Université Saint-Joseph
Faculté D'Ingénierie

Lundi 04 Juillet 2016

Epreuve de Mathématiques I Concours d'Entrée en Classe de Mathématiques Supérieures à L'ESIB et en Première Année - INCI

Durée: 1H30 - Documents et calculatrices interdits - Enoncé: 2 pages

Problème: **Les deux parties de ce problème sont indépendantes.**

Partie I:(*Etude d'une fonction*)
On considère la fonction, f, définie, pour tout nombre réel x, par:
$f(x) = x^2 e^{-x}$. On note f' la fonction dérivée de f.

1. (a) Déterminer les limites de f en $-\infty$ et en $+\infty$.
   (b) Calculer en tout point x le nombre dérivée $f'(x)$ et dresser le tableau de variation de f.
   (c) Déduire le signe de f sur $\mathbb{R}$.
   (d) Tracer le graphe de f dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

2. Pour tout nombre réel a on définit, $I(a)$, par: $I(a) = \displaystyle\int_0^a f(x)dx$.
   (a) Donner une interprétation géométrique de $I(a)$. Indiquer, suivant la valeur de a, le signe de $I(a)$.
   (b) On considère la fonction h définie, pour tout nombre réel x, par: $h(x) = -2e^{-x}(1 + x + \frac{x^2}{2})$. Calculer, pour tout réel x, le nombre dérivée $h'(x)$.
   (c) Calculer $I(a)$ puis sa limite quand a tend vers $+\infty$.
   (d) En déduire que pour tout nombre réel a:

$$\frac{1}{2}e^a I(a) = e^a - (1 + a + \frac{a^2}{2}).$$

3. Soient u et v les deux fonctions définies, pour tout nombre réel x, par: $u(x) = e^x$ et $v(x) = 1 + x + \dfrac{x^2}{2}$. On note $\mathcal{C}$ la courbe représentative de u et $\mathcal{P}$ celle de v.
   (a) Montrer que les courbes $\mathcal{C}$ et $\mathcal{P}$ ont la même tangente au point d'abscisse 0.
   (b) Déduire, des questions précédentes, la position relative des courbes $\mathcal{C}$ et $\mathcal{P}$.

Partie II: (**Suite Numérique**)
Dans cette partie on définit pour, tout entier naturel n, le nombre réel $a_n = \displaystyle\int_0^1 x^n e^{-x} dx$ (**on ne cherche pas à calculer** a_n).

1. Etudier le signe de $e^{-x}(x^n - x^{n+1})$ sur l'intervalle $[0, 1]$. En déduire le signe de $a_n - a_{n+1}$.
2. Etudier le signe de $e^{-x}x^n - x^n$ sur l'inetervalle $[0, 1]$.
3. Etudier la convergence de la suite $(a_n)_{n\in\mathbb{N}}$. Dans le cas où la suite est convergente, calculer la limite de cette suite.

Enigme: (*Qui gagne?*)
Albert, Baptiste, Charles, David et Thomas jouent au poker. A la fin de la partie, un joueur est ou gagnant ou perdant.

- Albert et Charles sont soit tous les deux gagnants, soit tous les deux perdants.
- Si Baptiste est perdant, alors Thomas est gagnant.
- Si David est gagnant, alors Albert est perdant.
- Parmi David et Charles, un seul est gagnant.
- Si Thomas est gagnant, Albert est perdant et réciproquement.
- Baptiste et David sont tous les deux en même temps gagnants ou perdants.

Qui sont les gagnants ?

UNIVERSITE SAINT-JOSEPH 5 juillet 2016

FACULTE D'INGENIERIE – ESIB

Concours d'entrée en
Mathématiques Supérieures - ESIB et première année de Licence -INCI

Epreuve de mathématiques- II

Durée1h30 – Documents et calculatrices interdits– Enoncé : 2 pages

INDICATIONS.

1-La composition contient 4 exercices numérotés de 1 à 4.
Dans chaque exercice, il y a 5 propositions A, B, C, D et E, chacune est vraie ou fausse.
2- Sur la feuille des questions, dans les rectangles, mettre un V, avant la proposition vraie, un F avant la proposition fausse. Rendre la feuille des questions avec la feuille blanche de l'examen.
3- Justifier vos réponses, sur la feuille blanche de l'examen, par une démonstration. Une réponse non justifiée est pénalisée.
4- Les réponses seront notées d'après le barème suivant :
(+1) par bonne réponse, (- 0,5) par mauvaise réponse. L'absence de réponse est notée (0).

Exercice I.

