



MINISTÈRE DES FINANCES
ET DES COMPTES PUBLICS

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,
DE L'INDUSTRIE ET DU NUMÉRIQUE



**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT
DE TECHNICIENS SUPERIEURS PRINCIPAUX
DE L'ÉCONOMIE ET DE L'INDUSTRIE
SESSION 2015**



ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ DU 16 AVRIL 2015



MATHÉMATIQUES - PHYSIQUE - CHIMIE

(Durée : 3 heures - Coefficient : 3)

L'usage d'une calculatrice de poche est autorisé (standard, programmable ou alphanumérique) à condition qu'elle soit autonome et qu'elle ne comporte ni dispositif d'impression, ni dispositif externe de stockage d'information.

Les notices de fonctionnement ne sont pas autorisées.

Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction ; si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Attention deux annexes sont à rendre avec le devoir

REMARQUES IMPORTANTES :

- les copies doivent être rigoureusement anonymes et ne comporter aucun signe distinctif ni signature, même fictive, sous peine de nullité.
- le candidat s'assurera, à l'aide de la pagination, qu'il détient un sujet complet.

TOUTE NOTE INFÉRIEURE À 6 SUR 20 EST ÉLIMINATOIRE

Concours interne
pour le recrutement de techniciens supérieurs principaux de l'économie et
de l'industrie au titre de l'année 2015

composition de mathématiques

Premier problème

On considère la fonction définie sur \mathbf{R} par :

$$f(x) = 2x^3 - 3x^2 + 1$$

1°/ Calculer $f(0)$ et $f(1)$. Déterminer les réels a_1, a_2 et a_3 tels que, pour tout réel x , on ait :

$$f(x) = (x-1)(a_1x^2 + a_2x + a_3)$$

2°/ En déduire l'ensemble des solutions de l'équation $f(x) = 0$.

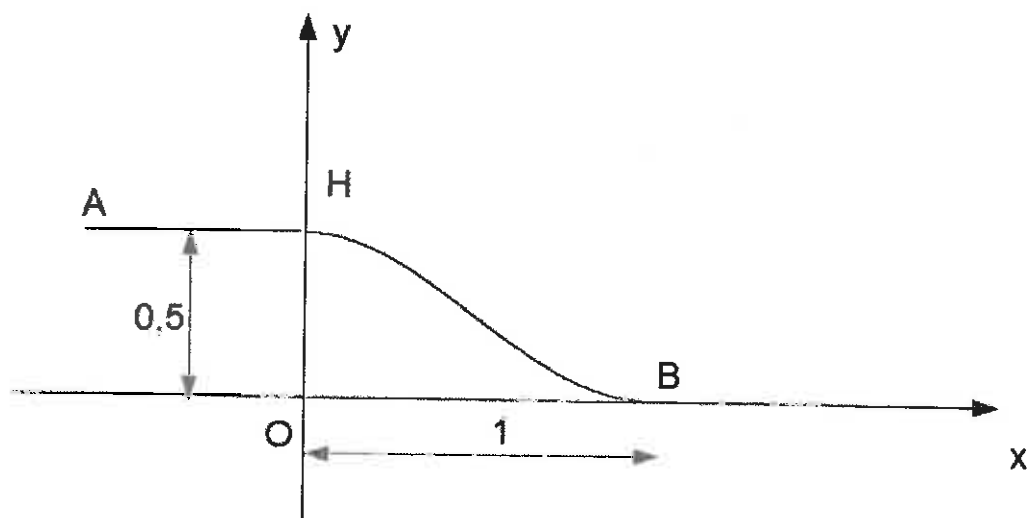
3°/ Calculer la dérivée de la fonction f . En déduire le tableau de variations de f .

Soit (X) la courbe représentative de f dans un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) d'axes (Ox) et (Oy) unité 2 cm.

4°/ Déterminer une équation de la tangente (T) à la courbe (X) au point d'abscisse $x = -\frac{1}{2}$

5°/ Construire (X) et (T) dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) .

