Devoir n°2 de sciences physiques – 4 heures

Exercice 1: réaction parasite au cours d'une oxydation (6 points)

1) Un alcool commercial est un mélange de deux isomères : le 2-méthylbutan-1-ol noté A_1 et le 3-méthylbutan-1-ol noté A_2. Ecrire la formule semi-développée de A_1 et de A_2.
2) On isole A_2 et on l'oxyde de façon ménagée par un excès d'une solution de dichromate de potassium en milieux acide.
   a) Quelle est la fonction chimique du composé B obtenu ? Ecrire sa formule semi-développée et donner son nom.
   b) L'opération d'oxydation dure environ 1 heure. Pendant ce temps, il se produit une réaction parasite entre A_2 et le produit B formé par la réaction d'oxydation. Cela donne le composé organique C.
      - Ecrire la formule semi-développée de C et donner son nom.
      - Lorsqu'une masse $m_1 = 26.4$ g de A_2 ont réagi, $m_2 = 12$ g de C sont formés. Montrer que la masse du produit B obtenue à la fin est $m = 16{,}4$ g.
3) On fait réagir maintenant une masse $m_3 = 16$ g de A_2 et $m_4 = 32$ g d'acide éthanoïque en présence d'acide sulfurique. La masse d'ester E obtenue à l'équilibre est $m_E = 14$ g.
   a) Les conditions sont-elles stœchiométriques ? Calculer les pourcentages d'acide et d'alcool qui ont réagi.
   b) Par quel autre réactif peut-on remplacer l'acide éthanoïque pour obtenir une réaction totale d'estérification. Ecrire sa formule semi-développée et l'équation de la réaction d'estérification correspondante.
4) On procède à la déshydrogénation catalytique de A_1. On obtient le produit organique D. Ecrire la formule semi-développée de D ; donner son nom. Décrire une expérience simple d'oxydo-réduction permettant de mettre en évidence la fonction chimique de D.

Exercice 2: Amides et Polyamides (6 points)

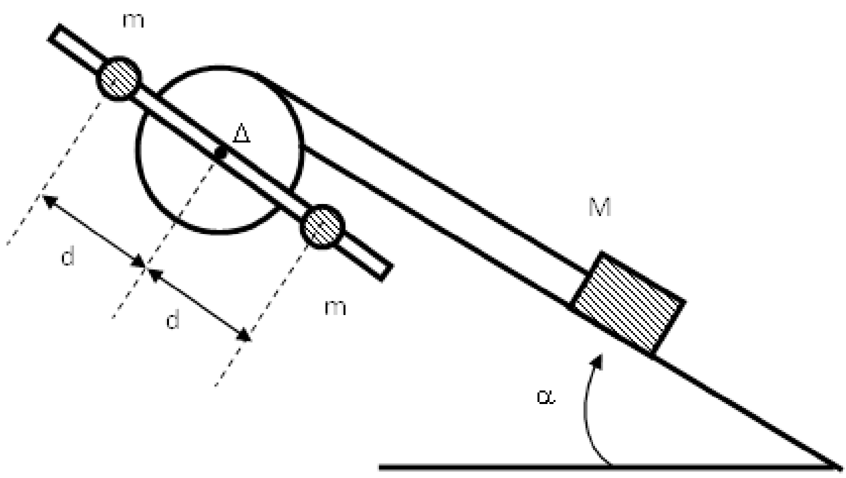
On souhaite préparer un compose organique, propanamide A, à partir du propan-1-ol B.

1) Donner la formule semi-développée des deux composes A et B.
2) Plusieurs étapes sont nécessaires afin de réaliser la synthèse de A.
   a) Tout d'abord, on réalise l'oxydation ménagée du compose B en le faisant réagir avec un excès d'une solution acidifiée de dichromate de potassium. Donner la formule semi-développée du compose C non réducteur obtenu à l'issue de cette réaction. Indiquer son nom.
   b) on fait ensuite réagir avec l'ammoniac. Un compose D, intermédiaire entre C et A, est alors obtenu. Ecrire l'équation-bilan correspondante. De quel type de réaction s'agit-il ? Donner le nom de D.
   c) Enfin, la déshydratation du compose D par chauffage conduit à la formation du compose A. Ecrire l'équation-bilan de cette équation.
   d) Déterminer le rendement de la réaction sachant que 30 g de D ne libère que 4 g d'eau. (0,25 pt)
3) Dans la pratique, il possible d'utiliser à la place du compose C, un dérivé E de ce dernier obtenu par action du pentachlorure de phosphore sur C.
   Ecrire l'équation-bilan de la réaction et nommer E.
4) Il existe des polymères appartenant à la même famille que A. Pour préparer l'un deux, on utilise les deux monomères suivants : chlorure d'hexane-1,6-dioyle F et hexane – 1,6 – diamine G.
   a) L'équation-bilan de la polymérisation qui peut être réalisée à partir de ces deux corps. Cette réaction est-elle une polyaddition ou une polycondensation ? Pourquoi ?
   b) A quelle famille de polymères appartient la macromolécule obtenue ? Justifier la réponse.
   c) Donner le nom usuel de ce polymère et citer une de ses applications.