$r(\cos\theta + i\ sin\theta)$ est l'écriture sous forme trigonométrique du nombre complexe $z = x + iy$, non nul, ou $r > 0$ est le module de z et θ l'argument. Alors :

☐ A) $cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right) + i\ sin\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right)$ est la forme trigonométrique de $(\sin\alpha - i\ cos\ \alpha)$.

☐ B) $2(\cos 2\alpha + i\sin 2\alpha)$ est la forme trigonométrique de $\frac{1+i\ tan\ \alpha}{1-i\ tan\alpha}$ (si $\tan\alpha\ existe$) .

☐ C) $2\left|\cos\frac{\alpha}{2}\right|(\cos(\pi + \frac{\alpha}{2}) + i\sin(\pi + \frac{\alpha}{2}))\ est$ La forme trigonométrique de $1 + cos\alpha + i\ sin\ \alpha$ (si $\pi < \alpha < 2\pi$).

☐ D) $\frac{1}{\cos\alpha}(\cos\alpha + i\ sin\alpha)\ est$ La forme trigonométrique de $1 + i\ tan\ \alpha$, si $0 < \alpha < \pi/2$.

☐ E) $2^{10}\left(cos\frac{\pi}{3} + i\ sin\frac{\pi}{3}\right)$ est la forme trigonométrique de $\left(1 + i\sqrt{3}\right)^{10}$.

Exercice II.

Le plan complexe P est muni du repère orthonormé direct $(0, \vec{u}, \vec{v})$. A tout point *M* d'affixe $z = x + iy \neq 1$, on associe le point $\varphi(M) = M'$ d'affixe $z' = x' + iy' = \frac{1+z}{1-z}$
A et A' les points d'affixe respectives 1 et -1.

☐ A) L'ensemble des points M tels que z' soit réel est l'axe des réels .

☐ B) **L'ensemble des points M tels que z' soit** imaginaire pur est le cercle de centre 0 et de rayon 2

☐ C) L'ensemble des points M tels que $|z'| = 1$ est l'axe des imaginaires.

☐ D) Le cercle (C) de centre 0 et de rayon $\mathbf{1}$, est invariant par $\boldsymbol{\varphi}$.

☐ E) L'ensemble des points M tels que $|z'| = k, ou\ k > 0$, et $k \neq 1$ est le cercle (C) de centre le point C de coordonnées$\left(0, \frac{1+k^2}{1-k^2}\right)$ et de rayon $\frac{2k}{|1-k^2|}$.

Exercice III.

L'espace est muni d'un repère orthonormé $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k})$ et a, b, c, trois réels non nuls. On considère les trois points A (a, 0, 0), B (0, b, 0) et C (0, 0, c).

☐ A) Il existe des valeurs de a, b, c pour lesquelles le triangle ABC est rectangle.

☐ B) Le centre de gravité du triangle ABC a pour coordonnées (a, b, c).

☐ C) Un vecteur $\vec{u}(\alpha, \beta, \gamma)$est orthogonal a la droite *(AB)* si, et seulement si, $\alpha a + \beta b = 0$.

☐ D) Un vecteur $\vec{u}(\alpha, \beta, \gamma)$ est orthogonal au plan (*P)* du triangle ABC si, et seulement si, $\alpha a = \beta b = \gamma c$.

☐ E) Une équation cartésienne du plan (*P)* est : $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1$.

Exercice IV.

On désigne par exp la fonction exponentielle. $(x \to e^x)$.
Soit X une variable aléatoire telle que X $(\Omega) = \{1, 2, \dots, n\}$, $n \in \mathbb{N}^*$, et *P* la fonction de X(Ω) dans $[0, +\infty[$définie par la relation : $\forall\, k \in X(\Omega)$, $P(X = k) = ln(a^k)$ ou a est un réel.

☐ A) Si *P* est une loi de probabilité de X alors $0 < a \leq 1$.

☐ B) Si *P* est une loi de probabilite de X alors: $\sum_{k=1}^{n} \ln(a^k) = 1$

☐ C) $\forall n \in \mathbb{N}^*, \ln a + lna^2 + lna^3 + \cdots, \ln a^n = \frac{n(n+1)}{2} \ln a$

☐ D) Si *P* est une loi de probabilite de X alors $a = exp\left(\frac{2}{n(n+1)}\right)$.

☐ E) Si *P* est une loi de probabilite de X, alors $P(X \geq 2) = \frac{(n-1)(n+2)}{n(n+1)}$.

