ACADEMIE DE RUFISQUE : LYCEE DE KOUNOUNE

BAC BLANC AVRIL 2017

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

SERIE :S2 **Professeur: M.DIAGNE**

DUREE : 4H **COEFFICIENT :6**

- Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.
- Les portables et tablettes androïdes ne sont pas autorisés
- Ce sujet comporte 5 pages y compris celle-ci et un papier millimétré

EXERCICE1 : *(4points)*

La glycine, ou acide 2-amino éthanoïque, et l'alanine ou acide 2-amino propanoïque sont les acides α-aminés les plus simples.

1.1 Identifier les groupes caractéristiques présents sur ces deux molécules. ***(0,5 point)***

1.2. Représenter l'alanine de façon à mettre en évidence le carbone asymétrique. Combien existe-t-il de stéréoisomères de l'alanine. Préciser leur nature.

Qu'en est-il de la glycine ? ***(1 point)***

2. En solution aqueuse, il se forme presque exclusivement un ion dipolaire, appelé amphion ou zwitterion.

2.1 Définir un acide et une base selon Brønsted. ***(0,25 point)***

2.2 Quel est l'acide conjugué de cet amphion (on donne $pK_{A1} = 2,3$) ?

Écrire alors l'équation de la réaction de cet amphion avec l'eau.

Quel est ici le rôle de l'eau ? Celui de l'amphion ? ***(0,5 point)***

3. Quelle est la base conjuguée de cet amphion (on donne $pK_{A2} = 9,9$) ?

Écrire alors l'équation de la réaction de cet amphion avec l'eau.

Quel est ici le rôle de l'eau et celui de l'amphion ? ***(0,5 point)***

4. Comment peut-on qualifier cet amphion ? ***(0,25 point)***

5 Les valeurs respectives des pK_A des couples acido-basiques sont $pK_{A1} = 2,3$ et $pK_{A2} = 9,9$.

5.1. Sur un axe de pH, indiquer les domaines de prédominance de chaque couple de l'alanine. ***(0,5 point)***

5.2. On acidifie la solution aqueuse de l'alanine, on obtient un pH de 2. Quelle est l'espèce majoritaire ? Que se passe-t-il si la solution a un pH = 6, un pH = 11 ? ***(0,5 point)***

EXERCICE2 : *(4points)*

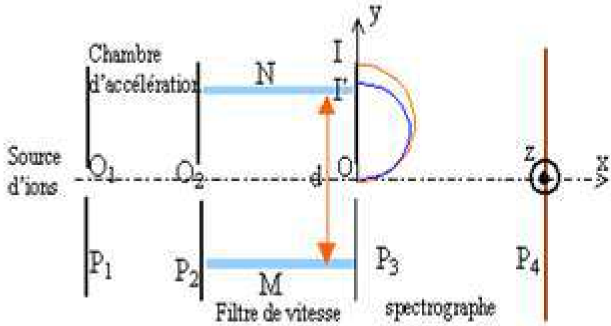
A 25°C, une solution contenant des ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ et des ions I^- se transforme lentement. Le tableau ci-contre traduit l'évolution d'un système contenant initialement 10 mmol de peroxodisulfate d'ammonium et 50 mmol d'iodure de potassium.

t(min)	0	2,5	5	10	15	20	25	30
$S_2O_8^{2-}$	10	9	8,3	7	6,15	5,4	4,9	4,4

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction sachant qu'elle fournit du diiode et des ions sulfate (SO_4^{2-}) ***(0,5 point)***
2. Tracer la courbe $n(S_2O_8^{2-})$ mmol = f(t) ***(0,5 point)***
3. Déterminer la composition du mélange réactionnel pour t = 7,5min ***(1 point)***
4. Déterminer en précisant son unité, la vitesse de disparition des ions peroxodisulfate pour t= 7,5min. Quelle est alors la vitesse de formation du diiode à cette même date? ***(1 point)***
5. Le mélange initial est-il stœchiométrique? Déterminer le temps de demi-réaction. ***(1point)***

EXERCICE3 : *(4points)*

Des ions positifs isotopes du zinc $^{68}Zn^{2+}$ et $^{x}Zn^{2+}$ de même charge q=2e avec e=1,6 10^{-19}C, de masse respective m= 68u et m'= xu avec u= 1,67 10^{-27} kg, émis à partir du point O_1 avec une vitesse initiale négligeable, sont accélérés entre O_1 et O_2 par la tension $|U_0| = |U_{P1P2}|$=5 kV existant entre les plaques P_1 et P_2. Ils se déplacent dans le vide suivant la direction Ox. On négligera le poids devant les autres forces.



