


GROUPEMENT D'ÉCOLES D'INGÉNIEURS PUBLIQUES A PARCOURS INTEGRE

NOM	PRENOM
DATE DE NAISSANCE	N° INSCRIPTION

Epreuves de Mathématiques et de Physique-Chimie
Mercredi 17 mai 2006
9 h - 12 h

SUJET DE PHYSIQUE-CHIMIE

Nous 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 1 h 30.

Il est noté sur 20 points.

L'usage d'une calculatrice est autorisé.

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.

Cinq exercices indépendants sont proposés. Les candidats doivent obligatoirement traiter le premier. Ils traiteront en outre trois des quatre autres exercices.

Si un candidat traite plus de quatre exercices, seules seront retenues la note du premier (obligatoire) et les trois meilleures notes obtenues aux autres exercices.

Ne rien inscrire
ci-dessous

1	
---	--

2	
---	--

3	
---	--

4	
---	--

5	
---	--

TOTAL

--

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE!

EXERCICE I OBLIGATOIRE

I-1- Quel est l'ordre de grandeur de la surface totale des océans sur Terre ?

<input type="checkbox"/> 10^3 km^2	<input type="checkbox"/> 10^4 km^2	<input type="checkbox"/> 10^5 km^2	<input type="checkbox"/> 10^8 km^2	<input type="checkbox"/> 10^{12} km^2
--	--	--	--	---

I-2- Classer les corps purs suivants en fonction de leurs températures de fusion.

Eau, éthanol, plomb, fer, diazote.

--	--	--	--	--

→ température

I-3- Avec un véhicule consommant en moyenne 5 litres de carburant pour 100 km, quel est l'ordre de grandeur de la masse de CO₂ émise par kilomètre parcouru ?

<input type="checkbox"/> 10mg	<input type="checkbox"/> 100mg	<input type="checkbox"/> 1g	<input type="checkbox"/> 10g	<input type="checkbox"/> 100g
-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------

I-4- En France, faire correspondre la part de production d'électricité :

	Moins de 5 %	Entre 5 et 15 %	Entre 15 et 30 %	Entre 30 et 50 %	Plus de 50 %
Thermique classique :					
Eolien :					
Thermique nucléaire :					
Hydroélectricité :					

I-5- Le projet européen Galiléo a pour objectif :

- La mise en place d'un système de positionnement satellitaire.
- L'étude de la fusion nucléaire
- L'étude du climat et de l'effet de serre
- La réalisation d'un vol spatial habité ayant Mars comme destination
- La réalisation d'un nouvel accélérateur de particules

EXERCICE II

Un joueur de tennis (**joueur 1**) désire effectuer un lob, cela signifie qu'il doit envoyer la balle suffisamment haut pour que son adversaire (**joueur 2**) ne puisse pas l'intercepter. Toutefois la balle doit retomber dans les limites du court.

On notera **A** le point où le **joueur 1** frappe la balle

On prendra comme origine **O** du repère le point du sol à la verticale du point **A**.

On note : $z_0 = 1,00 \text{ m}$: ordonnée du point **A**.

$z_1 = 3,00 \text{ m}$: ordonnée correspondant à la hauteur maximale pour laquelle le **joueur 2** peut intercepter la balle quand il lève sa raquette.

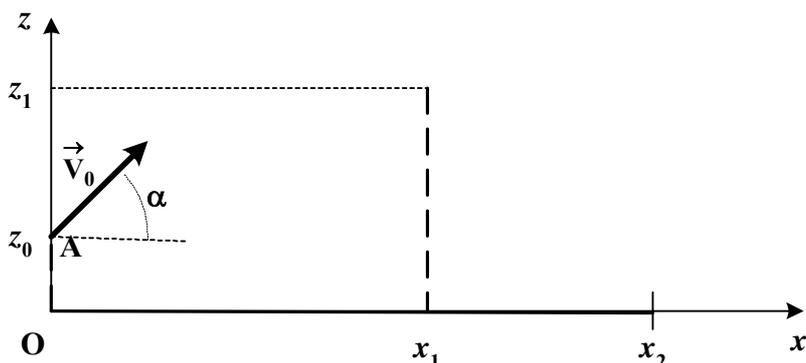
$x_1 = 15,0 \text{ m}$: abscisse correspondant à la position du **joueur 2**.

$x_2 = 25,0 \text{ m}$: abscisse correspondant à la ligne de fond de court du côté du **joueur 2**.

