des tableaux d'avancement et des quotients de réaction est le plus souvent systématique et satisfaisante même si parfois le lien avec l'affinité n'est pas toujours bien vu.

L'utilisation de tels tableaux est souvent plus problématique dans les cas d'apparition de précipités. Ils sont aussi parfois utilisés de façon trop systématique au détriment de la compréhension : le candidat remplit son tableau d'avancement et pense que l'exercice est fini ou attend que l'examinateur lui dise quoi en faire. Pour le pH d'un monoacide fort, ce n'est pas indispensable!

Les règles de déplacement de l'équilibre sont en général connues même si leur démonstration directe sur des exemples simples pose problème.

Le lien entre pression partielle d'un gaz, pression totale et fraction molaire n'est pas toujours connu (confusion avec la pression de référence P°).

Les effets de dilution posent des problèmes aux candidats car ils ne pensent pas à revenir à la définition même d'une concentration.

Les pH de solutions « classiques » doivent être sus pour aller vite, sans oublier de connaître également les conditions d'applications des formules.

Les ions spectateurs et le solvant sont souvent introduits dans les équations chimiques sans raison, ce qui bloque le candidat quand il doit écrire la constante d'équilibre ou le quotient de réaction. C'est souvent un test pour savoir si le candidat voit réellement ce qui se passe.

Il est plus prudent d'écrire les demi-équations redox plutôt que d'essayer d'équilibrer directement une réaction redox car les coefficients stœchiométriques peuvent être élevés.

Les coefficients stœchiométriques interviennent pour trouver le volume équivalent : $c_a v_a = c_b v_b$ ne marche pas pour tous les dosages !

Les connaissances relatives à l'atomistique sont très inégales suivant les candidats. La notion d'électron de valence doit être connue pour écrire efficacement les formules de Lewis.

Pour qu'une réaction chimique ait lieu, il faut s'assurer que les réactifs sont présents ! Même si la constante de réaction est élevée, si il manque un réactif, la réaction n'aura pas lieu !

Les diagrammes d'Ellingham ou E-pH sont souvent connus et interprétés de façon satisfaisante mais sans que l'étudiant comprenne vraiment pourquoi il applique ces règles.

Certaines formules de thermochimie peuvent être retrouvées très vite en appliquant les principes de la thermodynamique.

Les calculs de forces électromotrices de piles sont souvent bien faits mais l'interprétation électrique sur les transferts d'électrons au niveau des électrodes et dans le circuit extérieur est souvent fantaisiste.

Les remarques particulières en physique :

Le candidat doit de lui-même faire le choix du théorème le plus judicieux à employer en mécanique (somme des forces, somme des moments ou théorème énergétique) notamment dans le mouvement de rotation autour d'un axe où le théorème de la résultante cinétique n'aboutira pas. Trop souvent les actions de contact ou actions d'axe sont oubliées en l'absence de frottement. Il y a souvent confusion entre le théorème de la puissance cinétique et le théorème de l'énergie cinétique. Le lien entre l'énergie potentielle et le travail est souvent mal connu, notamment pour les ressorts. Le candidat ne doit pas systématiquement calculer un moment cinétique en réduisant le solide au seul point G quand l'énoncé parle explicitement d'un moment d'inertie. D'autre part, en rotation autour d'un axe, la notion de bras de levier est souvent beaucoup plus rapide qu'un produit vectoriel pour calculer le moment d'une force.

L'origine de la poussée d'Archimède (forces de pression) n'est pas toujours bien comprise.

Les principes de la thermodynamique sont souvent réduits à des équations mal comprises surtout pour le deuxième principe. D'une manière générale la thermodynamique pose problème dès qu'on sort d'une formule apprise par cœur (PV^{γ} à toutes les sauces par exemple quel que soit le type de transformation). La notion de fonction d'état est en général non comprise même si le plus souvent le candidat est capable de définir ce qu'est une fonction d'état par une phrase apprise par cœur. L'assimilation d'une augmentation d'entropie à une augmentation du désordre a ses limites : qu'est-ce que le désordre ? En l'absence de physique statistique au programme, il est difficile de discuter scientifiquement la notion de désordre en TSI ! Calculer un travail sur une transformation irréversible est souvent délicat (si P_{ext} est différent de P_{gaz}).

