

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5.

## CHIMIE (7 points)

### Exercice 1 (3 points)

On se propose d'étudier la réaction chimique modélisée par l'équation :



Dans un récipient initialement vide de volume  $V$ , on introduit à l'instant  $t = 0$ , un mélange formé de **0,75 mol** de diiode  $\text{I}_2$  et **0,75 mol** de dihydrogène  $\text{H}_2$ . Tous les gaz du système obtenu sont supposés parfaits et sont maintenus à une température  $\theta_1$ .

A différents instants  $t$ , un dispositif approprié permet de déterminer le nombre de moles de  $\text{HI}$  présents dans le système précédent et d'en déduire l'avancement  $x$  de la réaction. Les résultats expérimentaux ont permis de tracer la courbe de la **figure 1**.

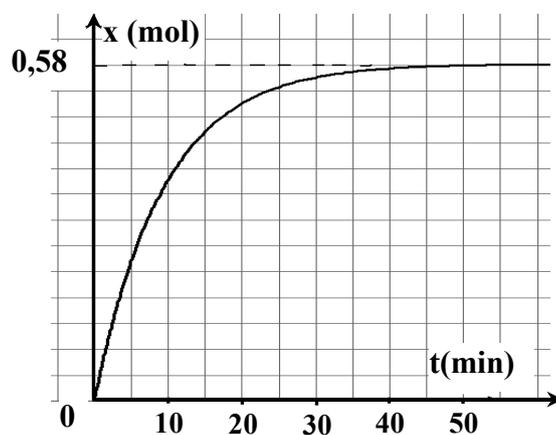


figure 1

- 1) A un instant  $t_1 > 0$ , la composition du mélange gazeux est : **0,5 mol** de  $\text{I}_2$ , **0,5 mol** de  $\text{H}_2$  et **0,5 mol** de  $\text{HI}$ . Vérifier, en utilisant le graphe  $x = f(t)$ , qu'à cet instant  $t_1$  le système continue à évoluer spontanément dans le sens de la synthèse de  $\text{HI}$ .
- 2) a- Déterminer la valeur du taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction de synthèse de  $\text{HI}$ .  
b- Donner deux caractères de la réaction étudiée. Justifier la réponse.
- 3) On refait l'expérience à la température  $\theta_2$  tout en gardant le même volume  $V$  et les mêmes quantités de matières initiales :  $n_0(\text{I}_2) = 0,75 \text{ mol}$  de  $\text{I}_2$  et  $n_0(\text{H}_2) = 0,75 \text{ mol}$  de  $\text{H}_2$ . Un nouvel état d'équilibre s'établit lorsque l'avancement final de la réaction devient  $x_{2f} = 0,42 \text{ mol}$ . Sachant que la réaction de synthèse de  $\text{HI}$  est exothermique, comparer  $\theta_1$  à  $\theta_2$ . Justifier la réponse.
- 4) Lorsque le système précédent atteint l'état d'équilibre à la température  $\theta_2$ , on double brusquement le volume du récipient, ceci revient à diviser la pression du système par deux. Montrer que cette perturbation n'a aucun effet sur l'avancement final de la réaction.

### Exercice 2 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ .

On considère une solution aqueuse d'un acide faible  $\text{AH}$  de volume  $V_a$ , de concentration  $C_a$  et de **pH** donné.

- 1) a- Dresser le tableau descriptif d'évolution de la réaction qui accompagne la dissolution de l'acide **AH** dans l'eau.  
 b- En négligeant les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau, établir l'expression du taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction précédente en fonction du **pH** et de  $C_a$ . Préciser les approximations adoptées.
- 2) Maintenant, on utilise deux solutions aqueuses des acides **HCOOH** (acide méthanoïque) et **CH<sub>3</sub>COOH** (acide éthanoïque), de même concentration  $C_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et de **pH** respectifs,  $\text{pH}_1 = 2,4$  et  $\text{pH}_2 = 2,9$ .  
 a- Justifier que les acides **HCOOH** et **CH<sub>3</sub>COOH** sont faibles.  
 b- Comparer les forces des acides **HCOOH** et **CH<sub>3</sub>COOH**. Justifier la réponse.
- 3) On dose séparément un même volume  $V_a = 10 \text{ mL}$  de chacune des solutions aqueuses des acides **HCOOH** et **CH<sub>3</sub>COOH** par une même solution aqueuse (**S<sub>b</sub>**) d'hydroxyde de sodium **NaOH** de concentration  $C_b$ . Le suivi pH-métrique des deux dosages a permis de tracer les courbes de la **figure 2**; où  $V_b$  représente le volume ajouté de la solution (**S<sub>b</sub>**).