I- ACCELERATION DES IONS :

1. Quel est le signe de la tension U_0?
2. Calculer la vitesse v de l'isotope $^{68}Zn^{2+}$ en O_2.
3. Si v et v' désignent respectivement les vitesses en O_2 des deux isotopes, donner la relation entre v, v', m et m'.
4. Le rapport v' / v =1,03; en déduire la valeur entière x du nombre de masse de l'ion $^{x}Zn^{2+}$.

II- FILTRE DE VITESSE :

Arrivés en O_2, les ions pénètrent dans un filtre de vitesse constitué par :

- Deux plaques horizontales M et N distantes de d=20 cm entre lesquelles on établit une différence de potentiel $U=V_M-V_N=1,68$ kV.
- Un dispositif du type bobines de Helmholtz qui crée dans l'espace interplaques un champ magnétique de direction O_2z, perpendiculaire aux vitesses v et v' ainsi qu'au champ électrique E.

1. Quel doit être le sens du champ magnétique B pour que les ions $^{68}Zn^{2+}$ arrivant en O_2 avec la vitesse v traversent le dispositif en ligne droite?
2. Exprimer B en fonction de v, U, d. Calculer B en mT.
3. Répondre par vrai ou faux à la proposition suivante: " les ions $^{x}Zn^{2+}$ qui arrivent en O_2 avec la vitesse v' sont déviés vers la plaque N".
4. Quelle doit être la valeur de B' du champ magnétique pour que les ions $^{x}Zn^{2+}$ traversent le dispositif sans subir de déviation.

III- SPECTROGRAPHE DE MASSE :

En faisant varier la valeur du champ magnétique dans le filtre de vitesse, on peut faire passer par le point O l'un ou l'autre des isotopes. Les ions pénètrent alors dans un champ magnétique B_0 dirigé suivant Oz tel que B_0=0,5 T.

1. Quel doit être le sens de ce champ pour que les ions soient déviés vers les y positifs?
2. Donner l'expression du rayon R de la trajectoire de l'ion de masse m et de charge q et de vitesse v.
3. Exprimer la différence R-R' des rayons des trajectoires que décrivent les deux sortes d'ions en fonction de R et de x..

La distance entre les points d'impact I et I' sur la plaque P_3 est II'=a= 7,2 mm. Exprimer en fonction de a et R le nombre de masse x de l'ion $^{x}Zn^{2+}$ et calculer sa valeur numérique

EXERCICE4 : Découverte d'une exo-planète habitable *(4points)*

Une planète " de type terrestre habitable", capable d'abriter une vie extra-terrestre, a été détactée pour la première fois hors de notre système solaire par une équipe d'astronomes européens. Cette exo-planète, nommée Gliese c, qui orbite autour de l'étoile Gliese 581 à 20,5 années lumière est la première et la plus légère des quelques 200 connues à ce jour à posséder à la fois une surface solide ou liquide et une température proche de celle de la terre, selon ses découvreurs. (auteur de l'étude : Stéphane Udry Genève).

La température moyenne de cette super Terre est comprise entre 0 et 40 °C, ce qui autorise la présence d'eau liquide à sa surface.

Source : Dépèche AFP/cab d'après communiqué de presse du CNRS avril 2007.

Dans tout l'exercice, l'étoile Gliese 581 est notée E et son exo-planète est notée C.

Données : caractéristiques de la planète C :

Valeur du champ de gravitation à sa surface g_0 = 22 N / kg.

Masse estimée M_C= 3,0 10^{25} kg. Rayon estimé R_C=9,6 10^6 m ; 1 U.A = 1,50 10^{11} m.

La résolution de cet exercice se fait sans utiliser la valeur numérique de la constante de gravitation universelle G.

1ère partie : cette étude se fera dans un référentiel galiléen lié au centre de la planète C.

1. Étude de la gravitation à la surface de la planète C.

1.1. Représenter sur un schéma la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par la planète C de masse M_C et de rayon R_C sur un objet A de masse m situé à l'altitude h.

1.2. Donner l'expression de la valeur de cette force en fonction de M_C, m, R_C, h et de la constante de gravitation universelle G.

1.3. La valeur g du champ de gravitation est définie par la relation : $g = \frac{F}{m}$.

En déduire l'expression de la valeur g_0 du champ de gravitation à la surface de la planète C en fonction de M_C, R_C et de la constante de gravitation universelle G.