6°/ On se propose d'installer une rampe d'accès en pente douce permettant à des chariots de franchir une marche. Les dimensions sont données en mètres sur la figure ci-dessous.



La courbe définie par le profil de la rampe doit être tangente en B à l'axe (Ox) et en H à la droite (AH).

7°/ Déterminer les réels a , b et c tels que la courbe définie par le profil ait pour équation $y = ax^3 + bx^2 + c$

Deuxième problème

Un inspecteur est chargé de contrôler 3 unités de production notées A , B et C . Chaque mois, il effectue un seul contrôle dans une unité de production choisie au hasard parmi les unités A , B et C . On admet que les choix sont équiprobables et indépendants.

On considère une période de 6 mois.

1°/ Quelle est la probabilité que, pendant cette période, seule l'unité A soit contrôlée ?

2°/ Quelle est la probabilité que, pendant cette période, une seule unité soit contrôlée ?

3°/ Quelle est la probabilité que, pendant cette période, au moins deux unités soient contrôlées ?

4°/ Quelle est la probabilité que, pendant cette période, les 3 unités soient contrôlées ?

On note X_A la variable aléatoire égale au nombre de contrôles effectués au sein de l'unité A pendant la période considérée.

5°/ Quelle est la loi de X_A ? Donner son espérance. Interpréter le résultat obtenu.

6°/ Quelle est la probabilité que 2 contrôles soient effectués au sein de l'unité A pendant la période considérée ?

Note : on donnera les réponses sous la forme de fractions irréductibles

Concours interne
pour le recrutement de techniciens supérieurs principaux de l'économie et de l'industrie au titre de l'année 2015

composition de physique

Exercice I : stockage de l'énergie

Les composants nommés *Ultra Caps* (en français « *super condensateurs* ») sont des condensateurs à très forte capacité. Ceux-ci sont capables d'emmagasiner une énergie importante, qui pourrait être récupérée lors des freinages d'un véhicule puis utilisée ultérieurement. L'objectif de cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur.

Le montage du circuit électrique schématisé ci-dessous (figure 1) comporte :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 12,0 \text{ V}$;
- un conducteur ohmique de résistance R inconnue ;
- un condensateur de capacité $C = 120 \mu\text{F}$;
- un interrupteur K .

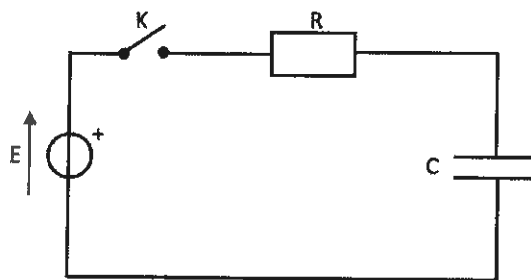


Figure 1

Le condensateur est initialement déchargé. À la date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

Sur le schéma du circuit donné en ANNEXE (figure 1 à rendre avec la copie), une flèche représente le sens de circulation du courant d'intensité i dans le circuit. Ce sens sera considéré comme le sens positif. Par ailleurs, on note q la charge de l'armature du condensateur qui se chargera positivement.

- I.1. En utilisant la convention récepteur, représenter par des flèches sur la figure 1 de l'ANNEXE les tensions u_C aux bornes du condensateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.
- I.2. Donner l'expression de u_R en fonction de i .
- I.3. Donner l'expression de i en fonction de la charge q du condensateur
- I.4. Donner la relation liant q et u_C .
- I.5. En déduire l'expression de i en fonction de la capacité C et de la tension u_C .
- I.6. En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir une relation entre E , u_R et u_C .
- I.7. Établir l'équation différentielle notée (1) à laquelle obéit u_C .
- I.8. Résoudre l'équation différentielle.
- I.9. On s'intéresse à la constante de temps du dipôle RC : $\tau = RC$.
 - I.9.a. Par une analyse dimensionnelle, vérifier que le produit $\tau = RC$ est bien homogène à une durée.
 - I.9.b. A l'aide de la courbe $u_C = f(t)$ donnée en ANNEXE (figure 2 à rendre avec la copie), déterminer graphiquement la valeur de τ par la méthode de votre choix. La construction qui permet la détermination de τ doit figurer sur la courbe $u_C = f(t)$.
 - I.9.c. En déduire la valeur de la résistance R . Cette valeur sera donnée avec deux chiffres significatifs.