\vec{V}_0 : vecteur vitesse initiale de la balle en **A**, $V_0 = \|\vec{V}_0\|$

$\alpha = 45,0^\circ$: angle entre la direction horizontale et \vec{V}_0 .

$g = 9,80 \text{ ms}^{-2}$: accélération de la pesanteur, dirigée selon l'axe **Oz** dans le sens décroissant.



Pour que le lob soit réussi, il faut donc que la trajectoire de la balle issue du point **A** avec le vecteur vitesse initiale \vec{V}_0 soit telle que $z > z_1$ pour $x = x_1$ et que $x < x_2$ pour $z = 0$.

On se propose de déterminer les valeurs de la vitesse initiale V_0 pour que le lob soit réussi. On néglige tous les effets liés à l'air.

II-1- Compte tenu des hypothèses, quel est le nom mathématique de la courbe décrite par la trajectoire de la balle ?

II-2- Donner les expressions littérales des composantes du vecteur vitesse initiale \vec{V}_0 .

II-3- Donner les expressions littérales des équations horaires $x(t)$ et $z(t)$.

II-4- Donner l'expression littérale de la trajectoire $z(x)$.

II-5- A partir de l'équation précédente, exprimer la vitesse initiale V_0 en fonction de x, z, z_0, α et g .

II-6- En déduire la valeur numérique V_{01} de la vitesse initiale pour que la balle touche le sol au point de coordonnées : $x = x_1$ $z = z_1$.

De même, donner la valeur numérique V_{02} de la vitesse initiale pour que la balle touche le sol au point de coordonnées : $x = x_2$ $z = 0$.

En déduire finalement l'intervalle de la valeur de la vitesse initiale pour lequel le lob est réussi.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE!

REPONSES A L'EXERCICE II

II-1- Nom de la courbe :	
II-2- composante sur Ox : $V_{0x} =$	composante sur Oz : $V_{0z} =$
II-3- Equations horaires :	
$x(t) =$	$z(t) =$
II-4- Equation trajectoire :	
$z =$	
II-5- Expression de la vitesse initiale :	
$V_0 =$	
II-6	
Vitesse $V_{01} =$	Vitesse $V_{02} =$
Vitesse minimale =	Vitesse maximale =

EXERCICE III

La TEP tomographie par émission de positons (ou positron) est une technologie de médecine nucléaire qui utilise des molécules marquées avec un isotope émetteur de positons pour imager le fonctionnement ou le dysfonctionnement d'organismes vivants. On utilise principalement le fluorodesoxyglucose FDG marqué au fluor 18 pour ce type d'examen.

III-1- Production du radio-isotope émetteur de positon

Le $^{18}_9\text{F}$ ou fluor 18 est produit dans un cyclotron en bombardant par des protons de haute énergie une cible contenant du $^{18}_8\text{O}$, un isotope de l'oxygène. Le fluor 18 se désintègre par émission β^+ , produisant de l'oxygène dans son état fondamental.

- 1-a- Ecrire la réaction nucléaire correspondant à la formation de ^{18}F et nommer les produits de la réaction.
- 1-b- Donner la composition du noyau de **fluor 18**.
- 1-c- Ecrire la réaction nucléaire de désintégration β^+ du ^{18}F et nommer les produits cette réaction.
- 1-d- Le **fluor 18** a une demi-vie $t_{1/2}$ de 110 minutes. Définir et calculer sa constante radioactive λ .

III-2- Préparation du FDG marqué au fluor 18 et injection au patient

Un automate permet de remplacer un groupement **OH** du glucose par du **fluor 18**, la molécule marquée obtenue a des propriétés analogues au glucose normal que l'on injecte au patient. Un tissu organique anormal (par exemple une tumeur cancéreuse) consomme plus de glucose qu'un tissu sain et concentre donc la radioactivité.

- 2-a- On injecte à un patient à 10 h une dose de solution glucosée présentant une activité de **300 MBq**. Calculer le nombre de noyaux de **fluor 18** qu'il reçoit.
- 2-b- On ne laisse sortir le patient que lorsque son activité n'est plus que 1% de sa valeur initiale. A quelle heure pourra t'il quitter la salle d'examen ?

III-3- Détection des positons émis

Les positons émis avec une vitesse initiale non nulle sont freinés par collisions avec les atomes et s'arrêtent après quelques *mm*. Un positon au repos s'annihile avec un électron produisant une paire de photons de même énergie se propageant dans des directions opposées.

Le dispositif détecte les photons émis en coïncidence avec une caméra spéciale entourant la tête ou le corps du patient. Un traitement mathématique permet de remonter à la concentration en **fluor 18**.

