

DEVOIR N°1 DE SCIENCES PHYSIQUES

CHIMIE 8pts

Exercice 1 :

Dosage de l'alcool contenu dans un vin

(D'après Bac La Réunion, juin 2004.)

Le degré alcoolique d'un vin est le pourcentage volumique d'alcool mesuré à une température de 20 °C. Pour déterminer le degré alcoolique d'un vin, il faut d'abord isoler l'alcool des autres composés du vin (acides, matières minérales, sucres, esters...) en réalisant une distillation. Cette méthode de séparation ne permet pas d'obtenir de l'éthanol pur, mais un mélange eau-éthanol dont les proportions sont constantes. Il est donc nécessaire d'ajouter de l'eau au vin pour être sûr de recueillir pratiquement tout l'éthanol contenu dans le vin.

La solution aqueuse d'éthanol est ensuite ajustée à **100 mL** avec de l'eau distillée, pour simplifier les calculs.

Puis l'alcool est oxydé quantitativement en acide éthanoïque (acétique) par un excès d'ions dichromates. L'oxydant excédentaire est dosé par une solution contenant les ions Fe^{2+} . Les données nécessaires sont en fin d'énoncé.

A. Extraction de l'éthanol

On prélève exactement $V = 10,0 \text{ mL}$ de vin, auxquels on ajoute environ **50 mL** d'eau. On distille ce mélange et on recueille un volume de **42 mL** de distillat (**noté S₁**).

1. Compléter la **figure (annexe exercice1)** avec le nom des éléments du montage désignés par les flèches et préciser le sens de circulation de l'eau.

B. Préparation de la solution à titrer

On complète **S₁** à **100,0 mL** avec de l'eau distillée. On obtient ainsi une solution notée **S₂**. Cette solution contient donc tout l'éthanol présent dans les **10,0 mL** de vin prélevés, **dilués 10 fois**.

2. Préciser le matériel utilisé pour obtenir **S₂**.

C. Réaction entre l'éthanol et le dichromate de potassium

Dans un erlenmeyer, on mélange :

– $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de solution **S₂** ;

– $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution de dichromate de potassium (K^+ , $Cr_2O_7^{2-}$), de concentration $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$;

– environ **10 mL** d'acide sulfurique concentré.

On bouche l'erlenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes. On obtient alors **une solution verdâtre, S₃**.

3. Écrire les demi-équations électroniques puis en déduire l'équation bilan ci-dessus.

4. Justifier la couleur de la **solution S₃**.

5. Pourquoi doit-on boucher l'erlenmeyer ?

6. En vous aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, montrer que la relation entre la quantité n_0 d'éthanol oxydé et la quantité $n(Cr_2O_7^{2-})_{\text{restant}}$ restant d'ions dichromate restant après cette oxydation est :

$$n(Cr_2O_7^{2-})_{\text{restant}} = C_1 V_1 - \frac{2}{3} n_0$$

D. Dosage de l'excès du dichromate de potassium

On dose alors l'excès d'ions $Cr_2O_7^{2-}$ par une solution d'ions Fe^{2+} , de concentration $C_2 = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

7. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les ions Fe^{2+} et les ions dichromate.
Le volume de solution d'ions Fe^{2+} nécessaire pour atteindre l'équivalence est $V_2 = 15,2 \text{ mL}$.
8. En vous aidant de l'équation-bilan de la réaction, montrer que $n(Cr_2O_7^{2-})_{restant} = \frac{C_2V_2}{6}$
9. Faire l'application numérique pour $n(Cr_2O_7^{2-})_{restant}$ et en déduire n_0 .

E. Exploitation

10. Déterminer la quantité de matière d'éthanol néthanol contenue dans 100 mL de vin.
11. En déduire le degré alcoolique du vin étudié.
12. L'étiquette de la bouteille indique que le vin étudié a un degré alcoolique $d = 12^\circ$. Le résultat est-il concordant ?

