Ne rien inscrire dans ce cadre

CONCOURS Geipi Polytech

INP TOULOUSE ENIT

NOM :	PRENOM :

Centre d'écrit :	N° Inscription :

Ne rien inscrire ci-dessous

1	
2	
3	
4	

TOTAL

SUJET DE PHYSIQUE-CHIMIE

Mercredi 15 mai 2013

Epreuves communes ENIT et Geipi Polytech

Nous vous conseillons de répartir équitablement les 3 heures d'épreuves entre les sujets de mathématiques et de physique-chimie.

La durée conseillée de ce sujet de physique-chimie est de 1h30.

L'usage d'une calculatrice est autorisé. Les résultats numériques doivent être donnés avec le nombre de chiffres significatifs compatible avec les valeurs fournies.

Tout échange de calculatrices entre candidats, pour quelque raison que ce soit, est interdit.

Aucun document n'est autorisé.

L'usage du téléphone est interdit.

Vous ne devez traiter que 3 exercices sur les 4 proposés.

Chaque exercice est noté sur 20 points. Le sujet est donc noté sur 60 points.

Si vous traitez les 4 exercices, seules seront retenues les 3 meilleures notes.

EXERCICE I

Un parachutiste expérimenté a le projet de s'élever à une altitude de 40 *km* au moyen d'un ballon sonde gonflé à l'hélium. Arrivé à cette altitude, il envisage de sauter de la capsule du ballon pour effectuer un saut, d'abord en chute libre, avec l'ambition de battre un record de vitesse, puis en parachute afin de regagner la terre ferme en douceur.
Effectuer tous les calculs en ne conservant que trois chiffres significatifs dans les résultats.

A. Décollage

On suppose qu'au décollage le système {ballon+capsule+sauteur}, étudié dans un référentiel terrestre considéré galiléen, n'est soumis qu'à son poids et à la poussée d'Archimède.

Soit m : masse du sauteur et de son équipement
m' : masse de la capsule
m'' : masse du ballon
V : volume du ballon
ρ : masse volumique de l'air au sol
g : accélération de la pesanteur au sol

On donne : $m'+m''= 750$ *kg* ; $V = 800$ m^3 ; $\rho = 1,20$ $kg.m^{-3}$; $g = 9,81$ $m.s^{-2}$

I-1 Calculer la valeur de la poussée d'Archimède F_A, s'exerçant sur le ballon au sol. On rappelle que $F_A = \rho g V$.

I-2- Calculer le poids P_1 de l'ensemble {ballon+capsule}.

I-3- On note P_2 le poids du sauteur et de son équipement. Ecrire la relation fondamentale de la dynamique (2^e^ loi de Newton) appliquée à l'ensemble {ballon+capsule+sauteur et équipement}.

I-4- Etablir l'expression littérale de la relation que doit vérifier la masse m pour réussir le décollage, en fonction de m', m'', ρ et V. En déduire la valeur de cette masse, notée m^*, qui ne doit pas être atteinte.

B. Saut depuis la capsule

Le parachutiste se trouve maintenant à une altitude H = 40 *km*. On suppose, dans toute cette partie B, la poussée d'Archimède sur le sauteur négligeable. D'autre part, par commodité, on désigne simplement par « le sauteur », l'ensemble constitué du sauteur et de son équipement, le tout de masse $m = 100$ *kg*.

I-5- Etablir l'expression littérale de la force de gravitation F_g subie par le sauteur en fonction de m, de la constante de gravitation G, de la masse de la terre M_T, du rayon de la terre R_T, et de l'altitude H. On a alors $F_g = P$, $P = m\, g_H$ étant le poids du sauteur à l'altitude H.

I-6- Calculer g_H avec H = 40 *km* ; $G = 6,67\,.10^{-11}$ SI, $M_T = 5,97.10^{24}$ *kg*, $R_T = 6,37\,.10^6$ *m*.