- 3-a- Ecrire l'équation de la réaction d'annihilation du positon.
- 3-b- Calculer l'énergie en **MeV** de chacun des photons.

III-4- Radioprotection du personnel hospitalier

Il faut une couche de plomb d'épaisseur $x_{1/2} = 4 \text{ mm}$ pour diminuer de moitié le rayonnement γ produit. Le patient est placé dans une enceinte de plomb d'épaisseur **5 cm**.

Quel est le pourcentage de rayonnement transmis à l'extérieur ?

Données : Masse du positon et de l'électron : $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Vitesse de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

REPONSES A L'EXERCICE III

III-1-a-	Réaction de formation du fluor 18 :
	Noms des produits :
III-1-b-	Composition noyaux fluor 18 :
III-1-c-	Réaction de désintégration du fluor 18 :
	Noms des produits :
III-1-d-	Constante radioactive
	Expression littérale $\lambda =$ Application numérique $\lambda =$
III-2-a-	Nombre de noyau $N_0 =$
III-2-b-	Heure de sortie :
III-3-a-	Réaction d'annihilation du positon :
III-3-b-	Energie d'un photon : $E_\gamma =$
III-4-	Pourcentage de rayonnement : <i>(cocher la réponse exacte)</i>
	<input type="checkbox"/> 3,7 % <input type="checkbox"/> 1,7 % <input type="checkbox"/> 0,37 % <input type="checkbox"/> 0,17 % <input type="checkbox"/> 0,037 % <input type="checkbox"/> 0,017 %

EXERCICE IV

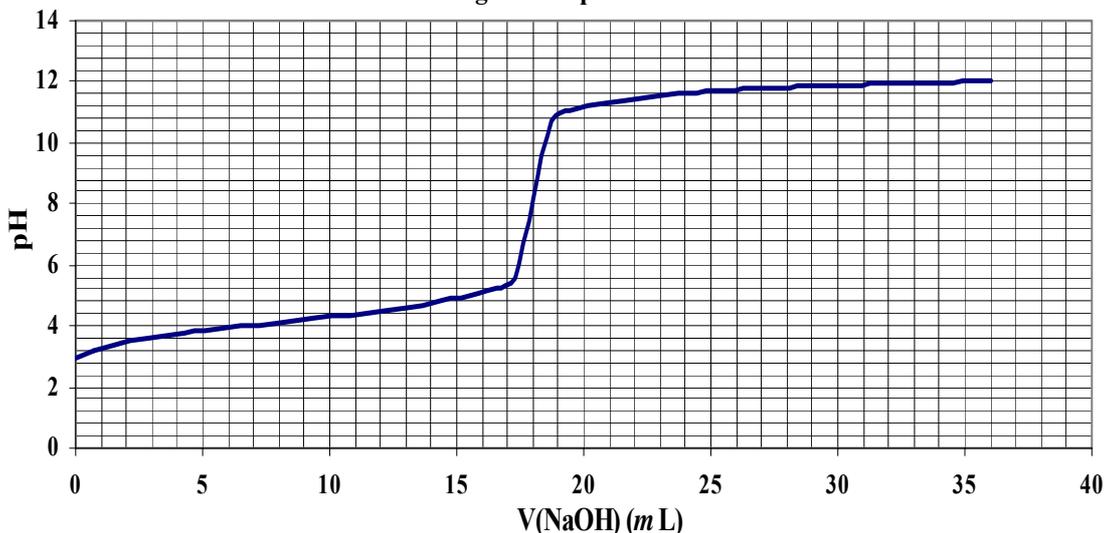
L'acide benzoïque, de formule semi-développée C_6H_5COOH , est utilisé comme conservateur dans l'industrie alimentaire. On le notera dans l'exercice **AH**.

On peut déterminer la concentration d'une solution *S* d'acide benzoïque en menant un dosage acide-base par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) fraîchement préparée, de concentration connue : $[NaOH] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$.

Pour ce faire, on prélève à l'aide d'une pipette graduée **50,0 mL** d'une solution d'acide benzoïque, que l'on verse dans un bécher.

Après avoir équipé ce dernier d'un système d'agitation et d'un **pH-mètre**, on introduit progressivement la solution de soude à l'aide d'une burette graduée et on porte la valeur indiquée par le **pH-mètre** en fonction du volume de soude ajouté.