Le formalisme mathématique de l'électromagnétisme (flux, circulation, opérateurs vectoriels, conditions de passage du champ...) met souvent en difficulté les candidats.

Les calculs de champs électriques ou magnétiques classiques (fils, plans, spires...) doivent être connus pour ne pas perdre trop de temps dans les exercices. La distinction entre courant volumique et courant surfacique est souvent floue. On note parfois des confusions entre les théorèmes de Gauss et Ampère.

Le principe et les applications de l'effet Hall sont souvent connus, même si les calculs sont parfois délicats.

Les exercices d'induction sont souvent bien faits. Ils nécessitent néanmoins une certaine rigueur dans les orientations des circuits et des surfaces qui fait défaut à certains candidats. Trouver la force électromotrice d'induction en faisant circuler le champ électromoteur est moins bien connu que la loi de Faraday dans le cas de l'induction de Lorentz.

La notion de coefficient de mutuelle est mal connue.

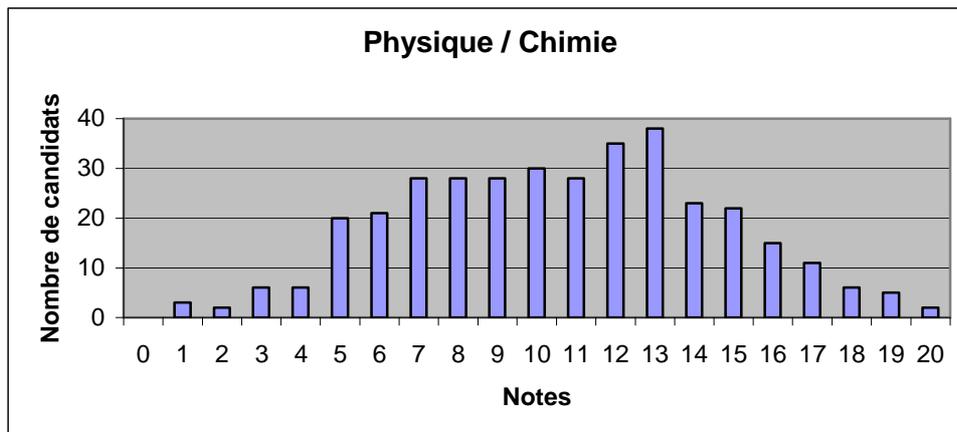
L'interprétation physique des ondes est délicate, peu de candidats sont capables d'expliquer en quoi par exemple un terme en $(t-z/c)$ est caractéristique d'un phénomène se propageant suivant les z croissant à la vitesse c . Il en résulte que les exercices d'interférences se résument à des formules apprises par cœur : $\delta = ax/D$ ou $i = \lambda D/a$. Cette constatation avait déjà été faite à l'écrit.

Les candidats savent en général qu'il y a un lien entre le vecteur de Poynting et la puissance, mais rares sont ceux qui peuvent pousser le calcul jusqu'au bout sans imprécision.

Les conditions de passage du champ électromagnétique donnent lieu a des formules très variées...

Conclusion : La liste précédente (non exhaustive) doit être considérée comme une aide aux candidats et à leurs enseignants leur donnant une idée des erreurs les plus courantes à éviter lors des interrogations orales et non bien sûr comme un bêtisier ! Le jury a conscience de la difficulté que représentent pour les étudiants de cette section les deux années de classes préparatoires (ampleur du programme, difficulté mathématique de certaines notions) et peut très bien pardonner à l'oral une erreur qui aurait totalement bloqué le candidat à l'écrit, pourvu qu'il montre qu'il sait exploiter de façon raisonnée l'aide qu'on lui apporte.

Les étudiants de la section TSI jouent en général bien le jeu de l'oral et, à de rares exceptions près, s'accrochent jusqu'au bout pour essayer d'obtenir la meilleure note possible. Qu'ils en soient remerciés car cela rend l'oral agréable pour le jury et montre surtout l'intérêt qu'ils portent à leurs études. Que cela encourage également les futurs candidats de cette section et leurs enseignants pour les années à venir...



Oral du Concours Commun *Polytechniques TSI*
Session 2007

Vous n'avez pas droit à votre calculatrice mais vous pourrez éventuellement utiliser la calculatrice prêtée par l'examinateur. Votre temps de préparation est de 30 minutes. Il vous est conseillé de consacrer 20 minutes à la préparation de votre sujet de physique et 10 minutes à la préparation de votre sujet de chimie. Lorsque vous passez au tableau, c'est vous qui devez prendre spontanément la parole. N'attendez pas les questions de l'examinateur.