© Wahab Diop 2013 – http://physiquechimie.sharepoint.com

Exercice 3: rotation dynamique d'un système articulé (9 points)

On considère le système déformable (S) représenté par le schéma ci-contre. Il comprend :



- Une tige (T) homogène solidaire d'une poulie (P) de rayon r = 0,2 m mobile sans frottement autour d'un axe horizontal (Δ) passant par son centre. Le moment d'inertie de l'ensemble par rapport à Δ est J_0.
- Deux masselottes A et B assimilables à des points matériels de même masse m fixées sur la tige à égale distance d de Δ.
- Un fil inextensible de masse négligeable enroulé sur la poulie. A l'autre extrémité est accroché un solide (C) de masse M = 0,2 kg pouvant glisser sans frottement le long de la ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant un angle α = 30 ° avec l'horizontale.
- On note J_Δ moment d'inertie de la tige T + poulie P + les deux masselottes.

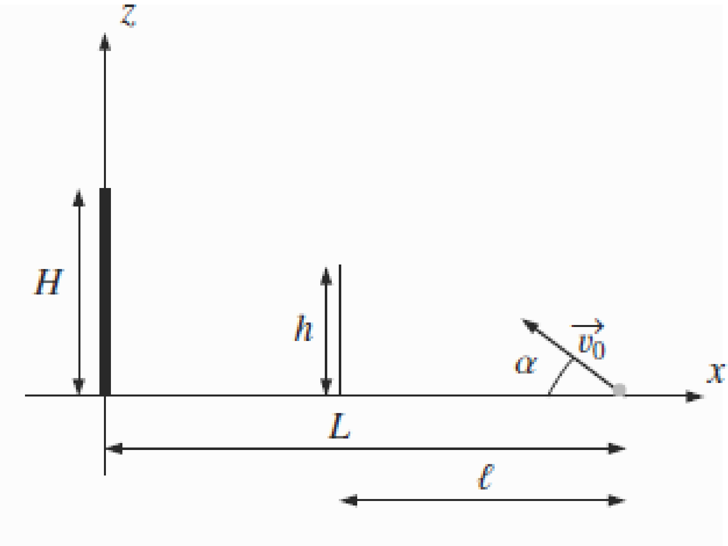
On abandonne le système sans vitesse initiale, les frottements sont supposés négligeables, et à l'aide d'un dispositif approprié on mesure la vitesse V du solide C en fonction de d après avoir parcouru une distance x = 0,5m, les résultats sont donnés dans le tableau de mesures suivant :

d(m)	0	0,1	0,2	0,3	0,4
$d^2(m^2)$					
$V(m.s^{-1})$	1,49	1,41	1,24	1,05	0,89
$a(m.s^{-2})$					
$\ddot{\theta}$ $(rad.s^{-2})$					
$J_\Delta(kg.m^2)$					

1) Représenter toutes les forces exercées sur ce système.
2) Etablir l'expression de l'accélération angulaire du système. Déduire la nature de mouvement de la poulie.
3) Compléter le tableau de mesures précédent.
4) Tracer, sur un papier millimétré, le graphe représentant la fonction $J_\Delta = f(d^2)$.
5) Déterminer graphiquement J_Δ en fonction de d^2. Justifier théoriquement l'allure de la courbe. Calculer J_0 et m.
6) On fixe les masselottes à la distance d = 0,1 m et à la date t = 5s on coupe le fil :
   a) Calculer la vitesse angulaire de la poulie à cette date
   b) Déduire le mouvement de la poulie juste après la coupure du fil.
   c) Pour arrêter la poulie, on exerce une force $\vec{F}$ constante tangentiellement à la poulie
      - Représenter cette force.
      - La poulie s'arrête après avoir effectué 5 tours, calculer l'accélération angulaire de la poulie au cours de cette phase de mouvement.
      - En appliquant la RFD de rotation, déterminer la valeur de la force $\vec{F}$.

Exercice 4: Etude d'un coup franc (10 points)

Un coup franc doit être tiré à une distance L des buts, un mur s'étant formé à une distance ℓ du point de tir. La transversale se trouve à une hauteur H et le mur mesure h de haut. On néglige dans un premier temps la résistance de l'air et on suppose que le tir s'effectue dans un plan perpendiculaire aux buts. Lorsque le joueur frappe le ballon lors du tir, cela revient à transmettre au ballon une vitesse initiale $\vec{v}_0$ faisant un angle α avec le sol. On note m la masse du ballon qu'on considère ponctuel.