Données

- Masse volumique de l'éthanol : $\rho_{eth} = 0,78 \text{ g.mL}^{-1}$.
- Masse molaire de l'éthanol : $M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Couples oxydant-réducteur mis en jeu :
 - **acide éthanoïque/éthanol** : CH_3COOH/CH_3CH_2OH (incolore/incolore) ;
 - **ion dichromate/ion chrome** $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ (orange/vert) ;
 - **ion fer III/ion fer II** : Fe^{3+}/Fe^{2+} (rouille / verdâtre).

Exercice 2:

Une **amine saturée A** contient **31,2 %**, en masse, d'azote.

1. Ecrire sa formule brute, puis les formules semi-développées possibles pour A.
2. La réaction de l'amine A avec le **chlorure d'éthanoyle** conduit à la **N,N-diméthyléthanamide B**.
 - Ecrire la formule semi-développée de B. Comment appelle-t-on ce type de composé ?
 - En déduire la **formule semi-développée de l'amine A** et écrire **l'équation-bilan de la réaction** mise en jeu.

PHYSIQUE : 12 pts

Exercice 3 :

Soit $\vec{OM} = x \vec{i}$ le vecteur position d'un point mobile M animé d'un mouvement rectiligne d'équation horaire :

$$x(t) = -5t^2 + 30t + 10 \quad t \geq 0$$

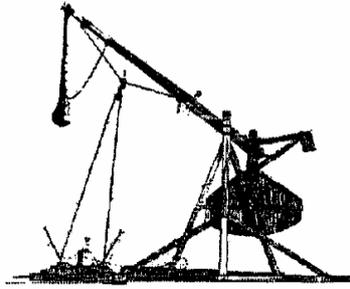
1. Déterminer les vecteurs vitesse \vec{v} et accélération \vec{a} du point mobile. Quelle est la nature du mouvement ? Préciser les valeurs de l'accélération, de la vitesse et de l'abscisse de M à l'instant initial.
2. Etudier la variation de vitesse v en fonction du temps t. A quelle date le mouvement de M change-il de sens ? Entre quels instants ce mouvement est-il accéléré ? décéléré ?
3. Représenter graphiquement la fonction x(t) (**sur annexe exercice 3**). Déterminer sur ce graphique l'instant où le vecteur \vec{v} s'annule et change de sens. Quelle est alors l'abscisse du point M ?
4. Exprimer la vitesse v en fonction de l'abscisse x. Retrouver à partir de cette relation l'abscisse correspondant au changement de sens du mouvement.

Exercice 4 :

Le trébuchet

(D'après Bac La Réunion, juin 2007.)

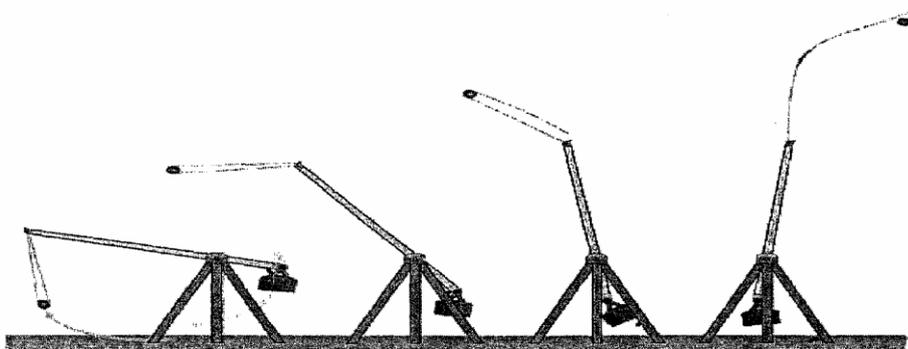
Le trébuchet est une machine de guerre utilisée au moyen âge au cours des sièges de châteaux forts. Le projectile pouvait faire des brèches dans les murailles des châteaux forts situés à **200 m** du trébuchet.



Son principe de fonctionnement est le suivant :

Un contrepoids relié à un levier est maintenu à une certaine hauteur par des cordages. Il est brusquement libéré. Au cours de sa chute il agit sur un levier au bout duquel se trouve une poche en cuir dans laquelle est placée le projectile.