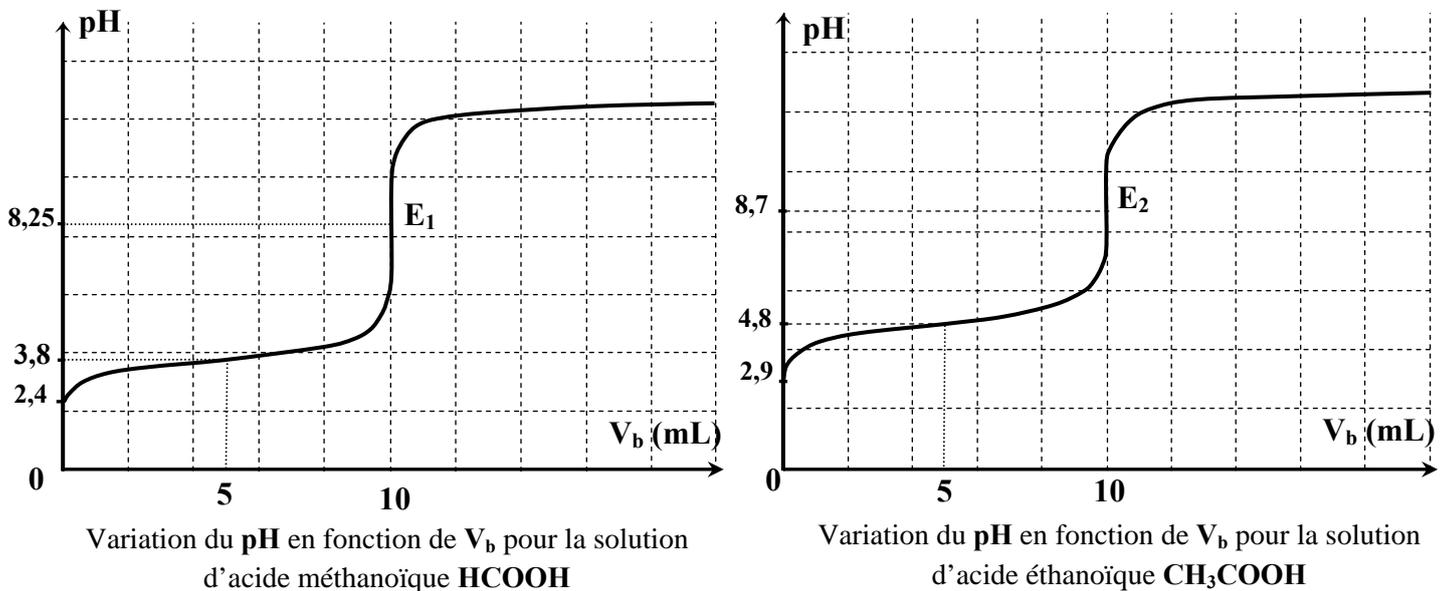


figure 2

$E_1$  et  $E_2$  désignent les points d'équivalence.

- a- Déterminer  $C_b$ .  
 b- Préciser les valeurs de  $\text{pK}_{a1}$  du couple **HCOOH/HCOO<sup>-</sup>** et de  $\text{pK}_{a2}$  du couple **CH<sub>3</sub>COOH/CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>**.  
 c- Vérifier que les valeurs de  $\text{pK}_{a1}$  et  $\text{pK}_{a2}$  trouvées confirment la réponse à la question 2) b-.

## PHYSIQUE (13 points)

### Exercice 1 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

#### L'aube du courant électrique

En 1825 Jean-Daniel Colladon, qui appartient au cercle de savants qui font de Genève un grand centre scientifique, tente une expérience. Il présente le pôle d'un fort aimant à l'extrémité d'une hélice (bobine) comportant un grand nombre de spires isolées par de la soie. Pour détecter un éventuel courant induit, il utilise un galvanomètre très sensible... « Pour éviter toute influence possible de l'aimant sur le galvanomètre très sensible dont je me servais, j'avais porté ce galvanomètre dans une chambre éloignée de celle où j'opérais..., après quoi je revins vers la spire [l'hélice] et je rapprochai un des pôles du gros aimant de l'hélice, puis, sans me presser, je retournai vers le galvanomètre et je constatai que son index était exactement au même point qu'auparavant ; ... ne soupçonnant pas que l'induction put être un effet seulement instantané, dû au rapprochement ou à l'éloignement réciproque de l'hélice et de l'aimant, je ne pouvais mieux opérer. » (Jean-Daniel Colladon).

