



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2013

BREVET TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CHIMISTE

PHYSIQUE

SESSION 2013

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Matériel autorisé :

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante. (circulaire n° 99-186 du 16/11/99).

Document à rendre avec la copie :

- Annexe page 6/6

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR CHIMISTE		Session 2013
PHYSIQUE	Code Sujet : 13-CHPHY-P	Page 1 sur 6

PROBLÈME N°1 : ÉTUDE D'UNE PISCINE

Dans un club de vacances, on construit une piscine rectangulaire couverte à proximité d'une retenue d'eau. Les caractéristiques de la piscine sont les suivantes :

Caractéristiques de la piscine :

- Longueur $a = 25,0$ m
- Largeur $b = 15,0$ m
- Profondeur utile (hauteur d'eau) : $h = 2,0$ m
- Température de l'eau de la piscine : $T_{eau} = 299$ K
- Température de l'air extérieur : $T_{ext} = 283$ K

Constante du problème :

- Chaleur latente massique de vaporisation de l'eau : $L_{vap} = 2800$ J.g⁻¹

PARTIE A : Mécanique des fluides

1. L'eau est puisée par quatre pompes dans le lac de retenue. La canalisation de sortie de chacune des pompes a un diamètre $d = 50$ mm. La vitesse du fluide dans cette canalisation est $v = 3,0$ m.s⁻¹.

1.1. Déterminer le débit volumique Q_v d'une pompe.

1.2. Déterminer V_{eau} , le volume d'eau contenu dans la piscine.

1.3. En déduire Δt , la durée de remplissage de la piscine, les quatre pompes étant en service. On exprimera Δt en heure.

PARTIE B : Chauffage de la piscine

Après avoir procédé au remplissage de la piscine, une pompe à chaleur permet de maintenir constante la température de l'eau.

La machine thermique fonctionne avec deux sources de chaleur (thermostats) : l'air extérieur de température T_{ext} et l'eau de la piscine de température T_{eau} .

Le fonctionnement de la pompe à chaleur est basé sur le cycle d'un fluide caloporteur. Le fluide caloporteur est initialement à l'état 1 sous forme d'un mélange liquide-vapeur.

Le cycle est constitué des transformations suivantes :

- Le fluide traverse l'évaporateur où l'air extérieur lui permet de subir une vaporisation complète de l'état 1 (p_1, V_1, T_1) à l'état 2 (p_2, V_2, T_2).
- Le compresseur comprime ensuite isentropiquement cette vapeur de l'état 2 (p_2, V_2, T_2) à l'état 3 (p_3, V_3, T_3), augmentant sa température.
- Au niveau du condenseur, la vapeur surchauffée voit sa température descendre jusqu'à T_{eau} en suivant une transformation isobare de l'état 3 (p_3, V_3, T_3) à l'état 4 (p_4, V_4, T_4).
- Le fluide, toujours comprimé, redevient ensuite liquide de l'état 4 (p_4, V_4, T_4) à l'état 5 (p_5, V_5, T_5).
- La soupape de détente réduit la pression du fluide suivant le trajet de l'état 5 (p_5, V_5, T_5) à l'état 1 (p_1, V_1, T_1). Sur cette transformation, la température du fluide s'abaisse fortement, le rendant prêt pour un nouveau cycle.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR CHIMISTE		Session 2013
PHYSIQUE	Code Sujet : 13-CHPHY-P	Page 2 sur 6

On assimile la vapeur produite à un gaz parfait et on considère que toutes les transformations sont réversibles.

1. Le schéma de la figure 1 en **annexe page 6/6 à rendre avec la copie** donne l'allure de la courbe d'équilibre liquide-vapeur du fluide considéré dans le diagramme entropique (T, S). On y a tracé l'allure du cycle que suit le fluide et repéré le point 1 correspondant au début du cycle.

1.1. Positionner les points numérotés de 2 à 5. Indiquer le sens de parcours du cycle.

1.2. Justifier l'allure des courbes, représentant les transformations de l'état 1 à l'état 2, de l'état 2 à l'état 3 et de l'état 4 à l'état 5.

2. On considère le schéma de la figure 2, donné en **annexe page 6/6 à rendre avec la copie**.

2.1. Sur le schéma, préciser quelle est la source chaude, quelle est la source froide et quel est le système.

2.2. Sur le schéma, indiquer par des flèches le(s) sens du (des) échange(s) thermique(s) et du (des) échange(s) de travail, ainsi que le signe de ces échanges. On adoptera les notations suivantes : chaleur échangée avec la source chaude : Q_C , chaleur échangée avec la source froide : Q_F , travail échangé : W .