Exercice II : satellites

« Des panaches de plusieurs polluants d'origine anthropique (particules fines et monoxyde de carbone notamment) situés au niveau du sol ont été détectés au-dessus de la Chine pour la première fois depuis l'espace. Ces travaux ont été effectués par une équipe du Laboratoire « atmosphères, milieux, observations spatiales » en collaboration avec des chercheurs belges et avec le soutien du CNES, à partir des mesures du sondeur infrarouge IAS lancé à bord du satellite MetOp. Leurs résultats inédits sont publiés en ligne sur le site de la revue Geophysical Research Letters le 17 janvier 2014. Ils constituent une avancée majeure afin d'améliorer le suivi de la pollution régionale et l'anticipation d'épisodes de pollution localisés, notamment en Chine. »

Communiqué de presse du CNRS

II.1. Rappeler la loi de la gravitation universelle. On notera G la constante de gravitation.

Satellite en orbite circulaire :

La Terre est assimilée à une sphère homogène de masse M_T , de centre T et de rayon R_T . On admettra que la force de gravitation, qu'elle exerce sur les objets situés à une distance $r > R_T$ de son centre T , est la même que si toute la masse M_T était concentrée en T .

Un satellite artificiel de la Terre, de masse m , est en orbite circulaire à l'altitude $h = 300$ km au-dessus de la Terre.

II.2. Appliquer la deuxième loi de Newton ou relation fondamentale de la dynamique au satellite et montrer que le mouvement est uniforme.

II.3. Déterminer l'expression de sa vitesse en fonction de $r = R_T + h$, G et M_T .

II.4. Les satellites de type SPOT évoluent sur des orbites circulaires d'altitude 830 km environ. Leur vitesse est-elle plus grande, plus petite ou égale à celle du satellite précédent. Justifier.

II.5. Exprimer la période de révolution du satellite en fonction de G, R_T, h et M_T .

II.6. Montrer que la troisième loi de Képler est vérifiée.

II.7. Préciser ce qu'est un satellite géostationnaire. Le satellite étudié est-il géostationnaire ?

Données : $M_T = 6,0 \times 10^{24}$ kg ; $R_T = 6,4 \times 10^3$ km ; $G = 6,67 \times 10^{-11}$ S.I

Exercice III : fission nucléaire

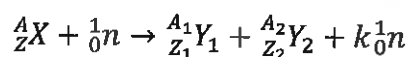
Données :

Unité de masse atomique	$u = 1,660\,54 \times 10^{-27}$ kg
Énergie de masse de l'unité de masse atomique	$E = 931,5$ MeV
Électronvolt	$1\text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19}$ J
Mégaélectronvolt	$1\text{ MeV} = 1,00 \times 10^6$ eV
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8$ m.s ⁻¹

Nom du noyau ou de la particule	Uranium	Strontium	Xénon	Neutron	Proton
Symbole	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{94}_{Z}\text{Sr}$	${}^A_{54}\text{Xe}$	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{p}$
Masse (en u)	235,120	93,8946	138,888	1,00866	1,00728

III.1. Donner la définition de la fission nucléaire

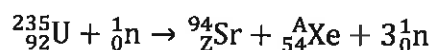
III.2. Des réactions de fission sont induites par la capture d'un neutron et s'écrivent :



k est un entier égal à 2 ou 3 suivant les noyaux fils formés.

Quel phénomène risque-t-il de se produire si $k \geq 2$?

III.3. Dans certaines conditions, l'uranium 235 peut se scinder en deux noyaux plus légers et plus stables comme par exemple le strontium et le xénon selon l'équation suivante :



Déterminer la valeur de A et de Z.

III.4. Bilan énergétique :

III.4.a. Enoncer la relation d'équivalence masse-énergie.