1) Déterminer l'expression vectorielle de l'accélération.
2) En déduire ses équations horaires.
3) Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire.
4) Donner la condition que les paramètres du mouvement doivent vérifier pour que le ballon passe au-dessus du mur. On exprimera cette condition sous la forme d'une équation du second degré en $X = \tan\alpha$.
5) Montrer que la norme de la vitesse doit être supérieure à une valeur qu'on exprimera en fonction de l'intensité g du champ de pesanteur, de h et de ℓ pour que le ballon puisse passer au-dessus du mur.
6) Lorsque la condition précédente est vérifiée, montrer que l'angle de tir doit être compris entre deux valeurs qu'on précisera en fonction de v_0, g, ℓ et h.
7) Si on suppose que l'angle de tir α est fixé, quelle vitesse faut-il fournir au ballon pour passer au-dessus du mur ?
8) Donner la condition que les paramètres du mouvement doivent vérifier pour que le ballon rentre dans les buts. On suppose que le gardien ne touche pas le ballon.
9) Montrer que la norme de la vitesse doit être supérieure à une valeur qu'on exprimera en fonction de l'intensité g du champ de pesanteur, de h et de ℓ pour que le ballon rentre dans les buts, toujours en supposant que le gardien ne touche pas la ballon.
10) Lorsque la condition précédente est vérifiée, déterminer comment doit être choisi l'angle de tir.
11) On considère dans toute la suite que l'air exerce une force de frottement proportionnelle à la vitesse.
    a) Etablir la nouvelle équation du mouvement.
    b) Déterminer l'expression du vecteur vitesse en fonction du temps.
    c) En déduire celle du vecteur position.
    d) Donner l'équation de la trajectoire.

Exercice 5: Mouvement d'un électron dans un champ électrique uniforme (9 points)

On considère le mouvement d'un électron de masse m et de charge électrique $-e < 0$ dans un champ électrique $\vec{E}$. On négligera le poids de l'électron et on ne tiendra compte que de la force électrostatique. Afin de comprendre le principe de fonctionnement des écrans cathodiques, on envisage un modèle simplifié dans lequel le champ électrique est nul dans tout l'espace sauf entre les armatures métalliques d'un système de déviation où il prend une valeur constante $\vec{E} = -E_0\vec{j}$ avec

$E_0 > 0$. La zone entre les armatures est délimitée par les équations $0 < x < L$, $-D < y < D$ et $-d < z < d$. L'électron entre dans la zone de champ non nul à l'instant $t = 0$ en O avec une vitesse $\vec{v_0} = v_0\vec{\imath}$ où $v_0 > 0$. Cette vitesse lui a été communiquée par un dispositif électrique non représenté. L'électron sort ensuite de cette zone pour $x = L$ et finit sa course sur un écran situé en $x = L + \ell$ où son impact active un pixel. La taille de l'écran dans la direction Oy est notée Δ.

1) Etude du mouvement de l'électron entre les armatures :
   a) Etablir les équations différentielles vérifiées par les coordonnées cartésiennes x, y et z de l'électron.
   b) Montrer que le mouvement est plan et préciser l'équation de ce plan.
   c) Déterminer les équations horaires de l'électron en fonction de e, m, v_0, E_0 et t.
   d) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire entre les armatures. Quelle est la courbe associée à cette trajectoire ?
   e) Quelle condition doit vérifier D pour que l'électron puisse sortir de la zone des armatures ?
2) Analyse énergétique :
   a) Rappeler la forme générale du travail W d'une force électrique $\vec{F}$ sur un trajet menant d'un point A à un point B.
   b) Donner l'expression de l'énergie cinétique de l'électron en fonction de e, m, v_0, E_0 et x.
3) Déviation de l'électron vers l'écran :
   a) Exprimer le vecteur vitesse $\vec{v}$ dans la base cartésienne en fonction de m, e, L, v_0 et E_0 avec lequel l'électron quitte la zone entre les armatures.
   b) Quelle est la nature du mouvement de l'électron une fois sorti des armatures ?
   c) Déterminer l'angle θ que fait cette nouvelle trajectoire avec l'axe Ox. On donnera $\tan\theta$ en fonction de e, m, L, v_0 et E_0.
   d) Déterminer alors les coordonnées du point d'impact P de l'électron sur l'écran situé en $x = L + \ell$.
   e) Déterminer la dimension transversale maximale Δ dans la direction Oy. On donnera le résultat uniquement en fonction de L, et D.
   f) Proposer un dispositif permettant d'atteindre d'autres points de l'écran que ceux du plan $z = 0$.