2.3. Préciser lors de quelle transformation chacun de ces échanges a lieu.

3. On considère l'efficacité de l'installation de chauffage de la piscine.

3.1. Donner la définition de l'efficacité e d'une pompe à chaleur.

3.2. En appliquant les deux premiers principes, montrer que l'efficacité maximale a

pour expression :
$$e = \frac{1}{1 - \frac{T_{ext}}{T_{eau}}}$$

3.3. Déterminer la valeur de l'efficacité maximale pour la pompe à chaleur de la piscine.

4. En réalité l'efficacité e vaut : $e_{réelle} = 5$. On considère que la principale perte d'énergie de l'eau de la piscine est due à l'évaporation. En effet le taux d'évaporation α par heure et par mètre carré de surface d'eau vaut : $\alpha = 150 \text{ g.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$.

4.1. En déduire E_{perdue} , l'énergie perdue par l'eau de la piscine pendant une heure.

4.2. Quel est le travail reçu par la pompe à chaleur pour qu'elle puisse compenser la perte d'énergie E_{perdue} , due à l'évaporation pendant une heure ?

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR CHIMISTE		Session 2013
PHYSIQUE	Code Sujet : 13-CHPHY-P	Page 3 sur 6

PROBLÈME N°2 : SPECTROGRAPHE DE MASSE ET RADIOACTIVITÉ

Pour séparer les deux isotopes de l'iode $^{131}\text{I}^-$ et $^{\text{A}}\text{I}^-$ utilisés en médecine, on utilise un spectrographe dont le schéma est représenté **figure 3** et le fonctionnement décrit ci-après.

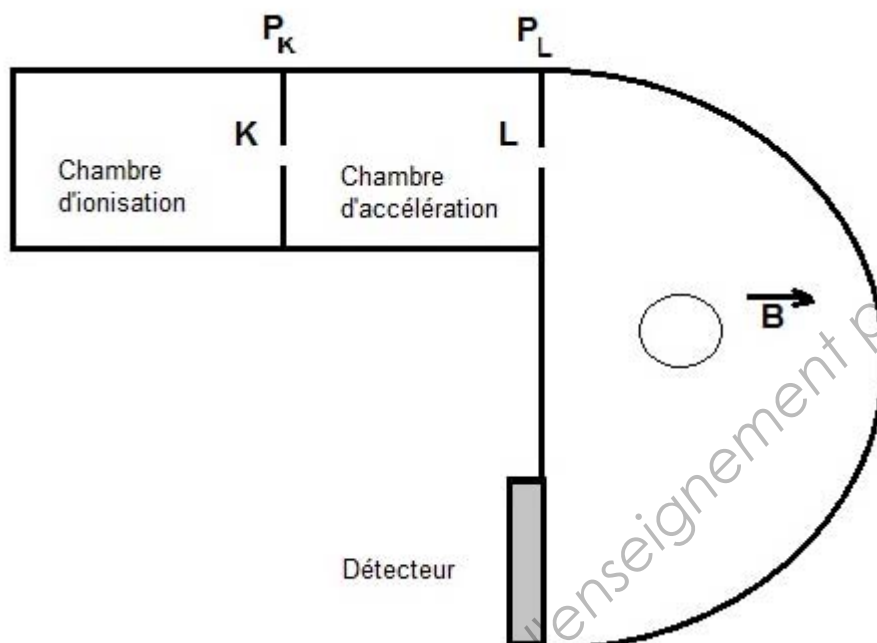


Figure 3

- La chambre d'ionisation permet d'obtenir les ions $^{131}\text{I}^-$ et $^{\text{A}}\text{I}^-$ de masses respectives $m(^{131}\text{I}^-)$ et $m(^{\text{A}}\text{I}^-)$.
- Les ions pénètrent ensuite dans la chambre d'accélération avec une vitesse initiale négligeable ; ils sont soumis dans cette chambre à une tension $U_0 = |U_{KL}| = 5,0 \text{ kV}$ existant entre les plaques P_K et P_L et passe par les fentes centrées sur K et L.
- Les ions pénètrent enfin dans une dernière région où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure, leur permettant d'atteindre le détecteur.

On négligera le poids devant toutes les autres forces.

Données :

- Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Unité de masse atomique : $u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- Extrait de la classification périodique :

$_{50}\text{Sn}$	$_{51}\text{Sb}$	$_{52}\text{Te}$	$_{53}\text{I}$	$_{54}\text{Xe}$	$_{55}\text{Cs}$
------------------	------------------	------------------	-----------------	------------------	------------------

1. Accélération des ions

1.1. Quel est le signe de la tension U_{KL} ? Justifier.

1.2. Donner l'expression littérale de la vitesse $v_L(^{131}\text{I}^-)$ de l'isotope $^{131}\text{I}^-$ en L en justifiant votre réponse. Effectuer l'application numérique.

1.3. Si $v_L(^{131}\text{I}^-)$ et $v_L(^A\text{I}^-)$ désignent les vitesses en L des deux isotopes, donner la relation entre $v_L(^{131}\text{I}^-)$, $v_L(^A\text{I}^-)$, $m(^{131}\text{I}^-)$ et $m(^A\text{I}^-)$.