Mardi 5 Juillet 2016

Concours d'entrée USJ
Classe de Mathématiques Supérieures (ESIB)
Première Année de Licence en Télécommunication (INCI)

Epreuve de Physique
Durée 2h00 – Documents interdits

Le candidat traitera obligatoirement l'exercice 1,
puis choisira de traiter soit l'exercice 2 soit l'exercice 3.
Au final, le candidat traitera donc deux exercices uniquement.

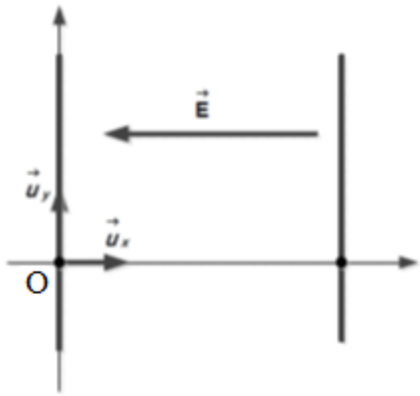
Ces trois exercices sont indépendants les uns des autres.
L'usage d'une calculatrice *non programmable* est autorisé. Le sujet comprend un total de 6 pages.

Exercice 1 (À traiter obligatoirement par tous)

Le microscope électronique à balayage (MEB ou SEM en anglais pour *scanning electron microscopy*) est un microscope qui permet de visualiser des objets en relief.
Le MEB utilise un fin faisceau d'électrons, émis par un canon à électrons. Ces derniers sont accélérés grâce à un champ électrique produit par une différence de potentiel entre la source et une anode, puis focalisés sur l'échantillon par des lentilles magnétiques ou électrostatiques.
L'interaction entre les électrons et l'échantillon provoque la formation d'électrons secondaires de plus faible énergie. Ils sont amplifiés puis détectés et convertis en un signal électrique. Ce processus est réalisé en chaque point de l'échantillon par un balayage du microscope. L'ensemble des signaux permet de reconstruire la typographie de l'échantillon et de fournir une image en relief.
Grâce au MEB il est possible de voir la surface d'objets, de bactéries, de matériaux… La grande profondeur de champ est un atout de ce microscope. La résolution (1 nanomètre) est en revanche moins bonne que celle du microscope électronique en transmission (0,1 nanomètre).

Le microscope électronique à balayage fournit des images en relief des objets observés (ici, une tête de fourmi)

On se propose d'étudier ici le canon à électrons qui accélère les électrons d'une plaque A vers une plaque B. Le champ électrique $\vec{E}$ est uniforme et horizontal entre les plaques A et B verticales. Sa norme vaut :$E = 300\ 000\ V.m^{-1}$.



On étudie le mouvement d'un électron de masse m et de charge $-e$ entre ces deux plaques. Au temps $t = 0$, l'électron se trouve en O, origine du repère cartésien. La vitesse de l'électron en O est nulle. L'électron atteint la plaque B en un point M. La distance entre les plaques vaut $OM = L = 10\ cm$. On rappelle qu'une charge q placée dans un champ électrique $\vec{E}$ subit une force électrostatique $\vec{F} = q\vec{E}$. On précise qu'on ne fera pas de corrections relativistes dans tout l'exercice.

Données :

- Charge élémentaire : $e = 1{,}6.10^{-19}\ C$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$.
- masse de l'électron : $m = 9{,}11.10^{-31}\ kg$.

Calcul de la vitesse de l'électron par la deuxième loi de Newton

1- Donner l'expression vectorielle de la force électrostatique subie par l'électron en fonction de E et e. Calculer la norme de cette force.

2- Donner l'expression vectorielle du poids de l'électron. Calculer la norme de cette force.

Dans la suite de l'exercice, on décide de négliger le poids de l'électron par rapport à la force électrostatique.

3- Appliquer la deuxième loi de Newton à l'électron et donner les composantes de l'accélération suivant x et y.
En déduire l'expression des composantes de la vitesse de l'électron en fonction du temps puis les expressions des composantes du vecteur position de l'électron en fonction du temps.

4- En déduire l'expression du temps t_1 au bout duquel l'électron parviendra à la plaque B. Faire le calcul.

5- Calculer la vitesse v_M atteinte par l'électron au point M.

Calcul de la vitesse de l'électron par une méthode énergétique

6- Donner l'expression du travail W que fournit la force électrostatique lors du déplacement de l'électron de 0 vers M, en fonction de E.

7- En définissant la variation d'énergie potentielle électrostatique ΔE_p entre O et M par $\Delta E_p = -W$ et l'énergie potentielle associée à une charge q par $E_p = qV$, déterminer l'expression de la différence de potentiel $V_B - V_A$ appliquée entre les plaques du canon à électron. Faire l'application numérique.