Le premier octobre en 1831, Faraday obtient des courants induits en enroulant cette fois deux bobines l'une au-dessus de l'autre sur un cylindre de bois. " Il n'y a donc pas besoin d'un aimant ". Puis, avec une pile puissante et un galvanomètre plus sensible, il parvient à déceler la production d'un faible courant induit. Le 17 octobre, un effet d'induction est à nouveau produit à l'aide d'un aimant, cette fois-ci en l'enfonçant très rapidement dans la bobine ou en le retirant. Une vague d'électricité est donc produite...

*D'après « Ampère et l'histoire de l'électricité » par Christine Blondel et Bertrand Wolff*

- 1) Faire un schéma annoté du dispositif de l'expérience tentée par Jean-Daniel Colladon pour produire un courant induit.
- 2) Donner la raison pour laquelle Jean-Daniel Colladon a éloigné le galvanomètre de la bobine.
- 3) Expliquer pourquoi Jean-Daniel Colladon n'a pas pu détecter un courant induit.
- 4) Donner, en s'inspirant des expériences tentées par Colladon et Faraday, les conditions nécessaires pour produire un courant induit.

### Exercice 2 (6 points)

Les deux circuits électriques (a) et (b) schématisés sur la **figure 3, de la page 5/5 à compléter par le candidat et à remettre avec la copie**, comportent chacun : une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un condensateur de capacité  $C$ , un conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \Omega$ , un générateur (GBF) délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence  $N$  réglable et d'amplitude  $U_m$  constante et un ampèremètre  $A$ .

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément les tensions  $u(t)$  sur la voie  $Y_A$  et  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur sur la voie  $Y_B$ . Pour une fréquence  $N_1$  du (GBF), on obtient les oscillogrammes de la **figure 4** visualisés avec les sensibilités suivantes :

- sensibilité horizontale :  $2 \text{ ms.div}^{-1}$ .
- sensibilités verticales : voie  $Y_A$  :  $2 \text{ V.div}^{-1}$   
et voie  $Y_B$  :  $4 \text{ V.div}^{-1}$ .

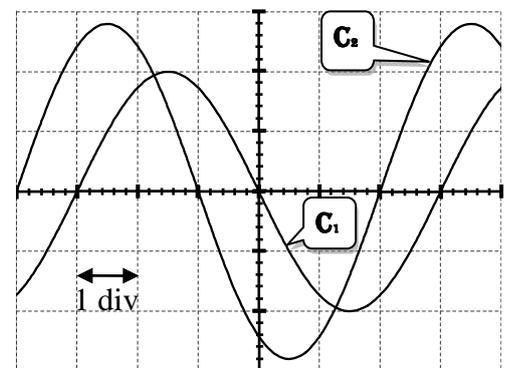


figure 4

- 1) a- Choisir le schéma convenable (a) ou (b) de la **figure 3 de la page 5/5** et y indiquer les connexions avec l'oscilloscope permettant de visualiser simultanément les tensions  $u(t)$  et  $u_C(t)$ .  
b- Justifier que l'oscillogramme (C) correspond à  $u_C(t)$ .

- 2) En exploitant les oscillogrammes de la **figure 4**, déterminer :
- a- les valeurs des amplitudes  $U_m$  et  $U_{Cm}$  respectivement des tensions  $u(t)$  et  $u_C(t)$  ;
  - b- la valeur de la fréquence  $N_1$ .
- 3) a- Montrer que l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant électrique est en avance de phase de  $\frac{\pi}{6}$  rad par rapport à  $u(t)$ .
- b- Dédire si le circuit est capacitif ou inductif.
- 4) Soit  $Z$  l'impédance du circuit.
- a- Montrer que :  $20\pi N_1 Z C = 7$ .
  - b- Sachant que  $Z = 74,5 \Omega$ , déterminer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.
  - c- Déterminer la valeur de l'intensité  $I$  du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.
- 5) Un wattmètre convenablement branché dans le circuit indique que celui-ci consomme une puissance électrique moyenne  $P = 182 \text{ mW}$ .
- a- Calculer la valeur de  $r$ .
  - b- Déterminer la valeur de  $L$ .

### Exercice 3 (4 points)

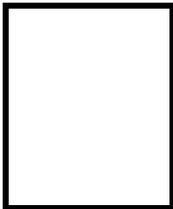
On donne :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

Les niveaux d'énergie  $E_n$  de l'atome d'hydrogène sont donnés par l'expression :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)} ; \text{ où } n \text{ est un entier naturel non nul.}$$

La **figure 5 de la page 5/5 à compléter et à rendre avec la copie**, représente le diagramme d'énergie de l'atome d'hydrogène.