2. Vitesse d'un satellite de la planète C

2.1. Déterminer l'expression de la valeur V_1 de la vitesse de l'objet A de masse m satellisé sur une orbite circulaire à l'attitude h.

2.2. Montrer que si h est négligeable devant R_C, $V_1 = \sqrt{\frac{GM_C}{R_C}}$.

3. 3.1 Définir la vitesse de libération V_2 d'un objet A situé à la surface d'une planète.

3.2 Exprimer cette vitesse de libération V_2 en fonction de G, M_C et R_C, puis en fonction de g_0 et R_C.

3.3 Calculer la vitesse de libération pour la planète C, et la comparer à la vitesse de libération pour la Terre qui est de 11,2 $km.s^{-1}$.

<u>2^{eme} partie :</u> cette étude se fera dans un référentiel, considéré comme galiléen, lié au centre de l'étoile E.

L'étoile E possède trois planètes actuellement identifiées : Gliese b notée B, Gliese c notée C et Gliese d notée D.
On considère que ces trois planètes se déplacent sur des orbites pratiquement circulaires.
Le tableau ci-dessous regroupe quelques caractéristiques de ces planètes.

	B	C	D
Période (jours)	$T_b = 5{,}366$	$T_c = 12{,}93$	$T_d = 84{,}4$
Rayon trajectoire (U.A.)	$r_b = ?$	$r_c = 7{,}27.10^{-2}$	$r_d = 2{,}54.10^{-1}$

1. La vitesse V d'une planète en mouvement circulaire uniforme autour de son étoile est donnée par la relation $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, r désignant le rayon de la trajectoire.

Donner la signification de la lettre M intervenant dans cette relation.

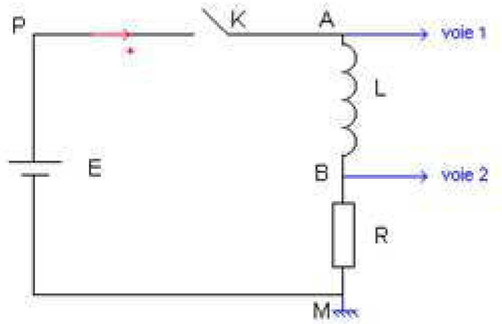
2. Rayon de la trajectoire de la planète B

2.1. Énoncer la troisième loi de Kepler, relative à la période de révolution de la planète autour de son étoile.

2.2. Calculer la valeur de la constante de proportionnalité intervenant dans cette loi en utilisant les données du tableau précédent. <u>On utilisera le jour pour unité de temps et l'unité astronomique pour unité de distance.</u>

2.3. Calculer, en unité astronomique, le rayon de la trajectoire de la planète B.

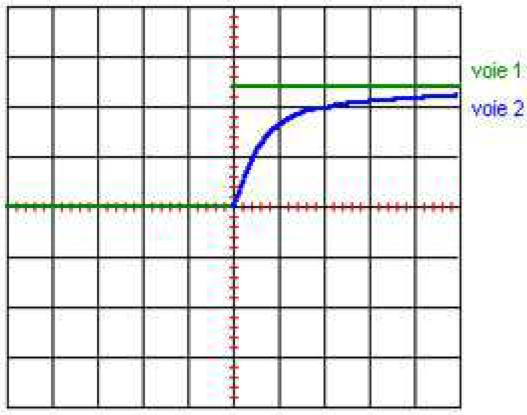
EXERCICE5 : ***(4points)***



On considère le montage suivant :
Pour visualiser les tensions on utilise un oscilloscope à mémoire.

5.1 Etude expérimentale.

A la date t = 0, on relie K à P. Sur l'écran de l'oscilloscope on enregistre les graphes suivants :



5.1.1 Quelle est la tension observée sur la voie 1 ? Justifier l'appellation échelon de tension.

5.2.2 Quelle est la tension observée sur la voie 2 ?

5.1.3 Que peut-on dire de l'effet de la bobine sur l'établissement du courant ?

5.2 Etude théorique.

Etablir l'équation différentielle reliant l'intensité du courant i à la date t. On appelle R la résistance totale du circuit.

5.3 Vérifier que i= $\frac{E}{R}\left[1-exp-(\frac{R}{L}t)\right]$ est solution de cette équation différentielle.

Calculer la constante de temps du circuit, définie par $\tau = \frac{L}{R}$.