1.4. Le rapport $\frac{v_L(^{131}\text{I}^-)}{v_L(^A\text{I}^-)}$ est égal à 0,97. En déduire la valeur du nombre de masse A de l'ion $^A\text{I}^-$.

2. Déviation des ions

Les ions pénètrent avec une vitesse, de valeur v , en L dans la région où règne le champ magnétique uniforme \vec{B} supposé perpendiculaire au plan de la figure. Ils sont alors déviés. On ajuste l'intensité B de ce champ magnétique pour faire arriver un des types d'ions sur le détecteur.

2.1. Reproduire le schéma du spectrographe (**figure 3**) et représenter le sens du vecteur champ magnétique. Justifier.

2.2. Démontrer que le mouvement des ions, dans cette région, est circulaire uniforme.

2.3. Montrer que le rayon R de la trajectoire d'un ion peut s'exprimer en fonction de ses caractéristiques e , v , m et de la valeur B régnant dans cette région.

2.4. En utilisant le résultat de la question 1.2, exprimer le rayon R de la trajectoire d'un ion en fonction de e , B , U_0 et m .

2.5. En déduire le rapport $\frac{R(^{131}\text{I}^-)}{R(^A\text{I}^-)}$ des rayons des trajectoires en fonction des masses $m(^{131}\text{I}^-)$ et $m(^A\text{I}^-)$. Représenter sur le schéma du spectrographe l'allure de la trajectoire des ions que le spectrographe permet de séparer. Justifier.

3. Utilisation en médecine

L'iode est utilisé en médecine comme marqueur.

Le nucléide ^{131}I est utilisé en imagerie médicale (scintigraphie) pour visualiser la thyroïde car il présente une radioactivité de type β^- . Écrire l'équation de la réaction de désintégration correspondante et préciser les lois de conservation utilisées. Identifier le noyau fils obtenu.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR CHIMISTE		Session 2013
PHYSIQUE	Code Sujet : 13-CHPHY-P	Page 5 sur 6

FIGURE 1 :

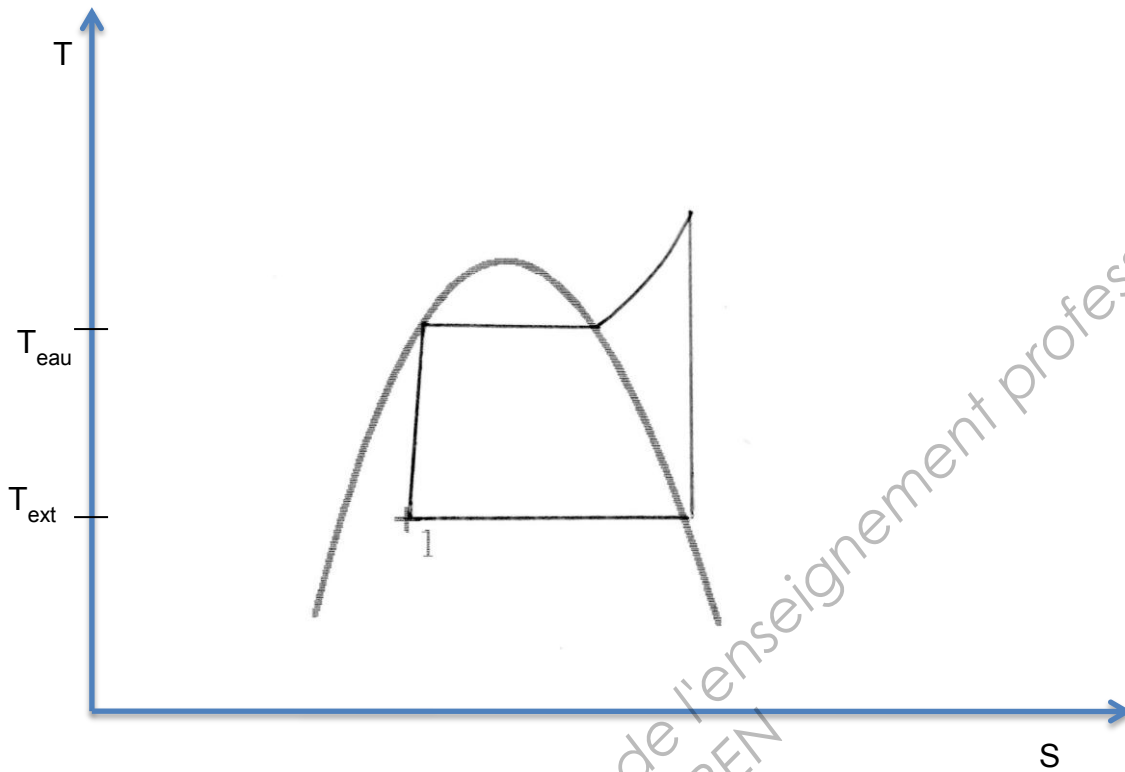


FIGURE 2 :

Source chaude :

Source froide :
.....

Système :
.....

compresseur