

BACCALAURÉAT
SESSION 2013

Coefficient : 5
Durée : 3 h

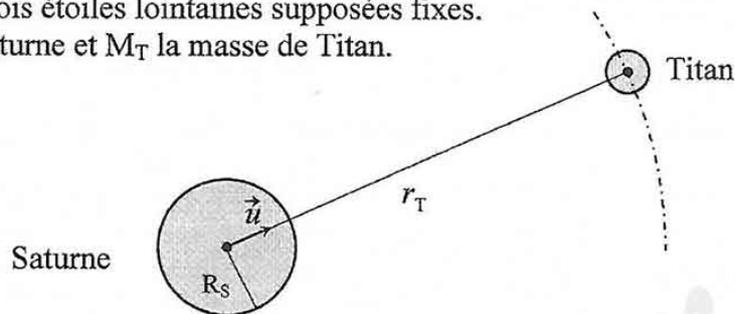
PHYSIQUE-CHIMIE

SÉRIES : C-E

*Cette épreuve comporte quatre (04) pages numérotées 1/4, 2/4, 3/4 et 4/4.
Chaque candidat recevra une (01) feuille de papier millimétré.*

EXERCICE 1 (5 points)

Le 15 octobre 1997, le véhicule spatial CASSINI emportait à son bord la sonde HUYGENS destinée à l'exploration des anneaux de Saturne. Titan, le plus gros satellite de Saturne, a été découvert en 1655. On étudie le mouvement supposé circulaire de Titan dans le référentiel centré sur Saturne et dont les trois axes sont dirigés vers trois étoiles lointaines supposées fixes. On notera M_S la masse de Saturne et M_T la masse de Titan.



- 1- Reproduire le schéma ci-dessus et y représenter qualitativement la force gravitationnelle \vec{F} qui agit sur Titan.
- 2- Donner l'expression vectorielle de cette force.
- 3- Établir l'expression du vecteur-accélération du centre d'inertie de Titan sur son orbite et le représenter qualitativement sur le schéma précédent.
- 4- Montrer que le mouvement de Titan sur son orbite est uniforme.
- 5- Établir en fonction de G , M_S et r_T :
 - 5.1. l'expression de la vitesse V_T du centre d'inertie de Titan,
 - 5.2. l'expression de la période de révolution T_T de Titan autour de Saturne.
- 6- Montrer qu'au cours de sa révolution autour de Saturne :

$$\frac{T_T^2}{r_T^3} = K = \text{constante (3}^\circ \text{ loi de Kepler)}$$
- 7- En fait Saturne possède un cortège de satellites dont au moins 60 ont été identifiés à ce jour. Parmi eux, figurent Rhéa et Dioné découverts par Jean-Dominique Cassini respectivement en 1672 et 1684.
 - 7-1. Montrer que ces deux satellites vérifient la 3^e loi de Kepler.
 - 7-2. En déduire la masse M_S de Saturne.

On donne :

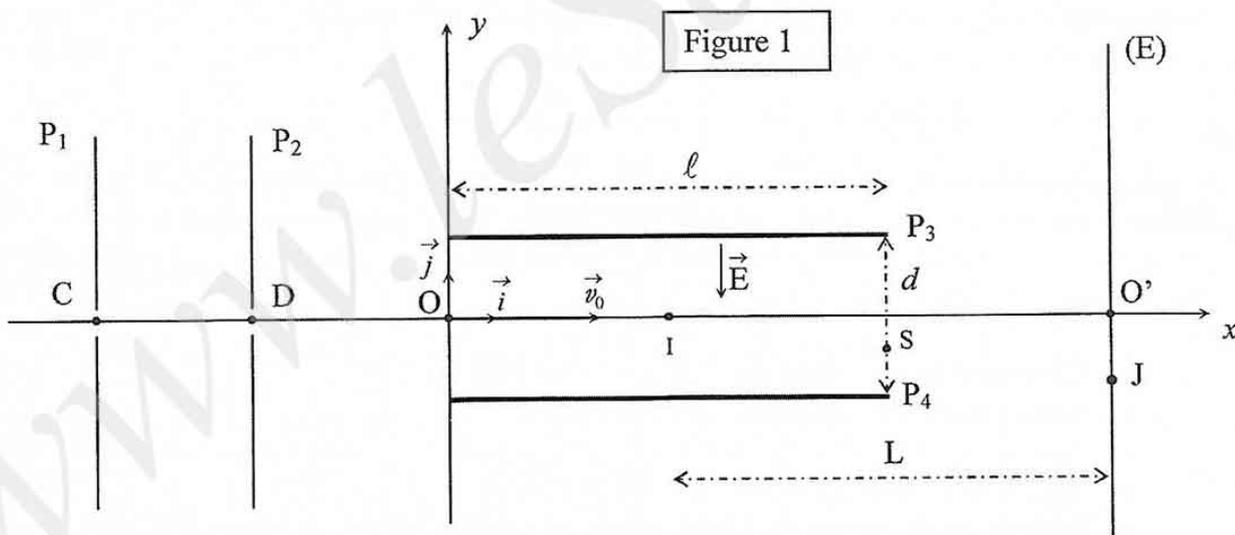
- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I}$
- Rayon de l'orbite de Rhéa $r_R = 527070 \text{ km}$
- Période de révolution de Rhéa autour de Saturne $T_R = 4,518 \text{ jours soit } 390355 \text{ s}$
- Rayon de l'orbite de Dioné $r_D = 377400 \text{ km}$
- Période de révolution de Dioné autour de Saturne $T_D = 2,737 \text{ jours soit } 236477 \text{ s}$