SUJET N°4

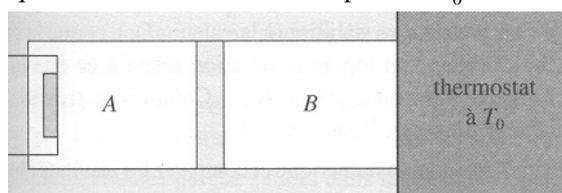
Date : Me 4 Heure : 10h30

Exercice de physique (20 mn)

Un cylindre fermé horizontal est divisé en deux compartiments A et B de même volume V_0 par un piston coulissant librement sans frottement. A et B contiennent chacun une mole de gaz parfait à la pression p_0 et à la température T_0 . On

donne, pour le gaz parfait, le coefficient $\gamma = \frac{C_{p,m}}{C_{v,m}}$.

Le piston, la surface latérale du cylindre et la surface de base S_A du compartiment A sont athermanes (adiabatiques). La surface de base S_B du compartiment B est diathermane et permet donc les échanges thermiques avec le thermostat. Le compartiment A est porté très lentement à la température T_1 à l'aide d'une résistance chauffante, le compartiment B reste à la température T_0 par contact thermique avec le thermostat à la température T_0 .



1°) Exprimer les volumes V_A , V_B et la pression finale p_f correspondant à la position d'équilibre du piston en fonction de T_1 , T_0 , V_0 et R (constante des gaz parfaits).

2°) Quelle est la variation d'énergie interne du gaz à l'intérieur de A et de B en fonction de R, γ et des températures ? En déduire la variation d'énergie interne du système $\{A + B\}$. Il est à remarquer que le piston et la résistance chauffante sont exclus du système.

3°) Quelle est la nature de la transformation subie par le gaz en B ? Quel est le travail W échangé par B avec A ? En déduire le transfert thermique Q_B reçu par le gaz du compartiment B. On exprimera W et Q_B en fonction de T_1 , T_0 et R.

4°) En considérant le système A, trouver le transfert thermique Q_A fourni par la résistance chauffante en fonction de T_1 , T_0 , R et γ .

5°) Déterminer la variation d'entropie du gaz contenu dans chaque compartiment au cours de la transformation.

Exercice de chimie (10 mn)

Déterminer la quantité de sulfate d'argent (corps solide peu soluble de formule Ag_2SO_4) qu'on peut dissoudre dans un litre de solution dans les trois cas suivants :

a) dans l'eau pure ;

b) dans une solution de sulfate de sodium (corps solide totalement soluble de formule Na_2SO_4)

b1) à $c = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$;

b2) à $c = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Donnée : $pK_s(Ag_2SO_4) = 4,8$.

Concours Commun Polytechniques TSI
Session 2007

Vous n'avez pas droit à votre calculatrice mais vous pourrez éventuellement utiliser la calculatrice prêtée par l'examinateur. Votre temps de préparation est de 30 minutes. Il vous est conseillé de consacrer 20 minutes à la préparation de votre sujet de physique et 10 minutes à la préparation de votre sujet de chimie. Lorsque vous passez au tableau, c'est vous qui devez prendre spontanément la parole. N'attendez pas les questions de l'examinateur.

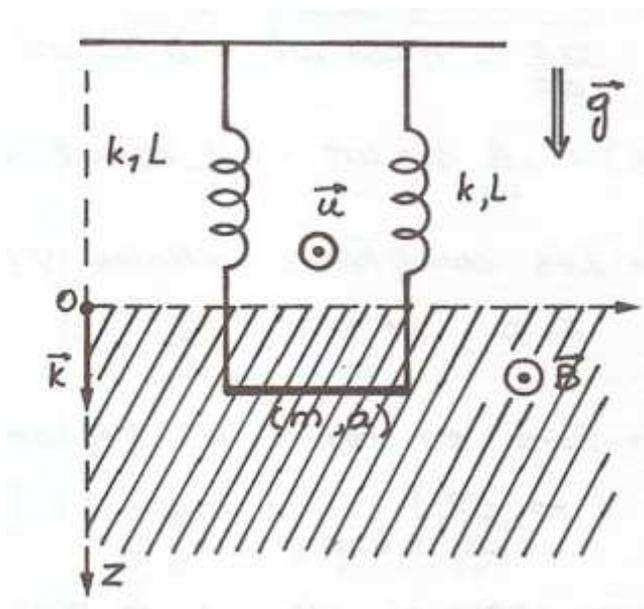
SUJET N°26

Date : Sa 7

Heure :8h30

Exercice de physique (20 mn)

Une barre conductrice de résistance négligeable, de masse m et de longueur a est suspendue à deux ressorts verticaux de raideur k et de coefficient d'auto-inductance (supposé constant L).