On fixe le potentiel V_A à zéro volt.

8- Donner l'expression de l'énergie mécanique de l'électron en O et calculer sa valeur.

9- Que vaut $E_m(M)$? Justifier.
10- Donner l'expression de l'énergie mécanique $E_m(M)$ de l'électron en M en fonction de v_M.
11- En déduire l'expression de la norme de la vitesse v_M de l'électron en M en fonction du potentiel V_B. Faire l'application numérique et conclure.

Exercice 2 (On traitera au choix l'un des exercices 2 ou 3)

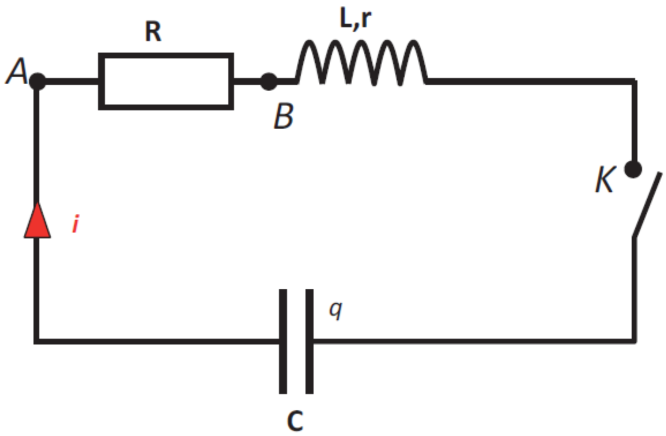
*C'est un exercice avec des questions à choix unique. C'est-à-dire, pour chaque question il y a 4 propositions de réponses, **une seule est juste**. Vous devez répondre sur votre copie en mentionnant le numéro de la question et votre réponse. Exemple :*

Exercice 2

1- C.

*Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard**, chaque bonne réponse est gratifiée d'un point, tandis que la mauvaise réponse est pénalisée par le retrait d'un quart de point**.*

On étudie la décharge d'un condensateur à travers une bobine et une résistance.
La bobine a une inductance L et une résistance r. On a de plus une résistance R et on note C la capacité du condensateur.



Le condensateur a été préalablement chargé et à l'instant t = 0 on ferme l'interrupteur K.

1- On a la relation :
A) $u_{AB} + u_{BK} - u_{AK} = 0$
B) $u_{BA} + u_{BK} + u_{AK} = 0$
C) $u_{AB} + u_{KB} + u_{AK} = 0$
D) $u_{BA} + u_{KB} - u_{KA} = 0$

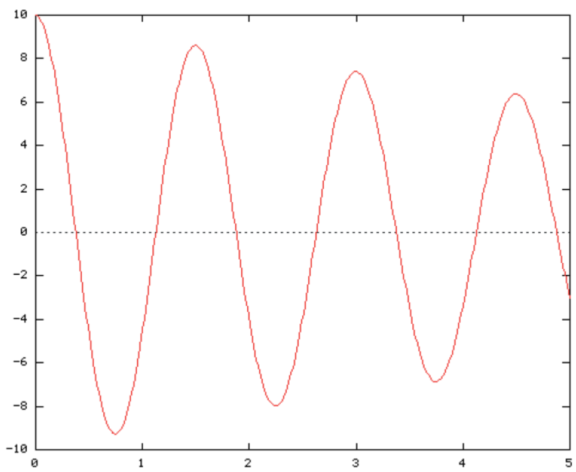
2- q désigne la charge de l'armature du condensateur reliée à K. On a la relation :
A) $i(t) = -\frac{dq}{dt}$
B) $i(t) = C\frac{dq}{dt}$
C) $i(t) = \frac{dq}{dt}$
D) $i(t) = -C\frac{dq}{dt}$

3- On a la relation :
A) $u_{AB} = Ri$
B) $u_{BA} = Ri$
C) $u_{AB} = (R + r)i$
D) $u_{AB} = -(R + r)i$

4- On a la relation :
A) $u_{BK} = ri$
B) $u_{BK} = ri + L\frac{di}{dt}$
C) $u_{BK} = L\frac{di}{dt}$
D) $u_{BK} = -ri - L\frac{di}{dt}$

5- On a l'équation différentielle :
A) $L\frac{d^2q}{dt^2} + (R + r).\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$
B) $L\frac{d^2q}{dt^2} - (R + r).\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$
C) $L\frac{d^2q}{dt^2} + (R + r).\frac{dq}{dt} + Cq = 0$
D) $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{R+r}.\frac{dq}{dt} + \frac{q}{LC} = 0$

6- R et r sont strictement positifs dans cette question.
On obtient le graphe suivant pour la tension aux bornes du condensateur.