EXERCICE 2 (5 points)

Dans tout l'exercice, on suppose que le mouvement des protons a lieu dans le vide et on néglige leur poids par rapport aux autres forces. On considère le dispositif de la figure 1. Des protons sont émis en C avec une vitesse quasiment nulle, puis accélérés entre les points C et D des plaques P_1 et P_2 .

- 1- Préciser le signe de la tension U_{CD} pour que les protons soient accélérés. Justifier la réponse.
- 2- On posera pour la suite $|U_{CD}| = U$.
 - 2.1. Exprimer la vitesse v_b d'un proton en D en fonction de U , e , et m_p .
 - 2.2. Calculer v_b .
- 3- Après la traversée de la plaque P_2 en D, les protons pénètrent en O entre deux plaques parallèles P_3 et P_4 de longueur ℓ et distantes de d . La tension U' appliquée à ces plaques crée un champ électrostatique uniforme \vec{E} . On donne $\ell = 20$ cm et $d = 7$ cm.
 - 3-1. Montrer que l'énergie cinétique d'un proton se conserve entre D et O.
 - 3-2. Établir dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) les équations horaires du mouvement d'un proton dans la région limitée par les plaques P_3 et P_4 .
 - 3-3. Vérifier que l'équation de la trajectoire peut s'écrire : $y = -\frac{U'}{4dU} x^2$.
 - 3-4. Déterminer la condition à laquelle doit satisfaire la tension U' pour que les protons sortent du champ électrostatique \vec{E} sans heurter la plaque P_4 .
 - 3-5. Déterminer U' pour que les protons sortent du champ en passant par le point S de coordonnées $(\ell; -\frac{d}{5})$.
- 4- À la sortie du champ électrostatique par le point S, les protons sont reçus en un point J, sur un écran plat E placé perpendiculairement à l'axe Ox.
 - 4-1. Représenter qualitativement la trajectoire d'un proton entre les points O et J.
 - 4-2. Établir l'expression littérale de la déviation O'J du spot sur l'écran (E).
 - 4-3. Calculer la distance O'J.

On donne : $L = 20$ cm ; $U = 10^3$ V ; masse d'un proton : $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg ; $OI = \frac{\ell}{2}$;
charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.



EXERCICE 3 (5 points)

On veut préparer une solution tampon à partir d'une solution commerciale d'acide éthanoïque ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) et d'une solution d'éthanoate de sodium ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$).