Dosage de AH par NaOH



- IV-1- Calculer le **pH** de la solution titrante de soude.
- IV-2- Ecrire l'équation de la réaction de dosage en faisant apparaître les formules semi-développées des réactants.
- IV-3- Déterminer le **pKa** du couple **AH/A⁻**.
- IV-4- Calculer la constante d'équilibre de la réaction de dosage.
- IV-5- Peut-on considérer la réaction : rapide, lente, totale, endothermique, athermique, exothermique ?
- IV-6- Le **pH** à l'équivalence est-il acide, neutre, basique ou non défini ?
- IV-7- Parmi la liste ci-dessous, quel serait le meilleur indicateur coloré pour ce dosage ?

Nom	Teinte acide	Teinte basique	Zone de virage (pH)
Hélianthine	rouge	jaune	3,1 – 4,4
Rouge de méthyle	rouge	jaune	4,2 – 6,2
Bleu de bromothymol	jaune	bleu	6,0 – 7,6
Rouge de crésol	jaune	rouge	7,2 – 8,8
Phénolphtaléine	incolore	rose	8,2 – 10,0
Rouge d'alizarine	violet	jaune	10,0 – 12,0

- IV-8- Déterminer la concentration en acide benzoïque de la solution *S*.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE!

IV-9- Exprimer cette concentration en g.L^{-1} d'acide benzoïque (concentration massique).

IV-10- Indiquer qualitativement de façon graphique l'allure de la courbe qu'on aurait obtenu si on avait dilué la prise d'essai au départ en y ajoutant de l'eau pure.

Données : ${}^1_1\text{H}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{23}_{11}\text{Na}$. $\text{pKa}(\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-) = 14$; $\text{pKa}(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}) = 0$.

REPONSES A L'EXERCICE IV

IV-1-	pH =																										
IV-2-	Réaction de dosage :																										
IV-3-	pKa =																										
IV-4-	Constante d'équilibre $K =$																										
IV-5-	La réaction est : <i>(cocher la ou les réponses exactes)</i> <input type="checkbox"/> rapide <input type="checkbox"/> lente <input type="checkbox"/> totale <input type="checkbox"/> endothermique <input type="checkbox"/> athermique <input type="checkbox"/> exothermique																										
IV-6-	Le pH est : <i>(cocher la réponse exacte)</i> <input type="checkbox"/> acide <input type="checkbox"/> neutre <input type="checkbox"/> basique <input type="checkbox"/> non défini																										
IV-7-	Indicateur coloré :																										
IV-8-	Concentration molaire $[\text{AH}] =$																										
IV-9-	Concentration massique $C =$																										
IV-10-	Allure courbe de dosage : <p style="text-align: center;">Dosage de AH par NaOH</p> <p>Detailed description of the titration curve: The graph plots pH on the y-axis (ranging from 0 to 14) against the volume of NaOH added in mL on the x-axis (ranging from 0 to 40). The curve starts at a pH of approximately 3.2 at 0 mL. It rises gradually until about 15 mL, then undergoes a sharp vertical increase between 17 mL and 19 mL, reaching a plateau at a pH of approximately 11.5. The curve remains relatively flat at this high pH level up to 40 mL.</p> <table border="1"><caption>Approximate data points from the titration curve</caption><thead><tr><th>V(NaOH) (mL)</th><th>pH</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>3.2</td></tr><tr><td>5</td><td>3.8</td></tr><tr><td>10</td><td>4.2</td></tr><tr><td>15</td><td>4.8</td></tr><tr><td>17</td><td>5.5</td></tr><tr><td>18</td><td>8.0</td></tr><tr><td>19</td><td>11.0</td></tr><tr><td>20</td><td>11.2</td></tr><tr><td>25</td><td>11.5</td></tr><tr><td>30</td><td>11.6</td></tr><tr><td>35</td><td>11.6</td></tr><tr><td>40</td><td>11.6</td></tr></tbody></table>	V(NaOH) (mL)	pH	0	3.2	5	3.8	10	4.2	15	4.8	17	5.5	18	8.0	19	11.0	20	11.2	25	11.5	30	11.6	35	11.6	40	11.6
V(NaOH) (mL)	pH																										
0	3.2																										
5	3.8																										
10	4.2																										
15	4.8																										
17	5.5																										
18	8.0																										
19	11.0																										
20	11.2																										
25	11.5																										
30	11.6																										
35	11.6																										
40	11.6																										