Lors de la libération, le projectile se trouve à une hauteur $H = 10 \text{ m}$ et est projeté avec une vitesse V_0 faisant un angle α avec l'horizontale (voir figure)



Les mouvements du contrepoids et du projectile s'effectuent dans un champ de pesanteur uniforme.

Données :

Masse du projectile $m = 130 \text{ Kg}$.

Intensité du champ de pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Hauteur du projectile au moment du lancer $H = 10 \text{ m}$.

Masse volumique de l'air $\rho_{air} = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$.

Volume du projectile $V = 50 \text{ L}$.

Etude du mouvement après libération

Le système étudié est le projectile. Les frottements de l'air sur le projectile seront négligés dans cette étude. Le champ de pesanteur g est parallèle à l'axe Oz . La situation est représentée sur la figure de l'annexe à remettre avec la copie.

Donner les caractéristiques du poids \vec{P} et de la poussée d'Archimède \vec{P}_A ($\vec{P}_A = -\rho_{air}V \cdot \vec{g}$) qui s'exercent sur le projectile.

1. Est-il judicieux de négliger par la suite la poussée d'Archimède ?
2. En appliquant **la 2^{ème} loi de Newton** dans le cadre de la chute libre, déterminer les coordonnées a_x et a_z du vecteur accélération du centre d'inertie du projectile dans le repère indiqué.
3. Donner l'expression des coordonnées du vecteur vitesse initiale V_0 , notées V_{0x} et V_{0z} en fonction de V_0 et α .
4. On appelle composante horizontale de la vitesse la coordonnée $V_x(t)$ du vecteur V et composante verticale la coordonnée la coordonnée $V_z(t)$.

Déterminer l'expression des composantes horizontale et verticale $V_x(t)$ et $V_z(t)$ du vecteur vitesse V du système au cours du mouvement.

5. En déduire la nature du mouvement du projectile en projection sur l'axe horizontal. Justifier.

6. Déterminer l'expression des équations horaires du mouvement du projectile .
7. Montrer que l'équation de la trajectoire du projectile est la suivante :

$$z = - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha + H .$$

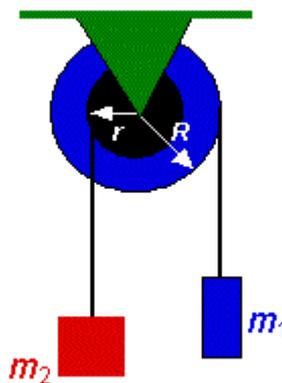
8. Quelle est la nature de la trajectoire du projectile ? Représenter qualitativement l'allure de la trajectoire sur la copie à rendre.
9. En utilisant l'expression de l'équation de la trajectoire obtenue à la question 8, indiquer les paramètres de lancement qui jouent un rôle dans le mouvement du projectile.
10. Dans le cas où le projectile est lancé avec une vitesse initiale horizontale, montrer que l'abscisse de point de chute est :

$$x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} .$$

11. Avec quelle vitesse initiale V_0 horizontale, le projectile doit-il être lancé pour atteindre la base du mur du château situé à une distance $x = 100 \text{ m}$.

Exercice 5 :

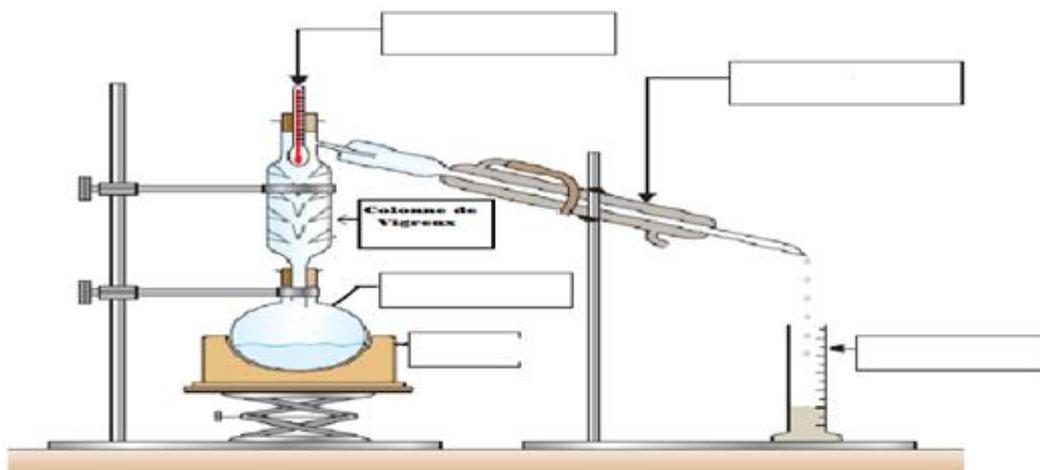
Deux blocs ($m_1 = 2 \text{ kg}$ et $m_2 = 3 \text{ kg}$) sont suspendus à une poulie composée de deux disques pleins solidaires tournant autour du même axe (le plus grand de rayon $R = 20 \text{ cm}$ l'autre de rayon $r = 10 \text{ cm}$). Le moment d'inertie total de cette poulie est de $0,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.