III.4.b. Exprimer, en fonction des masses des particules et des noyaux intervenant dans l'équation précédente, la variation d'énergie de masse ΔE au cours de cette réaction nucléaire.

III.4.c. À l'aide des données en début d'exercice, calculer sa valeur en J, puis en MeV.

III.4.d. Est-ce que de l'énergie est libérée au cours de cette réaction ? Justifier la réponse.

ANNEXE COMPOSITION DE PHYSIQUE (à rendre avec la copie)

	<i>Cadre réservé à l'administration</i>
--	---

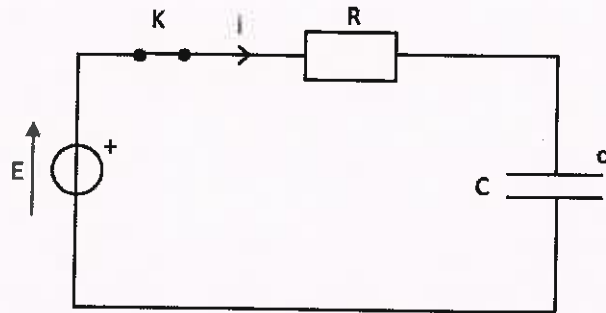


Figure 1

Courbe $u_C = f(t)$

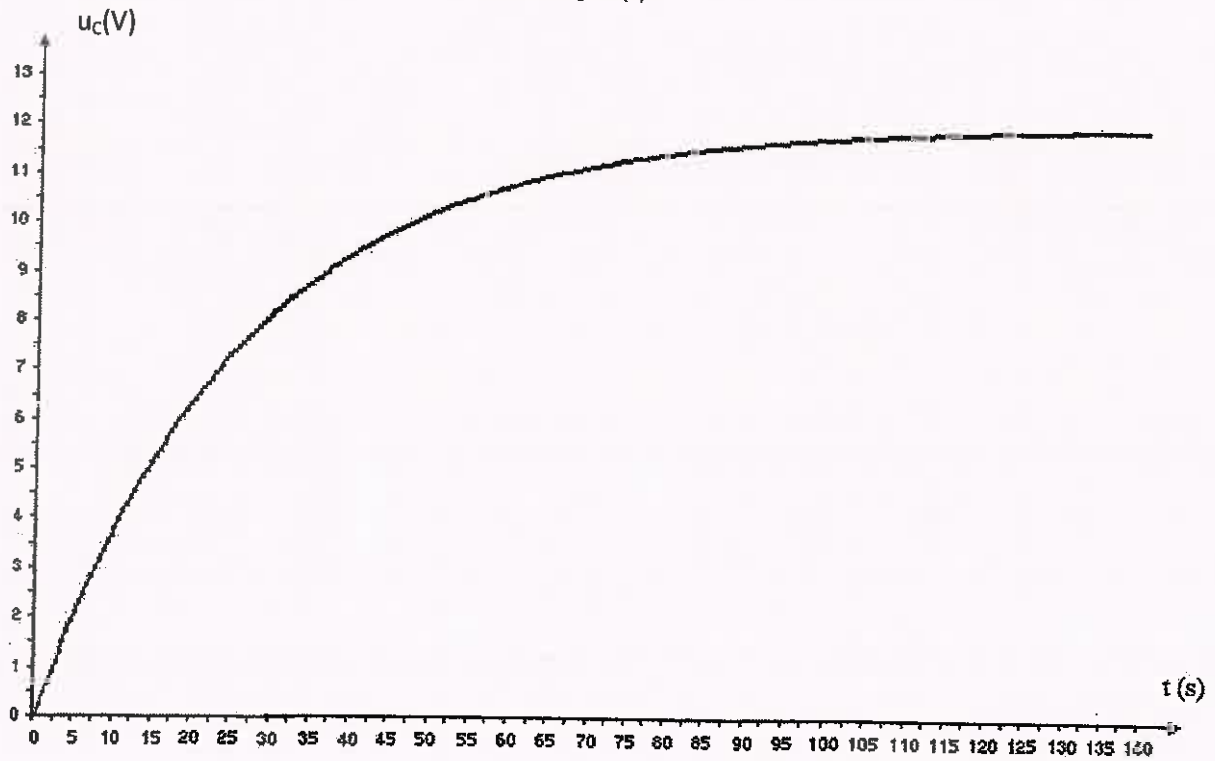


Figure 2

Concours interne
pour le recrutement de techniciens supérieurs principaux de l'économie et de
l'industrie au titre de l'année 2015