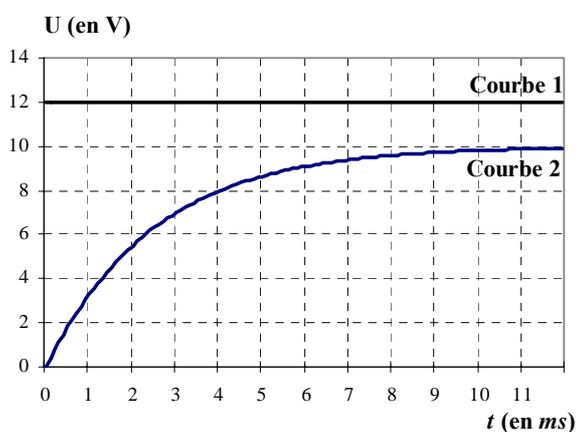
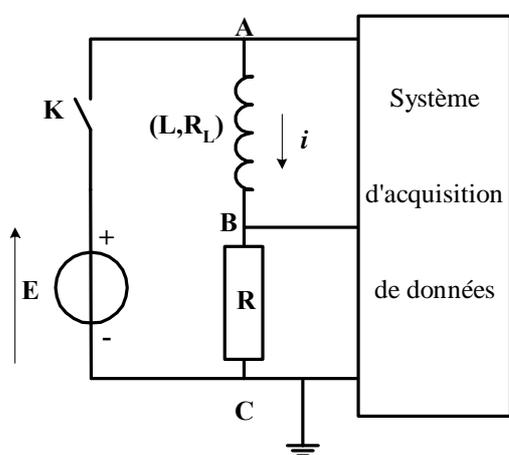
EXERCICE V

Un dipôle est constitué de l'association en série d'une bobine présentant une inductance L et une résistance R_L avec un conducteur ohmique de résistance $R = 40 \Omega$.

Ce dipôle est alimenté par un générateur de tension de f.é.m. E à travers un interrupteur K . Il est parcouru par un courant i .

Les bornes A, B, et C sont reliées aux entrées d'une carte d'acquisition permettant d'enregistrer l'évolution des tensions.

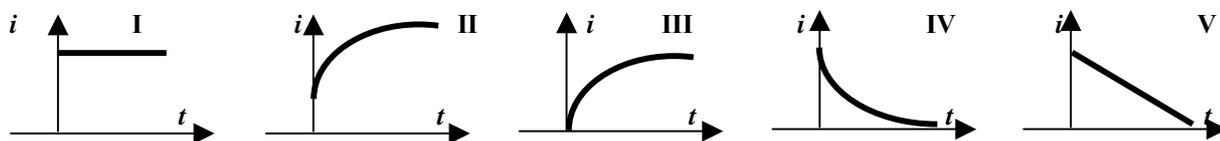
A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K , l'enregistrement génère les courbes 1 et 2.



V-1- Quelle tension est représentée par **la courbe 1** ?

V-2- Quelle tension est représentée par **la courbe 2** ?

V-3- Quelle sera l'allure de la courbe de variation du courant i choisie parmi les quatre courbes ci-dessous ?



V-4- Tracer l'allure de la courbe de variation de la tension u_{AB} .

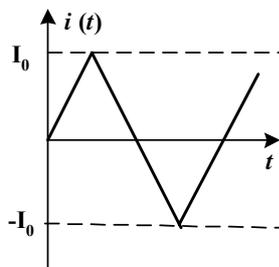
V-5- Donner la valeur E et l'intensité maximale I_{MAX} atteinte par i .

V-6-a- Donner l'équation différentielle définissant i . Cette équation sera présentée sous la forme d'une égalité où **la f.é.m. E** sera le seul terme du deuxième membre.

b- En déduire les valeurs de L et R_L .

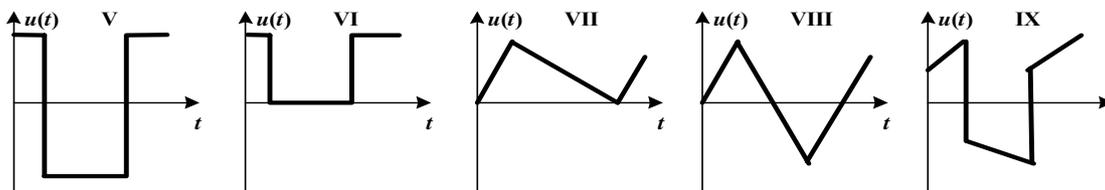
NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE!

On remplace maintenant le générateur de tension par un générateur de courant délivrant un courant en dents de scie (**courbe 3**). On considérera ici que la résistance R_L de la bobine est nulle.



Courbe 3

V-7- Quelle sera, parmi les cinq courbes ci-dessous, l'allure de la courbe de variation de la tension u_{AB} et de la courbe de variation de la tension u_{BC} .