- 1) Compléter le diagramme de la **figure 5**.
- 2) a- Calculer, en eV, l'énergie d'un photon capable de provoquer la transition de l'atome d'hydrogène du niveau  $n = 1$  au niveau  $n = 3$ .
- b- Dédire la valeur de la fréquence  $\nu$  de la radiation correspondante.
- 3) On envoie, sur un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental, un faisceau de lumière constitué de deux radiations lumineuses, l'une de fréquence  $\nu_1 = 4,18 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$  et l'autre d'énergie de photon  $W_2 = 2,86 \text{ eV}$ .
- a- Montrer que l'atome d'hydrogène peut s'ioniser sous l'effet de la radiation de fréquence  $\nu_1$ .
- b- Justifier que la radiation d'énergie  $W_2$  ne peut pas interagir avec l'atome d'hydrogène.



Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....  
 Nom et prénom : .....  
 Date et lieu de naissance : .....



Signatures des  
surveillants

.....  
 .....



Epreuve : Sciences physiques (section mathématiques)

à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie.

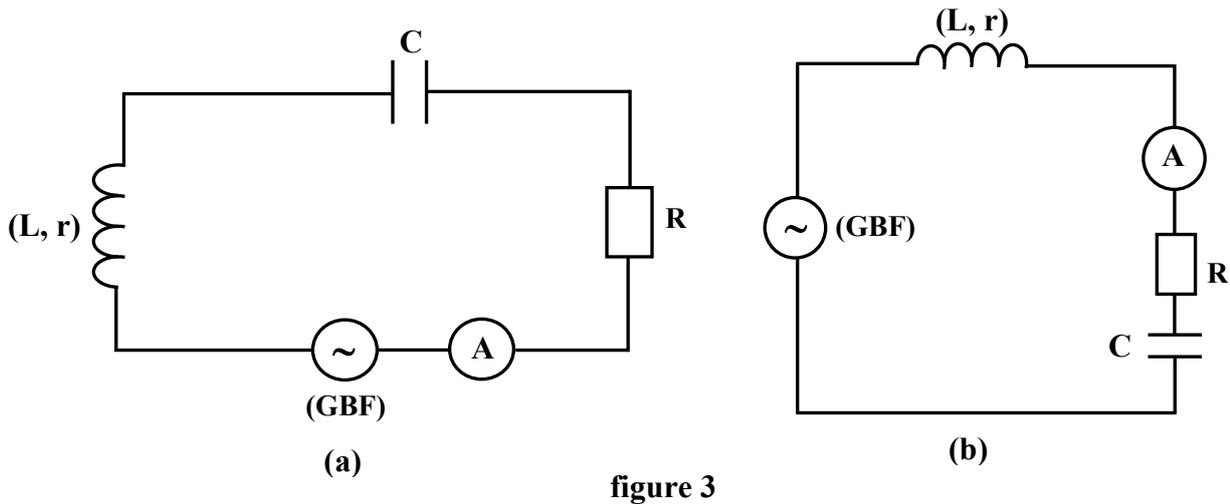


figure 3

**Diagramme énergétique  
de l'atome d'hydrogène**

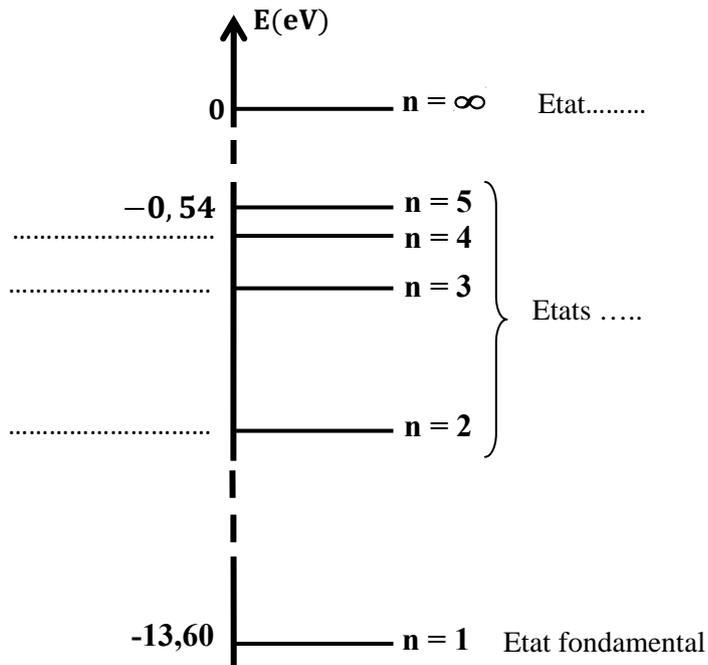


figure 5