I-7- Le sauteur s'élance de la capsule sans vitesse initiale. On suppose qu'il n'est soumis qu'à son poids P. On choisit un axe vertical z orienté positivement vers le bas dont l'origine est la capsule. Ecrire la relation fondamentale de la dynamique appliquée au centre de gravité du sauteur.

On suppose l'accélération de la pesanteur constante égale à g_H dans les questions I-8- et I-9-, constante égale à g dans la question I-10-.

I-8- Etablir la relation donnant la vitesse v du sauteur en fonction du temps t, soit $v = f_1(t)$, et l'appliquer en calculant la vitesse v_L atteinte après 30 *s* de chute, exprimée en $m.s^{-1}$ et en $km.h^{-1}$.

I-9- Etablir la relation donnant le déplacement z du sauteur en fonction du temps t, soit $z = f_2(t)$, et l'appliquer en calculant la distance parcourue h après 30 *s* de chute.

EXERCICE II

L'acide méthanoïque, de formule brute CH_2O_2, est le plus simple des acides carboxyliques. Naturellement sécrété par les Fourmis (d'où son nom usuel d'*acide formique*), il est industriellement synthétisé à partir du méthanol et du monoxyde de carbone.
Cet acide est couramment utilisé dans l'industrie (textiles, galvanoplastie, alimentation animale, formulation de laques, solvants, produits ménagers …). Son récent mode de synthèse par hydrogénation catalytique du dioxyde de carbone ouvre une voie intéressante pour le stockage du dihydrogène et la valorisation du CO_2. A l'inverse, sa décomposition contrôlée s'avère prometteuse pour la propulsion automobile (moteurs thermiques, ou piles à combustible).

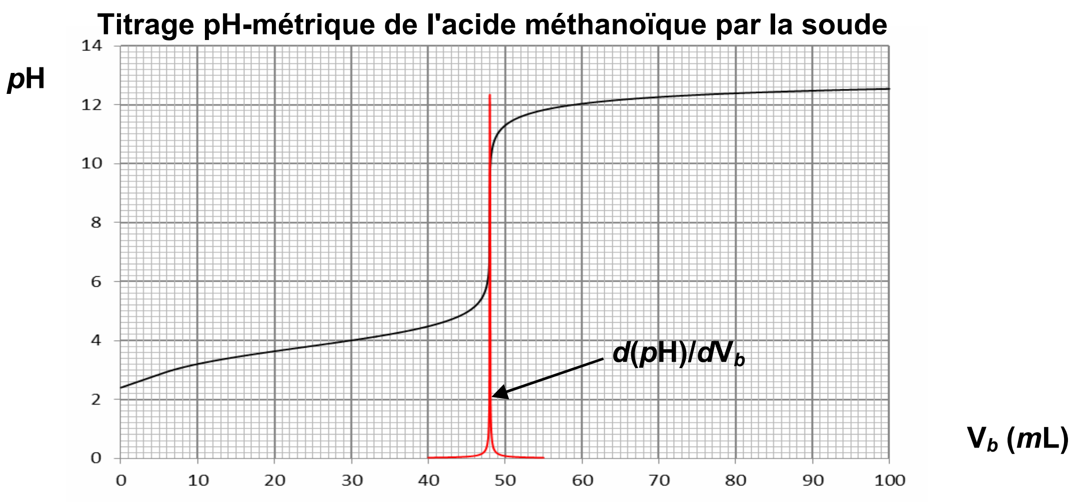
II-1- Ecrire la formule semi-développée de l'acide méthanoïque.
II-2- Ecrire la réaction globale – sans mentionner le catalyseur – de sa synthèse par hydrogénation catalytique du dioxyde de carbone.

Pour deux solutions aqueuses diluées d'acide méthanoïque, les valeurs de *p*H suivantes ont été mesurées :

Concentration initiale ($mol.L^{-1}$)	10^{-2}	10^{-3}
*p*H	2,91	3,47

II-3- Rappeler la différence de comportement, en solution aqueuse, d'un acide fort et d'un acide faible.
II-4- L'acide méthanoïque est un acide faible ; vérifier ce fait expérimental en calculant, pour les deux concentrations précédentes, le pH d'une solution d'acide fort.