On donne R = 4,0 W , L = 120 mH.

5.4 Calculer la valeur de i aux dates 0, , 5 τ et pour t⟶ ∞. On donne E = 12 V.

Tracer l'allure de la courbe donnant i en fonction de t.

Montrer que la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ du dipôle L, R est égale à la date pour laquelle la tangente à la courbe, tracée à l'origine des temps, coupe l'asymptote horizontale.

Cette constante de temps τ caractérise le retard à l'établissement du courant dans le circuit.

5.5 Calculer l'énergie magnétique "stockée" dans la bobine à la date t = 0 puis en régime permanent (pour t⟶ ∞).

5.6 Calculer, à la date τ, les tensions u_{AB}, u_{BM} et u_{AM}.

Correction de l'épreuve de l'examen Blanc

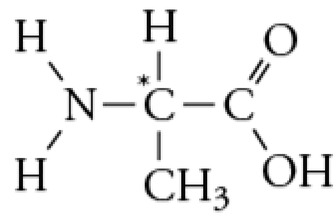
Exercice 1 (4points)

1.1 Reconnaître les groupes fonctionnels organiques *(0,5pts)*

Deux groupes caractéristiques sont présents sur chaque molécule : le groupe carboxylique — COOH et le groupe amine $-NH_2$

1.2 Déterminer des molécules énantiomères (*0,25x4pts)*

Un carbone asymétrique est lié à quatre atomes ou groupements d'atomes différents. Il existe donc deux configurations image l'une de l'autre et non superposables. Il s'agit d'un couple d'énantiomères noté D ou L.



La formule semi-développée de l'alanine est donnée ci-contre :

CH_3-CH(NH_2)-COOH

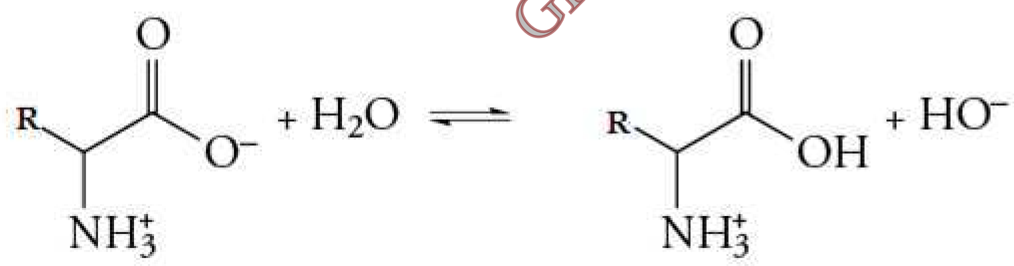
La glycine ne possède pas de carbone asymétrique donc pas de possibilité de stéréo-isomères de configuration.

2 1. Définition d'une base et d'un acide *(0,25pts)*

Un acide selon Bronsted est une espèce capable de libérer un proton ; inversement, une base est capable de le capter.

2.2 Déterminer un acide conjugué et écrire une réaction acido-basique *(0,25x2pts)*

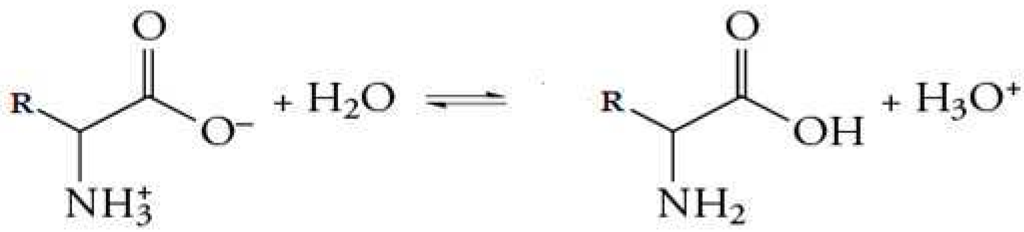
Puisqu'on cherche un acide conjugué, on en déduit que l'Amphion joue un rôle de base, il va capter un proton grâce au groupe $-COO^-$. L'eau joue alors le rôle d'acide. L'équation de la réaction est :



Base 1 Acide 2 Acide conjugué 1 Base 2

3. Déterminer une base conjuguée et écrire une réaction acido-basique *(0,25x2pts)*

Puisqu'on cherche une base conjuguée, on en déduit que l'Amphion joue un rôle d'acide, il va céder un proton grâce au groupe$-NH_3^+$. L'eau joue le rôle de base. L'équation de la réaction est :