En abscisses, le temps est mesuré en secondes. Il s'agit d'un régime pseudo-périodique.
La pseudo-période vaut :
A) 0,75 s
B) 1,5 s
C) 4,5 s
D) 5 s

7- On suppose pour cette question R = r = 0. On peut affirmer que :
A) Le régime est pseudo-périodique d'oscillations amorties avec une pseudo-période propre de $T = 2\pi\sqrt{LC}$
B) La tension aux bornes du condensateur s'écrit $u_{KA} = U_m\cos\left(\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}t + \varphi_0\right)$
C) La tension aux bornes du condensateur s'écrit $u_{KA} = U_m\cos\left(\sqrt{LC}t + \varphi_0\right)$
D) Aucune des 3 réponses précédentes

Exercice 3 (On traitera au choix l'un des exercices 2 ou 3)

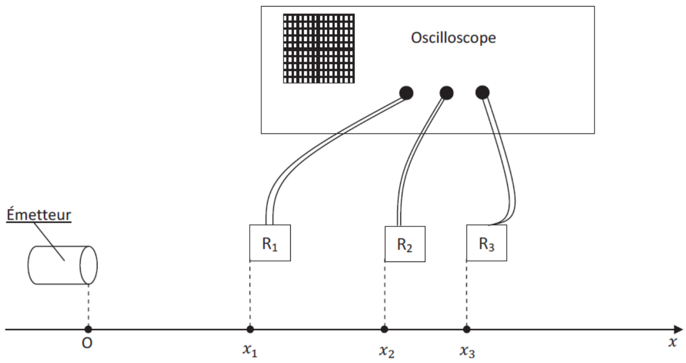
*C'est un exercice avec des questions à choix unique. C'est-à-dire, pour chaque question il y a 4 propositions de réponses, **une seule est juste**. Vous devez répondre sur votre copie en mentionnant le numéro de la question et votre réponse. Exemple :*

Exercice 3

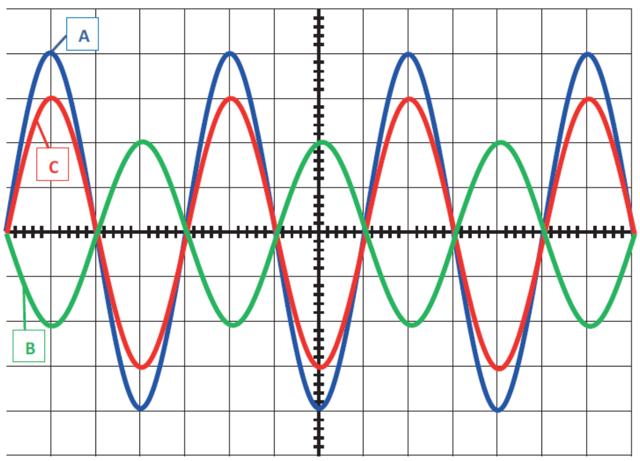
1- C.

*Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, **chaque bonne réponse est gratifiée d'un point, tandis que la mauvaise réponse est pénalisée par le retrait d'un quart de point**.*

Un dispositif émet une onde ultrasonore qui se propage dans l'air jusqu'à trois récepteurs R_1, R_2 et R_3. Les récepteurs sont reliés à un oscilloscope, ce qui permet de visualiser les signaux reçus (voir schéma suivant).



On repère les positions des 3 récepteurs par rapport à l'émetteur à l'aide des abscisses x_1, x_2, x_3 des projections des 3 récepteurs sur un axe (Ox) ; l'émetteur se projette à l'origine O de l'axe. Comme sur le schéma, x_1, x_2, x_3 sont tous les trois positifs et on a $x_1 < x_2 < x_3$. On obtient sur l'oscilloscope les trois courbes suivantes. On a la même sensibilité sur toutes les voies de l'oscilloscope : le balayage vertical est de 1 mV par division et le balayage horizontal de 12,5 µs par division.



1- On peut affirmer que :
   A) les courbes A et B sont en phase
   B) les courbes A et C sont en opposition de phase
   C) les courbes A, B et C n'ont pas la même période
   D) les courbes B et C sont en opposition de phase

2- On peut affirmer que :
   A) la courbe A correspond au récepteur R_3
   B) la courbe B correspond au récepteur R_3
   C) la courbe C correspond au récepteur R_3
   D) on ne peut déterminer quelle courbe correspond à quel récepteur.