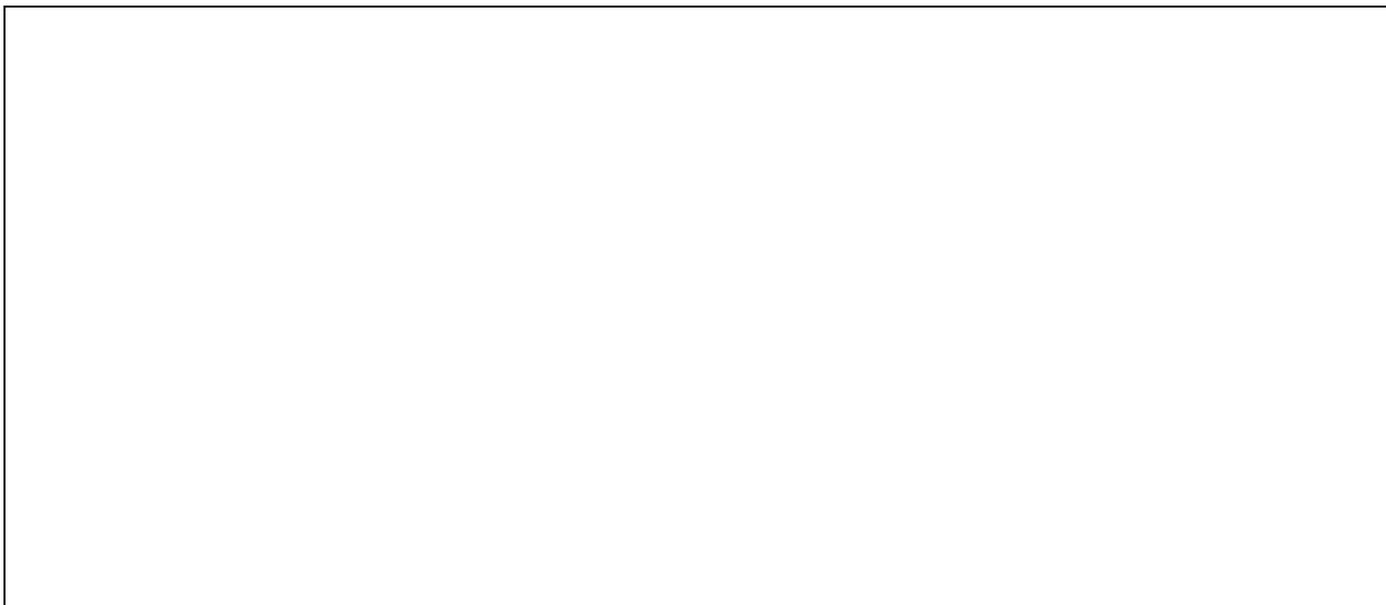
1. Quelle est l'**accélération angulaire de la poulie** ?
2. Quelle est **la tension** dans **la corde reliant la masse m_1** à la poulie ?
3. Quelle est **la tension** dans **la corde reliant la masse m_2** à la poulie ?

ANNEXE (à remettre avec la copie)

Annexe de l'exercice 1



Annexe de l'exercice 3



Annexe de l'exercice 4