- 1- On dispose d'une bouteille commerciale d'acide éthanoïque sur laquelle on lit les indications suivantes :
 - masse molaire : 60 g/mol
 - masse volumique : $\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$
 - pureté = 99%.
 - 1-1. Déterminer le volume V_0 de la solution commerciale qu'il faut prélever pour préparer un volume $V_a = 1\text{L}$ de solution d'acide éthanoïque de concentration $C_a = 0,1 \text{ mol/L}$.
 - 1-2. Écrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.
- 2- On dispose également d'un flacon d'éthanoate de sodium en poudre portant l'indication suivante : Masse molaire : 82 g/mol.
 - 2-1. Déterminer la masse m_b d'éthanoate de sodium qu'il faut peser pour préparer un volume $V_b = 500 \text{ mL}$ de solution d'éthanoate de sodium de concentration $C_b = 0,3 \text{ mol/L}$.
 - 2-2. Écrire l'équation de la dissolution de l'éthanoate de sodium dans l'eau.
 - 2-3. Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'ion éthanoate et l'eau.
- 3- Préparation de la solution tampon.
 - 3-1. Donner les propriétés d'une solution tampon.
 - 3-2. Donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide éthanoïque/ion éthanoate et en déduire la relation entre pH et pKa.
 - 3-3. À quelle condition $\text{pH} = \text{pKa}$?
 - 3-4. On veut préparer un volume $V = 100 \text{ mL}$ d'une solution tampon à partir des solutions d'acide éthanoïque et d'éthanoate de sodium précédentes. Déterminer les volumes d'acide éthanoïque et d'éthanoate de sodium à utiliser.
- 4- Détermination expérimentale du pKa couple acide éthanoïque/ion éthanoate.

On introduit dans un bécher $V_a = 20 \text{ mL}$ de la solution aqueuse d'acide éthanoïque. On verse progressivement dans le bécher une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,1 \text{ mol/L}$. On relève au fur et à mesure la valeur du pH et on obtient le tableau de mesures ci-dessous.

$V_b(\text{mL})$	0	2	4	6	8	12	14	16	18	19	19,4	19,8	20	20,4	21
pH	2,9	3,8	4,3	4,5	4,6	4,8	5	5,3	5,7	6	6,4	6,8	8,8	10,5	11

$V_b(\text{mL})$	22	24	26	30
pH	11,3	11,6	11,8	12

- 4-1. Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_b)$.
Échelle : 1 cm \leftrightarrow 1 unité pH
1 cm \leftrightarrow 2 mL.
- 4-2. Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E.
- 4-3. Retrouver la valeur de la concentration molaire C_a de la solution d'acide éthanoïque.
- 4-4. Déduire de la courbe la valeur du pKa du couple $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-$.

EXERCICE 4 (5 points)

Dans le laboratoire de chimie d'un lycée, un professeur découvre un flacon sans étiquette contenant un composé organique liquide. On désigne par A le composé organique contenu dans le flacon. Le professeur décide d'identifier le composé A afin de l'utiliser éventuellement avec ses élèves en travaux pratiques. Pour cela, il réalise une série d'expériences.

Expérience 1 : Le professeur réalise l'hydrolyse du composé A. Il obtient deux composés B et C qu'il sépare par une technique appropriée.

Expérience 2 : Il verse quelques gouttes d'une solution aqueuse de B sur du papier pH, celui-ci vire au rouge.

Expérience 3 : Il prélève 1,85 g du composé C qu'il fait réagir avec un excès de sodium. À la fin de la réaction, il a recueilli un volume $V = 0,28$ L de dihydrogène. Il verse quelques gouttes de la solution obtenue dans de l'eau contenant de la phénolphtaléine. L'indicateur coloré vire au rose.

Expérience 4 : Il réalise enfin l'oxydation ménagée du composé C par une solution de dichromate de potassium ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; 2K^+) acidifiée. Il obtient un composé D. Le composé D donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitro-phénylhydrazine (DNPH) et est sans action sur la liqueur de Fehling.

- 1- Déterminer la nature des composés A, B, C et D.
- 2- Le composé A contient en masse 27,58 % d'oxygène. Déterminer :
 - 2-1. La masse molaire M_A du composé A.
 - 2-2. La formule brute du composé A.
- 3-
 - 3-1. Écrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu dans l'expérience n°3 en utilisant la formule générale de C.
 - 3-2. Montrer que le composé C a pour formule brute $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.
- 4-
 - 4-1. Écrire la formule semi-développée des composés A, B, C, D et les nommer.
 - 4-2. Écrire l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse du composé A. Donner les caractéristiques de cette réaction.
 - 4-3. Le composé A peut être obtenu par l'action d'un composé E (contenant un atome de chlore) sur le composé C.
 - 4-3.1. Écrire la formule semi-développée du composé E.
 - 4-3.2. Écrire l'équation-bilan de la réaction qui a eu lieu.
 - 4-3.3. Donner le nom de cette réaction.

On donne (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) : $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{H}) = 1$.
Volume molaire : $V_m = 22,4$ $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$.