Acide 1 Base 2 Base conjuguée 1 Acide 2

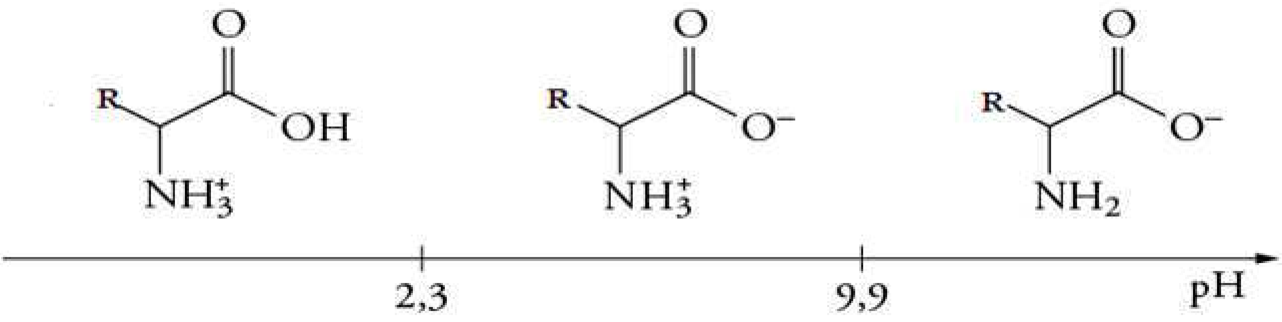
Notez bien

Les acides aminés ont toujours cette particularité ampholyte.

4. Définition d'un ampholyte*(0,25pt)*

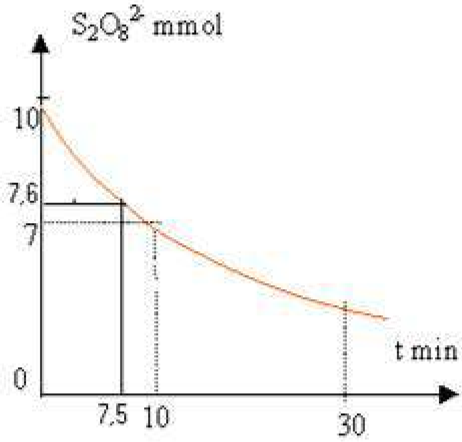
L'amphion se comporte comme un acide ou une base, c'est un ampholyte.

5 1. Domaine de prédominance*(0,5pt)*



5.2. Prévoir l'espèce majoritaire à partir du pH et du diagramme de prédominance*(0,25x2pts)*

Lorsque pH = 2, l'espèce majoritaire est l'acide conjugué de l'amphion. Lorsque pH = 6, l'espèce majoritaire est l'amphion, et à pH = 11, la base conjuguée de l'amphion devient à son tour majoritaire.



<u>**Exercice2 : (4points)**</u>

1. <u>**Equation bilan de la reaction:**</u> $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$**.(0,5pt)**
2. **Tracé de la courbe $n(S_2O_8^{2-})$ mmol = f(t)**

(0,5pt)

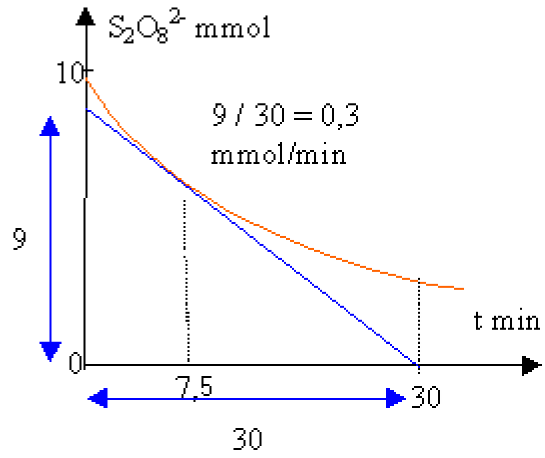
3. **Composition du mélange à t=7,5 min: $^-$.(0,25x4pt)**

Le graphe donne la quantité de matière d'ion peroxodisulfate : voisine de 7,6 mmol

Faisons un tableau d'avancement :

	$S_2O_8^{2-}$	I^-	I_2	SO_4^{2-}
départ	10 mmol	50 mmol	0	0
en cours	10-x	50-2x	x	2x
t=7,5 min	7,6 (10-2,4)	50-2*2,4 = 45,2 mmol	2,4 mmol	2*2,4 = 4,8 mmol
t½	5 mmol	40 mmol	5 mmol	10 mmol
fin	0	50-20 = 30 mmol	10 mmol	20 mmol