On réalise le titrage pH-métrique de $\mathbf{V_a = 50\ mL}$ d'une solution d'acide méthanoïque par une solution de soude à $\mathbf{c_b = 0{,}10\ mol.L^{-1}}$. Pour ce faire, on mesure le *p*H de cette solution pour des volumes spécifiques $\mathbf{V_b}$ de soude ajoutés. La courbe de titrage *p*H = $f(V_b)$ ainsi que la courbe dérivée $d(pH)/d(V_b) = f(V_b)$ obtenues sont données ci-après :



II-5- Ecrire l'équation de la réaction du titrage.
II-6- Déterminer, à partir de la courbe de titrage, le volume de soude versé au point d'équivalence $\mathbf{V_{b\,éq}}$ (préciser la méthode expérimentale utilisée pour ce faire).
II-7- Calculer la concentration molaire $\mathbf{c_a}$ de la solution d'acide méthanoïque titrée.
II-8- Au point de demi-équivalence, calculer les quantités d'acide méthanoïque $\mathbf{n_{½éq}}$ et de sa base conjuguée $\mathbf{n'_{½éq}}$ présentes dans le récipient du titrage. Comment nomme-t-on la solution présente dans ce récipient, en ce point du titrage ?
II-9- Donner l'expression littérale du *p*H de la solution présente dans le récipient du titrage au point de demi-équivalence, en fonction des quantités molaires trouvées en II-8-. Simplifier cette expression. En déduire, à partir de la courbe de titrage, la valeur du pK_a de l'acide méthanoïque.

EXERCICE III

On considère une bouilloire électrique contenant V_{eau} = 800 *m*L d'eau.
On étudie le système {eau}.
La température initiale T_i du système est de 20°C. On met ensuite la bouilloire en fonctionnement jusqu'à atteindre une température finale T_f = 70°C.

III-1- Exprimer la variation d'énergie interne de l'eau lors de cette transformation de façon littérale, en fonction des données de l'énoncé. Faire l'application numérique.
Données : Capacité calorifique massique de l'eau : $c_{eau} = 4{,}18.10^3\ J.kg^{-1}.°C^{-1}$
Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1{,}0\ kg.L^{-1}$

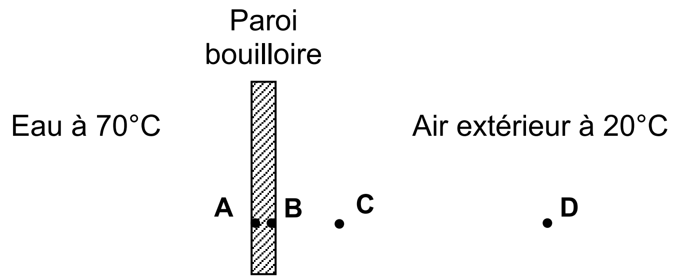
La bouilloire remplie d'eau chaude à la température T_f est placée dans une pièce où la température notée T_{ext} vaut 20°C.
Sachant que l'expression générale du flux thermique φ à travers une paroi de résistance thermique R_{th} où la température de part et d'autre vaut T_1 et T_2 est : $\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$; on rappelle aussi que le flux thermique correspond à l'énergie thermique échangée Q pendant l'intervalle de temps Δt.
Donnée : R_{th}(bouilloire) = 0,17 $K.W^{-1}$

III-2- Calculer le flux thermique qui traverse la paroi de la bouilloire.

III-3- Compléter le schéma du document réponse en représentant le sens du transfert thermique correspondant à ce flux φ.

III-4- En considérant la température de l'eau constante, en déduire l'énergie thermique Q transférée à travers les parois pendant 2 minutes.

III-5- Quel est le mode de transfert thermique majoritaire :
- entre A et B ?
- entre C et D ?