1- On se place dans un position de non équilibre. Déterminer l'équation du mouvement de la barre lorsqu'elle demeure dans l'espace des z positifs où règne le champ magnétique uniforme $\vec{B} = B \vec{u}$. Pour cela on déterminera l'équation électrique et l'équation mécanique que l'on combinera judicieusement.

2- A l'instant initial $t = 0$, la barre est tirée vers le bas de $z(0) = d$ par rapport à sa position d'équilibre, puis lâchée sans vitesse initiale. Déterminer $z(t)$ et $i(t)$.

On posera $\omega_0 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$.

3- Faire un bilan énergétique.

Exercice de chimie (10 mn)

Données : $K_s(\text{Ag}_2\text{S}) = 10^{-49,2} = K_{s1}$
 $K_s(\text{Bi}_2\text{S}_3) = ? = K_{s2}$
 $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

1- On plonge une électrode d'argent recouverte de sulfure d'argent dans une solution contenant une certaine concentration en $[\text{S}^{2-}]$ d'ions sulfure. Exprimer E ($[\text{S}^{2-}]$) pour l'électrode plongeant dans la solution ($[\text{S}^{2-}] =$ concentration initiale en ions sulfure; à justifier). On appelle électrode de ce type une électrode indicatrice d'ions sulfure. Commenter.

2- On plonge l'électrode précédente dans une solution saturée en $\text{Bi}_2\text{S}_{3(s)}$ maintenue à $\text{pH} = 14$ de telle sorte que S^{2-} ne réagisse pas. On mesure $E = -0,23 \text{ V}$. Déterminer $K_s(\text{Bi}_2\text{S}_{3(s)})$.

Oral du Concours Commun *Polytechniques TSI*
Session 2007

Vous n'avez pas droit à votre calculatrice mais vous pourrez éventuellement utiliser la calculatrice prêtée par l'examineur. Votre temps de préparation est de 30 minutes. Il vous est conseillé de consacrer 20 minutes à la préparation de votre sujet de physique et 10 minutes à la préparation de votre sujet de chimie. Lorsque vous passez au tableau, c'est vous qui devez prendre spontanément la parole. N'attendez pas les questions de l'examineur.

SUJET N°36

Date : Lu9 Heure : 10h30

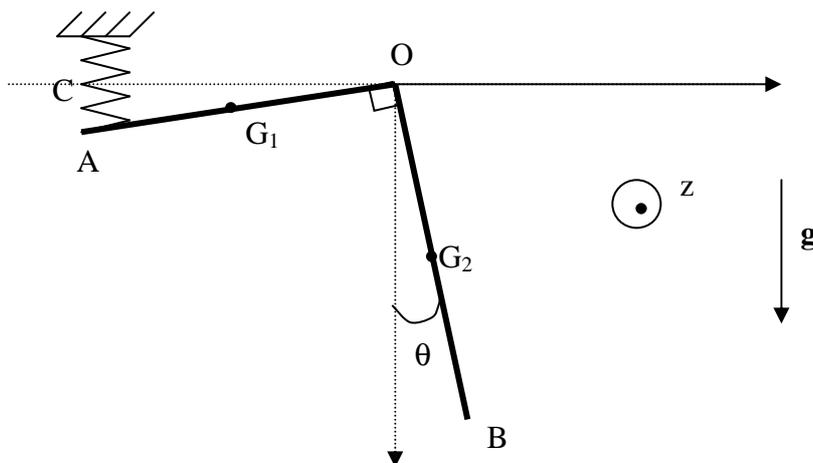
Exercice de physique (20 mn)

Un solide (S) est constitué de deux tiges homogènes rigidement liées l'une à l'autre, AO et OB, faisant entre elles un angle constant de 90° . Chaque tige a pour masse m et pour longueur $2L$. (S) peut tourner autour d'un axe horizontal (Δ) passant par O (soit Oz).