3- La période des ondes émises est de :
   A) 5.10^{-3} s
   B) 5.10^{-5} s
   C) $2{,}5.10^{-3}$ s
   D) $2{,}5.10^{-5}$ s

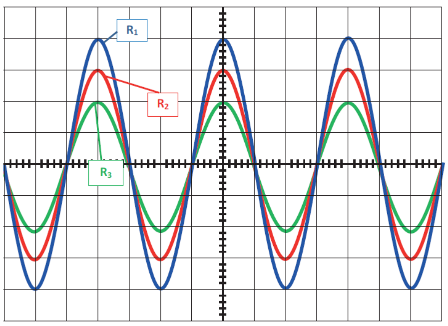
4- La fréquence des ondes émises est de :
   A) 20 kHz
   B) 20 Hz
   C) 40 kHz
   D) 40 Hz

On souhaite calculer la vitesse de propagation des ondes dans l'air. Pour cela, on déplace le récepteur R_3 progressivement vers la droite (dans le sens des x croissants), tout en laissant fixes les récepteurs R_1 et R_2. Au départ, les courbes correspondant aux récepteurs R_1 et R_2sont en opposition de phase avec la courbe correspondant au récepteur R_3. Pour obtenir pour la première fois à nouveau l'opposition de phase entre les courbes sur l'écran de l'oscilloscope, il faut déplacer le récepteur R_3 de 2 cm vers la droite. On désigne par λ la longueur d'onde des ondes ultrasonores considérées, par leur vitesse v de propagation dans l'air et T leur période.

5- On a la relation :
   A) $v = \lambda T$
   B) $v = T/\lambda$
   C) $\lambda = vT$
   D) $T = \lambda v$

6- La vitesse des ultrasons dans l'air est alors de :
   A) 300 $m.s^{-1}$
   B) 340 $m.s^{-1}$
   C) 400 $m.s^{-1}$
   D) 420 $m.s^{-1}$

Parmi les 4 propositions suivantes laquelle pourrait donner l'écran d'oscilloscope qui suit :



   A) $x_1 = 23$ cm ; $x_2 = 32$ cm et $x_3 = 42$ cm
   B) $x_1 = 21$ cm, ; $x_2 = 31$ cm et $x_3 = 42$ cm
   C) $x_1 = 20$ cm, ; $x_2 = 30$ cm et $x_3 = 41$ cm
   D) $x_1 = 21$ cm, ; $x_2 = 31$ cm et $x_3 = 41$ cm

Fin de l'épreuve

Lundi 4 Juillet 2016

Concours d'entrée USJ
Classe de Mathématiques Supérieures (ESIB)
Première Année de Licence en Télécommunication (INCI)

Epreuve de Chimie
Durée 1h00 – Documents interdits.
Le candidat traitera les 2 exercices, ceux-ci étant indépendants l'un de l'autre.
L'usage d'une calculatrice *non programmable* est autorisé.
Le sujet comprend 1 page.

Exercice 1 :

L'acide formique de formule HCO_2H (noté HA) est un monoacide faible de pK_A égal à 3,8.

1- Dresser le diagramme de prédominance des espèces acido-basiques en fonction du pH de la solution.

2- Calculer le taux de dissociation α de l'acide d'une solution aqueuse d'acide formique dont la concentration initiale est égale à $C_0 = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$.

3- Quelle est la valeur du pH lue sur un pH-mètre trempé dans la solution précédente ?

Exercice 2 :

Equilibre de Deacon

$$4HCL\ (g) + O_2(g) \leftrightarrows 2H_2\,O(g) + 2Cl_2(g)$$

Le système à l'équilibre, à la température T et sous la pression totale de 4 bars contient :

$$n_1 = 0{,}3\ mol\ de\ HCL\ ;\ n_2 = 0{,}012\ mol\ de\ O_2\ ;$$
$$n_3 = 0{,}45\ mol\ de\ H_2O\ ;\ n_4 = 0{,}72\ mol\ de\ Cl_2\ .$$

1. Calculer la fraction molaire de chacun des gaz. En déduire sa pression partielle.

2. Calculer la constante d'équilibre K^0.

3. Dans quel sens évoluerait un système obtenu en mélangeant les quatre gaz avec une pression partielle de 1 bar ?

4. Quelle est l'influence d'une augmentation de pression sur un système à l'équilibre ?

Fin de l'épreuve

UNIVERSITE SAINT JOSEPH

Faculté d'Ingénierie **Lundi 4 juillet 2016**

Concours d'entrée

En classe de mathématiques supérieures (ESIB)