On cherche à diviser le flux thermique par cinq. Pour cela, on accole à la paroi de la bouilloire de surface 0,12 m^2 une couche d'isolant mince de même surface. On considère alors que la bouilloire et l'isolant mince constituent un assemblage de parois planes.
On admet aussi que la résistance thermique R_{th} d'un matériau d'épaisseur *e*, de conductivité thermique λ et de surface *S* peut être donnée par la relation suivante : $R_{th} = \frac{e}{\lambda . S}$.

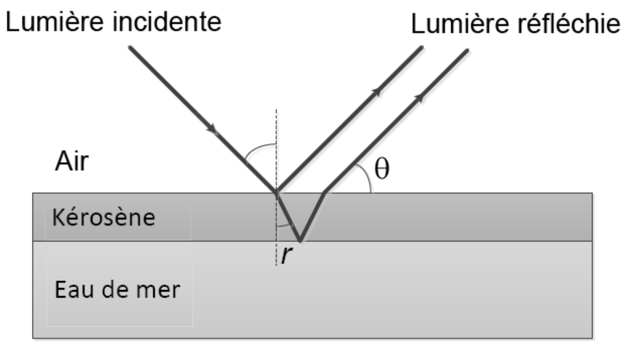
Donnée : conductivité thermique de l'isolant : $\lambda_{isolant} = 0{,}04\ W.m^{-1}.K^{-1}$.

EXERCICE IV

Un pétrolier indélicat a laissé échapper dans l'océan, une grande quantité de kérosène (indice de réfraction n) qui forme une nappe très étendue de faible épaisseur $e = 0{,}44\ \mu m$ à la surface de l'eau. Lorsque cette nappe est vue depuis un avion, on observe des irisations dont les couleurs changent suivant l'angle θ d'observation.

On peut modéliser la situation suivant le schéma ci-contre.

Les deux rayons réfléchis, l'un sur l'interface air - kérosène, l'autre sur l'interface kérosène - eau se superposent et interfèrent sur la rétine de l'observateur.



IV-1- Pour qu'il y ait interférence, il faut que les ondes qui se superposent soient cohérentes. Donner la définition des ondes cohérentes.
Justifier que, dans la situation décrite, les ondes sont bien cohérentes.

Pour un angle d'observation θ donné, l'angle de réfraction dans le kérosène est r, tel que
***n* sin *r* = cos** θ suivant la 3ème loi de Descartes.
La différence de marche δ entre les 2 rayons réfléchis est donnée par : $\delta = 2\, n\, e \cos r + (\lambda/2)$ où λ est la longueur d'onde de la lumière.
Pour le spectre visible, le kérosène est un matériau peu dispersif, son indice de réfraction peut être considéré comme indépendant de la longueur d'onde. On prendra $n = 1{,}448$.

IV-2- Des interférences constructives apparaissent lorsque $\delta = k\, \lambda$, avec k entier.
Définir une interférence constructive.

IV-3- Que sont des interférences destructives ?
Quelle condition doit vérifier la différence de marche δ pour que les interférences soient destructives ?

La couleur observée de la nappe de kérosène correspond aux longueurs d'onde du spectre visible pour laquelle les interférences sont constructives.

IV-4- La nappe de kérosène est observée verticalement, l'angle θ est proche de 90° et l'angle de réfraction r est suffisamment petit pour que la différence de marche δ soit calculée par :

$$\delta = 2\, n\, e + (\lambda/2).$$

Donner l'expression des longueurs d'onde λ, en fonction de n, e et k, correspondant à des interférences constructives.
Calculer λ pour k = 1, 2, 3 et 4. De quelle couleur apparaît la nappe ?

IV-5- L'avion s'est éloigné de la nappe et l'angle d'observation θ est maintenant de 45°.
Quelle est la valeur de l'angle de réfraction r ?
Les longueurs d'onde du spectre visible pour lesquelles il y a interférences constructives sont : 741 *nm* et 445 *nm*. De quelle couleur apparaît la nappe ?

IV-6- Même lorsque l'observation se fait verticalement, la couleur de la nappe à la surface de l'océan, n'apparaît pas uniforme. Quelle(s) explication(s) peut-on avancer pour ces irisations ?