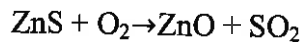
composition de chimie

Exercice I : préparation industrielle du zinc

La préparation industrielle du zinc par des procédés thermiques se fait en deux étapes :

- grillage du sulfure de zinc ZnS contenu dans le minerai par le dioxygène,
- réduction de l'oxyde de zinc formé par le carbone.

I.1. La réaction de grillage du sulfure de zinc s'écrit :



I.1.a. Ajuster les nombres stœchiométriques pour équilibrer l'équation.

I.1.b. On grille une masse $m_1 = 1,00$ tonne de sulfure de zinc. Déterminer la masse m_2 d'oxyde de zinc obtenue et le volume V de dioxygène nécessaire.

I.2.

I.2.a. Ecrire l'équation de la réaction de réduction de l'oxyde de zinc par le carbone. On obtient du monoxyde de carbone et du zinc.

I.2.b. Déterminer la masse m_3 de zinc obtenue.

I.3. En réalité, le rendement de chaque opération successive ne dépasse jamais 80 %.

I.3.a. Quelle masse m_4 de zinc fabrique-t-on réellement par tonne de minerai ?

I.3.b. Quelle masse m_5 de carbone est nécessaire à la préparation du zinc ?

Données :

Masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{Zn}) = 65,4$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{S}) = 32,1$

Volume molaire $V_m = 25,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

Exercice II : dosage des ions nitrate

Les concentrations en ions nitrate dans les eaux doivent être contrôlées en raison de leurs dangers pour la santé. La législation européenne impose une concentration massique maximale de $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ pour une eau déclarée potable.

On se propose de déterminer la concentration en ions nitrate par un dosage spectrophotométrique.

Les ions nitrate sont réduits en ions nitrite puis ceux-ci sont traités par un réactif de diazotation pour obtenir un composé diazoïque de couleur rose dont on peut mesurer l'absorbance.

Une solution étalon d'ions nitrate, de concentration massique $C_m = 20,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ et de volume $V = 200,0 \text{ mL}$, subit le traitement ci-dessus et permet de préparer une série de fioles jaugées de $100,0 \text{ mL}$, notées 0, 1, 2, 3, 4 selon les mélanges indiqués dans le **tableau 1** ci-dessous :

Fiole	0	1	2	3	4	X
Volume de solution réduite (mL)	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	5,00
Réactif de diazotation (mL)	1	1	1	1	1	1
Absorbance	0,000	0,251	0,524	0,782	1,031	0,657

Tableau 1

On complète chacune des fioles jaugées à 100,0 mL avec de l'eau distillée. Après quinze minutes d'attente, une partie de la solution est transférée dans une cuve de longueur $l = 1,00 \text{ cm}$ qui est placée dans le spectrophotomètre.

Les absorbances sont mesurées à la longueur d'onde $\lambda = 540 \text{ nm}$ et les résultats de mesure pour chaque solution sont indiqués dans le tableau 1.

II.1. Comment la longueur d'onde $\lambda = 540 \text{ nm}$ a-t-elle été choisie pour cette mesure ?

II.2. La solution étalon d'ions nitrate a été préparée à partir de nitrate de potassium pur, KNO_3 .

II.2.a. Déterminer la masse m de nitrate de potassium nécessaire pour préparer la solution étalon.

II.2.b Proposer un mode opératoire pour cette préparation.

II.3. Calculer la concentration massique en ions nitrate dans chacune des fioles numérotées de 0 à 4 et compléter le tableau en annexe à rendre avec la copie.