4. La vitesse de disparition du peroxodisulfate à t=7,5 min et de formation du diiode à cette même date



La vitesse de disparition du peroxodisulfate à t=7,5 min est voisine de 0,3 mmol/min =$5.10^{-6} mol/s$ **(0,5pt)**

d'après la relation de proportionnalité entre les nombres de mol $n(S_2O_8^{2-})=n(I_2)$

donc $v_d(S_2O_8^{2-})=v_f(I_2)$= 0,3 mmol/min **(0,5pt)**

5. D'après le tableau d'avancement (ci-dessus) à la fin l'un au moins des réactifs a disparu soit $10-x_{max}=0$ ou $50-2x_{max}=0$; x_{max}=10 mmol et les ions iodures sont en excès. Donc le mélange initial n'est pas stœchiométrique **(0,5pt)**

le temps de demi réaction est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a disparu : cela correspond à 5 mmol de peroxodisulfate. $\tau_{1/2}$=24min **(0,5pt)**

Exercice3 : (4pts)

I- ACCELERATION DES IONS :

1. Le signe de la tension U_0 **(0,25pt)**

   Les ions sont accélérés entre O_1 et O_2 : ces ions sont soumis à la seule force électrique dont le travail de celle-ci est donc positif $2e(V_{p1}-V_{p2})$=$2eU_{P1P2}$ positif la charge étant positive alors la tension U_{P1P2} est positif

2. Calculons la vitesse v de l'isotope $^{68}Zn^{2+}$ en O_2.

   D'après le théorème de l'énergie cinétique entre O_1 et O_2:

$\frac{1}{2}mv^2$- 0=$2eU_0$ $\Rightarrow$ v^2=$\frac{4eU_0}{m}$ avec $U_0 = 5kV = 5000V$ et m=68u

$v = \sqrt{\frac{4eU_0}{m}}$ **AN : $v = \sqrt{\frac{4x1,6.10^{-19}x5000}{68x1,67.10^{-27}}}$** donc v=$1,68.10^5 m/s$ **(0,25pt)**

3. Si v et v' désignent respectivement les vitesses en O_2 des deux isotopes, donnons la relation entre v, v', m et m'

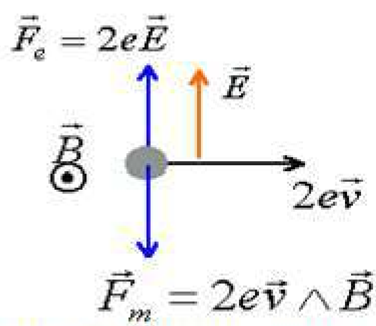
   $\frac{1}{2}mv^2$=$2eU_0$ et $\frac{1}{2}m'v'^2$=$2eU_0$ donc $mv^2 = m'v'^2 \Rightarrow (\frac{v'}{v})^2 = \frac{m}{m'}$ **(0,25pt)**

4. Le rapport v' / v =1,03; en déduisons la valeur entière x du nombre de masse de l'ion $^{x}Zn^{2+}$

   $(\frac{v'}{v})^2 = \frac{168u}{xu}$ $\Rightarrow (\frac{v'}{v})^2 = \frac{168}{x}$ $\Rightarrow 1,03^2=\frac{168}{x}$ d'où x=64 **(0,25pt)**

II- FILTRE DE VITESSE :

1. Le sens du champ magnétique $\vec{B}$: sortant **(0,25pt)**



2. Exprimons B en fonction de v, U, d. **(0,25pt)**

Le champ électrique pointe vers le plus petit potentiel donc vers N.

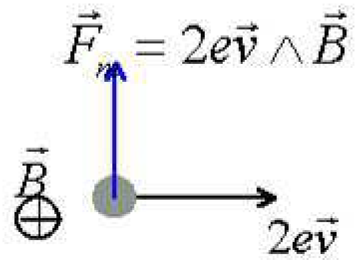
Le mouvement est rectiligne uniforme, les deux forces électrique et magnétique se compensent $\vec{F}_m + \vec{F}_e = \vec{0} \Longrightarrow F_m = F_e \Longrightarrow$ 2evB=2eE $\Longrightarrow$E=vB avec E=$\frac{U}{d}$ donc $\frac{U}{d}$ = vB $\Longrightarrow$ B=$\frac{U}{d.v}$