REPONSES A L'EXERCICE V

V-1-	Représentation courbe 1	<input type="checkbox"/> u_{AB}	<input type="checkbox"/> u_{AC}	<input type="checkbox"/> u_{BA}	<input type="checkbox"/> u_{BC}	<input type="checkbox"/> u_{CA}	(cocher la réponse exacte)
V-2-	Représentation courbe 2	<input type="checkbox"/> u_{AB}	<input type="checkbox"/> u_{AC}	<input type="checkbox"/> u_{BA}	<input type="checkbox"/> u_{BC}	<input type="checkbox"/> u_{CA}	(cocher la réponse exacte)
V-3-	Allure de i	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV	<input type="checkbox"/> V	(cocher la réponse exacte)
V-4-	Tracé de u_{AB}						
V-5-	$E =$						$I_{MAX} =$
V-5-	Equation différentielle :						
	$L =$						$R_L =$
V-7-	Allure de u_{AB}	<input type="checkbox"/> V	<input type="checkbox"/> VI	<input type="checkbox"/> VII	<input type="checkbox"/> VIII	<input type="checkbox"/> IX	
	Allure de u_{BC}	<input type="checkbox"/> V	<input type="checkbox"/> VI	<input type="checkbox"/> VII	<input type="checkbox"/> VIII	<input type="checkbox"/> IX	(cocher les réponses exactes)

SUJET 3 PHYSIQUE CHIMIE

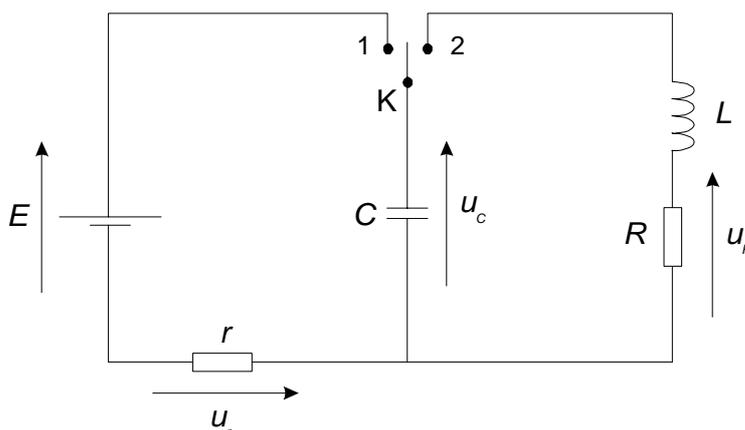
Ne rien inscrire dans ce cadre

NOM	PRENOM
DATE DE NAISSANCE	N° INSCRIPTION

Note :

EXERCICE I (5 points)

**CHARGE D'UN CONDENSATEUR
CIRCUIT OSCILLANT**



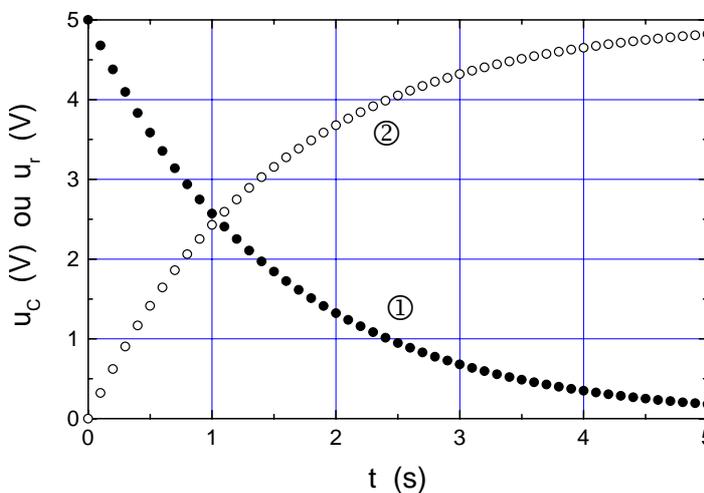
Tout au long du problème, on prendra : $E = 5 \text{ V}$, $r = 30 \text{ k}\Omega$, $R = 5 \Omega$, $C = 50 \mu\text{F}$, $L = 50 \text{ mH}$.

Première partie :

On s'intéresse tout d'abord à la charge du condensateur de capacité C par un générateur de tension dont la f.e.m. vaut E .

Pour ce faire, à l'instant $t = 0$, on place l'interrupteur K en position '1'.

L'évolution, au cours du temps, de la tension u_C aux bornes du condensateur et de la tension u_r aux bornes du conducteur ohmique de résistance r est représentée ci-contre.



NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE!

- I-1- Quelle est, des courbes ① et ②, celle qui illustre l'évolution de u_C ?
Justifier obligatoirement la réponse.
- I-2- Quelle serait la charge q du condensateur à la fin du processus de charge ?
- I-3- Sachant que l'on définit la constante de temps τ du circuit comme la durée au bout laquelle le condensateur a acquis 63 % de sa charge maximale, déterminer graphiquement la valeur de τ .
- I-4- Déterminer la valeur de l'intensité à l'instant $t = \tau$

Seconde partie :

On suppose maintenant que le condensateur a acquis sa charge maximale.

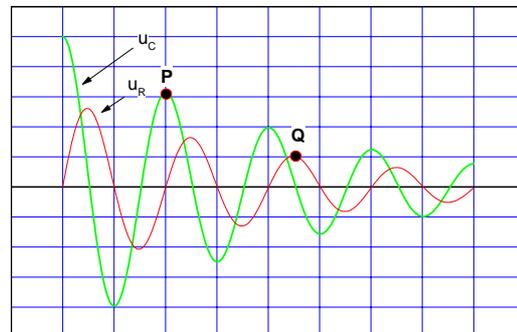
On place alors l'interrupteur **K** en position '2'.

On observe, à l'aide d'un oscilloscope, la tension u_C sur la voie A et la tension u_R sur la voie B.

Les oscillogrammes obtenus sont les suivants :

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- Balayage horizontal : **5 ms/division**
- Sensibilité verticale de la voie A : **1 V/division**
- Sensibilité verticale de la voie B : **250 mV/division.**



- I-5- Rappeler les expressions littérales de l'énergie \mathcal{E}_C emmagasinée à tout instant par le condensateur et de celle, \mathcal{E}_L , emmagasinée par la self. Calculer ces énergies aux instants correspondants aux points **P** et **Q** repérés sur les oscillogrammes de la figure.
- I-6- Comparer les énergies totales \mathcal{E} emmagasinées par le circuit en chacun des deux points **P** et **Q**. Interpréter ce résultat.
- I-7- Tracer l'allure générale qu'aurait eu l'évolution de u_C si la résistance **R** avait été très grande.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE!

REPONSES A L'EXERCICE I

I-1- Evolution de u_C : courbe ① courbe ② (*entourer la réponse exacte*)

Justification :

I-2- Charge finale $q =$

I-3- Constante de temps $\tau =$

I-4- Intensité : $i(t = \tau) =$

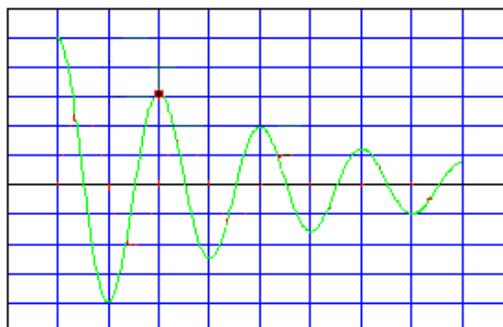
I-5-

	Expressions littérales	Applications numériques en P	Applications numériques en Q
Energie \mathcal{E}_C			
Energie \mathcal{E}_L			

I-6- Comparaisons : $\mathcal{E}(P) < \mathcal{E}(Q)$ $\mathcal{E}(P) = \mathcal{E}(Q)$ $\mathcal{E}(P) > \mathcal{E}(Q)$
(entourer la réponse exacte)

Interprétation :

I-7- Allure u_C

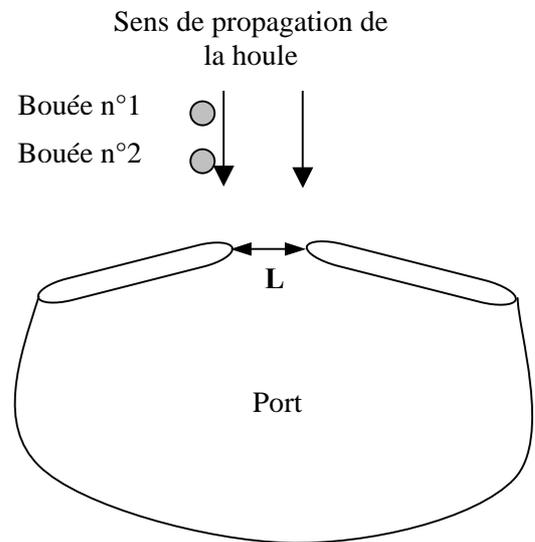
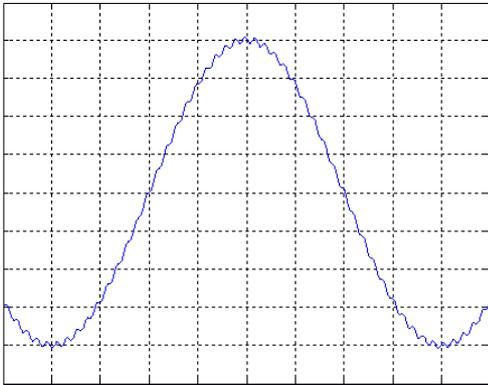


NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

EXERCICE II (5 POINTS)

Etude de la houle

Un capteur fixé sur la bouée n°1 permet d'enregistrer le mouvement vertical de la surface de la mer dû à la houle. Ce capteur a permis de réaliser l'enregistrement présenté ci-dessous, débutant à un instant choisi comme origine ($t = 0$) :



On dispose des caractéristiques suivantes :

- sensibilité du capteur : $S_{\text{capteur}} = 2,0 \text{ mV} / \text{cm}$
- sensibilité verticale de l'enregistreur : $S_V = 50 \text{ mV} / \text{division}$
- base de temps de l'enregistreur : $S_t = 0,50 \text{ s} / \text{division}$

- II-1- Comment nomme-t-on plus couramment la "période spatiale" d'une onde ?
- II-2- Quelle est la période (temporelle) de cette houle ?
- II-3- On observe que l'écart d entre les sommets de deux vagues successives est de 24 m .
Quelle est la vitesse de propagation de cette houle ?
- II-4- Quelle est l'amplitude de cette houle ? (donner la réponse en mètre)
- II-5- Sur les grilles quadrillées fournies ci-dessous, représenter :
- l'enregistrement qu'on aurait obtenu si le capteur avait été déclenché à l'instant $t_1 = 3\text{s}$
 - l'enregistrement qu'on aurait obtenu avec un second capteur placé sur la bouée n°2 située à une distance de 6 m de la première dans le sens de propagation de la houle
- II-6- La houle atteint l'entrée d'un port, limitée par deux digues séparées par un passage de largeur $L = 48 \text{ m}$.
- Quel phénomène se produit-il ?
 - Quelle est la zone du port qui ne sera pas abritée de la houle ? Représenter qualitativement cette zone sur le schéma, et préciser la relation permettant de calculer l'angle θ correspondant à la limite entre la zone abritée et la zone non abritée. Calculer θ .

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

REPONSES A L'EXERCICE II

II-1- Période spatiale :

II-2- Expression : $T =$

Valeur numérique : $T =$

II-3- Expression : $c =$

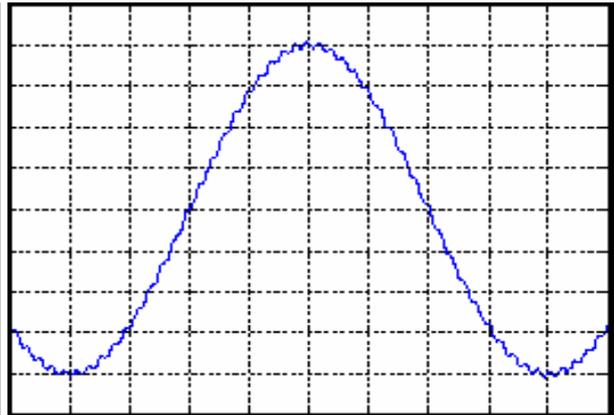
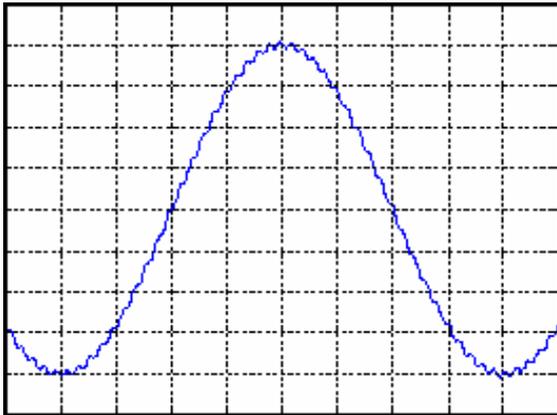
Valeur numérique : $c =$

II-4- Expression : $A =$

Valeur numérique : $A =$

II-5-a-

II-5-b-



II-6-a- Nom du phénomène :

II-6-b

- Relation littérale:

- Application numérique :

- $\theta =$

Sens de propagation de
la houle