Et en première année de licence en télécommunications (INCI)

Epreuve de Culture Générale

Durée 1H30 – Documents interdits
L'énoncé comporte quatre pages de texte

Énergies renouvelables : le contexte

Depuis quelques années, les énergies renouvelables, dont le contre-choc pétrolier de 1986 avait fortement ralenti le développement, connaissent un très fort regain d'intérêt. Les variations des cours du pétrole et du gaz et la préoccupation grandissante de la communauté internationale vis-à-vis du réchauffement climatique en sont les premières causes. S'y ajoutent les premiers et indéniables succès industriels remportés par des filières considérées jusqu'à récemment comme marginales, en particulier l'éolien, dont la croissance aussi bien dans certains pays industrialisés que dans des pays émergents au cours des dernières années est tout à fait remarquable.

Après une longue période de pénitence, les énergies renouvelables retrouvent une légitimité qui conduit parfois les plus optimistes à compter sur un développement explosif de leurs diverses applications pour résoudre à moyen terme (une vingtaine d'années) les problèmes d'approvisionnement énergétique de l'humanité sans contribuer aux émissions de gaz à effet de serre.

Pour y voir plus clair, il nous paraît utile de dégager, pour le siècle qui vient, quelques éléments de contexte général de ce développement encore largement potentiel.

En ce qui concerne son système énergétique, l'humanité est en effet confrontée à quatre défis principaux:

– La nécessité d'apporter des services énergétiques suffisants et adaptés pour assurer le développement des 8 ou 9 milliards d'habitants attendus sur la planète vers 2050 (6,4 aujourd'hui, dont 4 dans les pays en cours de développement).

– La nécessité de revenir dès 2050 à des émissions de CO2 compatibles avec une augmentation déjà très significative mais probablement encore contrôlable des risques de réchauffement (environ 2 degrés à la fin du siècle), soit des émissions de l'ordre de 12 milliards de tonnes de CO2 en 2050 (ou 3,3 milliards de tonnes de carbone).

– La nécessité de développer activement des solutions de rechange pour survivre à l'épuisement – assuré – des ressources fossiles avant ou vers la fin du siècle pour le pétrole et le gaz, une centaine d'années plus tard au maximum pour le charbon, vers la fin du siècle pour l'uranium, et à plus long terme en cas d'utilisation massive éventuelle (mais sans danger ?) du plutonium.

– La nécessité d'anticiper les conséquences du réchauffement climatique inéluctable résultant des surémissions passées et actuelles, à la fois sur les besoins de services énergétiques et sur le fonctionnement des systèmes de production énergétique (modification de l'hydrologie, sécheresses, évolution de la productivité des biomasses agricoles et forestières, etc.).

Ces éléments incontournables fixent les enjeux et les contraintes aux horizons 2050 et 2100 avec une précision suffisante pour effectuer les exercices de «back casting» qui, à partir de règles normatives à long terme, remontent le temps jusqu'à aujourd'hui pour décrire des chemins diversifiés de solutions potentielles aux différents problèmes posés.

Les sources énergétiques significativement mobilisables au cours du siècle prochain et a fortiori avant 2050 sont de trois types :

– Les énergies fossiles, pétrole, gaz naturel, charbon.

– Les énergies fissiles (uranium, plutonium).

– Les énergies renouvelables, (solaire, éolien, biomasse, hydraulique, géothermie, énergies des mers).

Les énergies de fusion font l'objet de recherches dont l'issue est incertaine mais dont on est pratiquement sûr qu'elles ne pourront aboutir à des applications massives éventuelles que dans la dernière partie du siècle : elles sont donc exclues du champ des solutions aujourd'hui applicables au problème posé, sinon à vouloir substituer un pari à une solution.

La première contrainte globale concerne les émissions de CO_2. La norme édictée par les scientifiques d'émissions inférieures à une douzaine de milliards de tonnes de CO_2 en 2050 (ou 3,3 milliards de tonnes de carbone) se traduit directement par une limite supérieure admissible de consommation des différentes sources fossiles :

– Pour le pétrole pris isolément: 3,9 milliards de tep (émissions de 0,83 t de C par tep).

– Pour le gaz pris isolément : 5 milliards de tep (émissions de 0,65 t de C par tep).

– Pour le charbon pris isolément: 2,9 milliards de tep (émissions de 1,12 t de C par tep).