II.4.

II.4.a. Rappeler la loi de Beer-Lambert donnant l'expression de l'absorbance d'une solution.

II.4.b. En annexe à rendre avec la copie, tracer le graphe de l'absorbance A en fonction de la concentration massique de chacune des solutions préparées.

La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ?

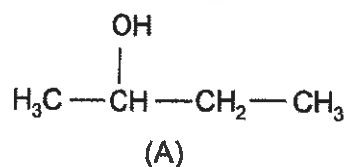
II.5. Un échantillon X d'eau de ville est traité de la même manière que la solution étalon. Déterminer la concentration massique C_X en ions nitrates de l'eau de ville. Cette eau peut-elle être déclarée potable (pour les ions nitrate) ?

Données : Masses molaires en g.mol^{-1} : $M(\text{N}) = 14,0$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{K}) = 39,1$

Exercice III : les alcools

Les alcools sont utilisés comme intermédiaires de synthèse dans l'industrie des polymères et dans l'industrie pharmaceutique.

III.1. La molécule de composé A a pour formule semi-développée :



III.1.a. Citer le nom du groupe caractéristique présent dans cette molécule.

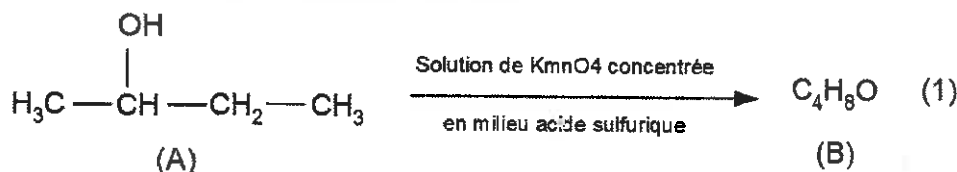
III.1.b. Nommer cette molécule.

III.1.c. Donner les représentations spatiales des deux isomères du composé A. Quel nom donne-t-on à la relation d'isomérisation liant les deux isomères optiques ?

III.1.d. Donner la configuration absolue de l'atome de carbone asymétrique dans chaque isomère optique.

On donne les numéros atomiques : $Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$ et $Z(\text{O}) = 8$.

III.2. On envisage la réaction d'oxydo-réduction suivante :



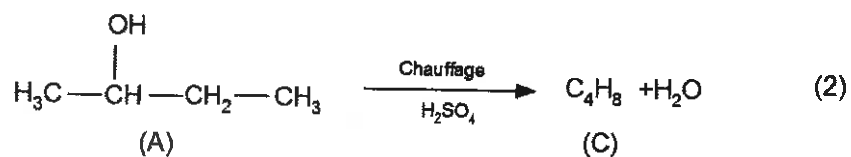
Le composé B obtenu est une cétone.

III.2.a. Donner le nom et la formule semi-développée de B.

III.2.b. Ecrire les demi-équations électroniques mises en jeu dans la réaction (1) sachant que les deux couples d'oxydoréduction mis en jeu sont $C_4H_8O/C_4H_{10}O$ et MnO_4^-/Mn^{2+} .

III.2.c. En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction mise en jeu.

III.3. On chauffe la molécule A en milieu acide.



III.3.a. La réaction (2) est-elle une addition, une substitution ou une élimination ? Justifier brièvement.

III.3.b. La réaction (2) conduit au composé C, présent sous forme de deux isomères de position C_1 et C_2 . Donner les formules semi-développées et nommer C_1 et C_2 .

III.3.c. Parmi ces deux isomères, quel est celui qui se forme majoritairement ? Justifier la réponse.

ANNEXE COMPOSITION DE CHIMIE – A rendre avec la copie

	<i>Cadre réservé à l'administration</i>
--	---

Fiole	0	1	2	3	4	X
Volume de solution réduite (mL)	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	5,00
Réactif de diazotation (mL)	1	1	1	1	1	1
Absorbance	0,000	0,251	0,524	0,782	1,031	0,657
Concentration massique (mg.L ⁻¹)						