Calculons B en mT : B=$\frac{1{,}68.10^3}{0{,}2x\,1{,}68.10^5}$ **B=0,05T=50mT** **(0,25pt)**

3. Vrai. Car la vitesse v' des ions $^xZn^{2+}$est supérieure à v. La vitesse intervient dans l'expression de la force magnétique, la force magnétique est supérieure à la force électrique et les ions $^xZn^{2+}$ sont deviés vers le bas(vers les y négatifs) **(0,25pt)**
4. La valeur de B'

B'=$\frac{U}{d.v'}$; B'=$\frac{U}{d.v'}$= $B\,\frac{v}{v'}$ AN : B'= $\frac{50}{1{,}03}$; **B'=48,5mT** **(0,25pt)**

III. SPECTROGRAPHE DE MASSE :



1. Le sens de $\vec{B}$ pour que les ions soit deviés vers les y positifs **(0,25pt)**
2. Donnons l'expression du rayon R de la trajectoire de l'ion de masse m et de charge q et de vitesse v.

R=$\frac{m.v}{q.B}$=$\frac{m.v}{2e..B}$ **(0,25pt)**

3. Exprimons la différence R-R' des rayons des trajectoires que décrivent les deux sortes d'ions en fonction de R et de x.

On a R'=$\frac{m'.v'}{2e..B}$; donc R-R'=$\frac{m.v}{2e..B}$- $\frac{m'.v'}{2e..B}$ =$\frac{1}{2eB}$(mv-m'v')= $\frac{mv}{2eB}$ (1-$\frac{m'v'}{mv}$) donc il en résulte que

R-R'= R(1- $\frac{1{,}03x}{68}$) **(0,5pt)**

Exprimer en fonction de a et R le nombre de masse x de l'ion $^xZn^{2+}$et calculer sa valeur numérique

On a II'=a= 2(R-R') soit a=2 R(1- $\frac{1{,}03x}{68}$) $\Longrightarrow$1- $\frac{1{,}03x}{68}$=$\frac{a}{2R}$ $\Longrightarrow$ $\frac{1{,}03x}{68}$= 1-$\frac{a}{2R}$ $\Longrightarrow$ **x=$\frac{68}{1{,}03}$(1-$\frac{a}{2R}$)** **(0,5pt)**

Calculons R : R=$\frac{m.v}{2e..B}$ AN : R=$\frac{68x\;1{,}67.10^{-27}x1{,}68.10^5}{2x1{,}6.10^{-19}X0{,}5}$ R=0,119m

Donc calculons x

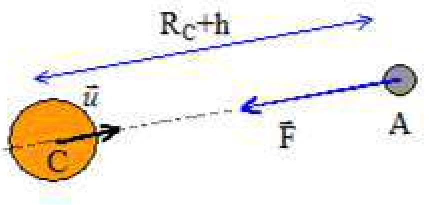
x=$\frac{68}{1{,}03}$(1-$\frac{0{,}0072}{2x0{,}119}$) **x=64** **(0,5pt)**

EXERCICE4 : Découverte d'une exo-planète habitable *(4points)*

Première partie : cette étude se fera dans un référentiel galiléen lié au centre de la planète C.

1. Etude de la gravitation à la surface de la planète C.

1.1. Représentons sur un schéma la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par la planète C de masse M_C et de rayon R_C sur un objet A de masse m situé à l'altitude h. **(0,25pt)**



1.2. Donner l'expression de la valeur de cette force en fonction de M_C, m, R_C, h et de la constante de gravitation universelle G. $F = G\frac{M_C m}{(R_C+h)^2}$ **(0,25pt)**

1.3 Déduction de l'expression de la valeur g_0 du champ de gravitation à la surface de la planète C en fonction de M_C, R_C et de la constante de gravitation universelle G.

La valeur g du champ de gravitation est défini par $g = \frac{F}{m} .= G\frac{M_C}{(R_C+h)^2}$

A la surface de la planète C h=0 donc $g_0 = G\frac{M_C}{{R_C}^2}$ **(0,25pt)**

2.1. Déterminer l'expression de la valeur V_1 de la vitesse de l'objet A de masse m satellisé sur une orbite circulaire à l'attitude h.