La liaison en O est une liaison pivot parfaite. Un ressort de masse négligeable, de constante de raideur k , est accroché à l'une de ses extrémités en A, l'autre extrémité C étant maintenue fixe. Lorsque l'ensemble est en équilibre dans le champ de pesanteur, AO est horizontal et OB vertical. On donne J le moment d'inertie de l'ensemble des deux tiges par rapport à l'axe (Δ) : $J = 8mL^2/3$.

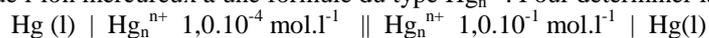
On suppose que la force exercée par le ressort sur le solide reste verticale pendant tout le mouvement.

- 1) Faire un bilan des forces appliquées au système et déterminer le moment de ces forces par rapport à O.
- 2) Déterminer l'allongement du ressort lorsque le système est à l'équilibre. Le ressort est-il comprimé ou étiré dans cette position ?
- 3) On se propose d'étudier les oscillations de petit angle θ autour de sa position d'équilibre. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par θ . Donner l'expression de la période du mouvement.



Exercice de chimie(10 mn)

On sait que l'ion mercureux a une formule du type Hg_n^{n+} . Pour déterminer la valeur de n , on a réalisé la pile suivante :



La f.e.m. initiale de cette pile est de 0,090 V.

- 1) Déterminer, en la justifiant, la polarité de la pile.
- 2) Donner l'expression de la f.e.m. de la pile et en déduire la valeur de n .
- 3) Calculer la quantité maximale d'électricité que fournirait cette pile si les deux compartiments contiennent chacun 100 ml de solution.

On rappelle que la constante de Faraday vaut $F = N_A \times e = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$ (N_A nombre d'Avogadro et e charge élémentaire).

Oral du Concours Commun *Polytechniques TSI*
Session 2007

Vous n'avez pas droit à votre calculatrice mais vous pourrez éventuellement utiliser la calculatrice prêtée par l'examineur. Votre temps de préparation est de 30 minutes. Il vous est conseillé de consacrer 20 minutes à la préparation de votre sujet de physique et 10 minutes à la préparation de votre sujet de chimie. Lorsque vous passez au tableau, c'est vous qui devez prendre spontanément la parole. N'attendez pas les questions de l'examineur.

SUJET N°53

Date : Me11

Heure : 13h30

Exercice de physique (20 mn)

Une onde électromagnétique plane et monochromatique se propage dans le vide. Elle a un champ électrique qui s'écrit dans un repère cartésien :

$$\vec{E} = E_0 (\cos (wt + kz) \vec{i} + \sin (wt + kz) \vec{j}) \text{ où } E_0, w \text{ et } k \text{ sont des constantes positives.}$$

1. Quels sont la direction et le sens de propagation de l'onde?
2. En utilisant les équations de propagation du champ électromagnétique, déterminer k en fonction de w et c , célérité de la lumière dans le vide.
3. Décrire comment évolue la direction du champ électrique de cette onde lorsqu'il se propage? Comment appelle-t-on cette polarisation ?
4. Déterminer le champ magnétique associé.
5. Déterminer le vecteur de Poynting associé. En déduire l'intensité transportée par l'onde. On rappelle que l'intensité est la puissance moyenne transportée par l'onde à travers une unité de surface perpendiculaire à la direction de propagation.
6. Cette onde arrive sur un métal parfaitement conducteur occupant tout le demi-espace $z < 0$. En utilisant les conditions de passage du champ électromagnétique qu'on rappellera, déterminer l'onde réfléchie et l'onde stationnaire résultante.

Exercice de chimie(10 mn)

On considère l'équilibre en phase gazeuse



1. Quelle est l'influence d'une augmentation de pression à température constante sur l'équilibre.
2. Sachant que la dissociation du chlorure d'hydrogène HCl est endothermique, quelle est l'influence d'une variation de température à pression constante sur l'équilibre?
3. La constante de l'équilibre précédent vaut $1,285 \cdot 10^{-5}$ à 2273 K. Calculer le coefficient de dissociation du chlorure d'hydrogène à cette température dans le cas où le système initial est composé de HCl seul (on rappelle que le coefficient de dissociation est le rapport entre le nombre de moles dissociées et le nombre de moles initiales).