– Et, pour un bouquet de ces sources, une valeur comprise entre les deux extrêmes (2,9 et 5 Gtep) pour une consommation actuelle de l'ordre de 9 Gtep. Cette contrainte pourrait cependant être relâchée si pouvaient se développer assez vite des moyens de capture et de séquestration du CO_2 supplémentaire aux mécanismes naturels de la biosphère. On pense en particulier à la séquestration provisoire du carbone dans les forêts nouvelles (sur des périodes de 30 ans à une centaine d'années) et à la séquestration du carbone pour des durées bien supérieures (plusieurs siècles, voire des millénaires) dans le sous-sol terrestre ou dans les océans.

Les technologies nucléaires actuelles se caractérisent par les éléments suivants :

– Une production très concentrée d'électricité de base ou semi-base (600 à 1500 MW, plus de 6000 heures par an) avec des rendements de l'ordre de 30 à 35%, sans utilisation de la chaleur perdue (même si elle pourrait être éventuellement envisagée dans le cadre de coprocessus industriels.

– Le recours à un combustible épuisable, l'uranium, avec cependant une possibilité de recyclage, encore très partielle, du plutonium produit par la fission nucléaire, au prix d'un renforcement important des risques de prolifération nucléaire.

– Des risques d'accident majeur.

– Un problème spécifique de déchets et de prolifération des applications civiles vers les applications militaires.

Le développement massif de l'énergie nucléaire, avec les technologies actuelles, même si l'on fait l'impasse sur les risques spécifiques qu'elle comporte, se heurte donc aux limites suivantes :

– la présence de besoins massifs d'électricité de base (en 2004, ces besoins représentaient environ 8 % de la consommation finale d'énergie mondiale) et donc la présence de réseaux électriques de taille importante,

– la disponibilité d'uranium,

– la dégradation du rendement du système énergétique global.

La diversité de filières que recouvre le vocable générique « énergies renouvelables » répond, au contraire du nucléaire, à des besoins d'énergie finale beaucoup plus diversifiés : chaleur directe (solaire direct, géothermie basse température), carburant (biocarburants liquides, biométhane), combustible (bois, biométhane, etc.), électricité (photovoltaïque, éolien, hydraulique, etc.).

À l'inverse du nucléaire, il n'existe pas de problème de pérennité de la ressource. Il peut par contre exister des limites d'accès aux différentes ressources renouvelables qui font l'objet de concurrence d'usage (irrigation/ électricité, biomasse énergie/alimentation, etc.).

À l'inverse encore du cas du nucléaire, la dispersion de la ressource conduit généralement à privilégier des productions décentralisées, à partir d'unités de taille beaucoup plus modeste que dans le cas du nucléaire, associées ou non à des réseaux de distribution. Cette caractéristique, généralement présentée comme un obstacle majeur au développement des filières renouvelables (on ne bénéficie pas des effets d'échelle), peut être contrebalancée par des effets de série et par les possibilités de cogénérations diverses qu'entraîne la proximité des usagers : cogénération électricité ex-biomasse et chaleur, cogénération carburant chaleur, etc., avec l'amélioration du rendement énergétique global du système énergétique qu'on peut en attendre.

Si l'on veut sérieusement prendre en compte les contraintes de ce siècle, dans une logique de développement et de prévention des catastrophes, il faut donc impérativement:

– prendre conscience de la norme autorisée de consommation de fossiles ;

– s'engager dans des politiques volontaristes de maîtrise de la demande ;

– s'intéresser aux conditions d'obtention de rendements énergie finale/énergie primaire élevés des systèmes énergétiques ;

– analyser de façon détaillée les enjeux, les opportunités, les cibles prioritaires les dynamiques industrielles et les limites des énergies renouvelables.

Benjamin Dessus

Question 1 :

Résumer l'article « **Energies renouvelables : Le contexte** » de Benjamin Dessus en quinze à vingt lignes.

Question 2 :

Dans la conclusion de cet article l'auteur propose entre autres de :
« s'engager dans des politiques volontaristes de maîtrise de la demande » et d' « analyser de façon détaillée les enjeux, les opportunités, les cibles prioritaires les dynamiques industrielles et les limites des énergies renouvelables ».
Donner votre avis sur ces deux points. *(Environ 15 à 20 lignes)*

Question 3 :

D'après vous, quel est l'avenir des énergies renouvelables au Liban. Est-ce qu'il existe une stratégie de l'Etat Libanais dans ce domaine ? *(Environ 15 à 20 lignes)*