D'après la seconde loi de Newton $\vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{F} = G\frac{M_C m}{(R_C+h)^2}(-\vec{u}) = m\,a(-\vec{u})$$

$$\left.\begin{array}{l} \vec{a} = G\dfrac{M_C}{(R_C+h)^2}(-\vec{u}) \\ \\ \vec{a}_N = \dfrac{v_1^2}{R_C+h}(-\vec{u}) \end{array}\right\} \quad G\frac{M_C}{(R_C+h)^2} = \frac{v_1^2}{R_C+h} \text{ soit } v_1^2 = G\frac{M_C}{R_C+h}\,; \quad \boxed{v_1 = \sqrt{G\frac{M_C}{R_C+h}}}$$

(0,25pt)

2.2. Montrons que si h est négligeable devant R_C, $V_1 = \sqrt{\frac{GM_C}{R_C}}$

Si $h \ll R_C$ alors $R_C + h \approx R_C$ d'où $V_1 = \sqrt{\frac{GM_C}{R_C}}$ **(0,25pt)**

3.1 Définition de la vitesse de libération V_2 d'un objet A situé à la surface d'une planète.
On appelle vitesse de libération la valeur minimale de la vitesse que doit posséder un objet A situé à la surface d'une planète pour quitter le champ de gravitation de celle-ci. **(0,25pt)**

3.2 Exprimer cette vitesse de libération V_2 en fonction de G, M_C et R_C, puis en fonction de g_0 et R_C . **(0,25x2pt)**

$E_{C2} + E_{p2} = E_{C\infty} + E_{p\infty} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{GmM_C}{R_C} = 0 \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2GM_C}{R_C}}$ puis en fonction de g_0 et R_C .

A la surface de la planète C $G.M_C = g_0 R_C^2$ donc $V_2 = \sqrt{2g_0 R_C}$

3.3 Calculons la vitesse de libération pour la planète C

$V_2 = \sqrt{22x9{,}6.10^6} = 20{,}5$ km/s **(0,25pt)**

Comparaison à la vitesse de libération pour la Terre qui est de 11,2 $km.s^{-1}$.

$\frac{V_2}{V_{LT}} = \frac{20{,}5}{11{,}2} = 1{,}8 \cong 2$ donc $V_2 \cong 2V_{LT}$ donc la vitesse de libération pour la planète C est presque le double à la vitesse de libération sur la Terre. **(0,25pt)**

<u>Deuxième partie : cette étude se fera dans un référentiel galiléen lié au centre de l'étoile E</u>.

L'étoile E possède trois planètes actuellement identifiées : Gliese b notée B, Gliese c notée C et Gliese D notée D. On considère que ces planètes se déplacent sur des orbites quasiment circulaires. Le tableau ci-dessous regroupe quelques caractéristiques de ces planètes :

	B	C	D
période (jours)	$T_b=5{,}366$	$T_c=12{,}93$	$T_d=84{,}4$
rayon trajectoire (U.A)	r_b	$r_c=7{,}27\ 10^{-2}$	$r_d=0{,}254$

La vitesse V d'une planète en mouvement circulaire autour de son étoile est donnée par la relation $V=[GM/r]^{½}$, r désignant le rayon de la trajectoire.

1. **Donnons la signification de la lettre M intervenant dans cette relation.**

M est la masse de l'astre (étoile) centrale. **(0,25pt)**

2.1 Enonçons la 3^{è} loi de Kepler, relative à la période de révolution de la planète autour de son étoile : le carré de la période de révolution de la planète autour de son étoile est proportionnel au cube de son rayon **$T^2/r^3 = 4\pi^2/(MG)$= Constante**. **(0,25pt)**

2.2 Calculons la valeur de la constante de proportionnalité intervenant dans cette loi.

(utiliser le jour comme unité de temps et l'U.A comme unité de distance) **(0,5pt)**

	B	C	D
période (jours)	$T_b=5{,}366$	$T_c=12{,}93$	$T_d=84{,}4$
rayon trajectoire (U.A)	r_b	$r_c=7{,}27\ 10^{-2}$	$r_d=0{,}254$
période au carrée ($jour^2$)	$5{,}366^2=28{,}794$	$12{,}93^2 =167{,}18$	$84{,}4^2 =7123{,}36$
rayon trajectoire au cube ($U.A^3$)		$(7{,}27\ 10^{-2})^3=3{,}84\ 10^{-4}$	$0{,}254^3=1{,}638\ 10^{-2}$
T^2/r^3	**$4{,}35\ 10^5\ j^2\ UA^{-3}$**		

2.3 Calculer en unité astronomique le rayon de la trajectoire de la planète B.

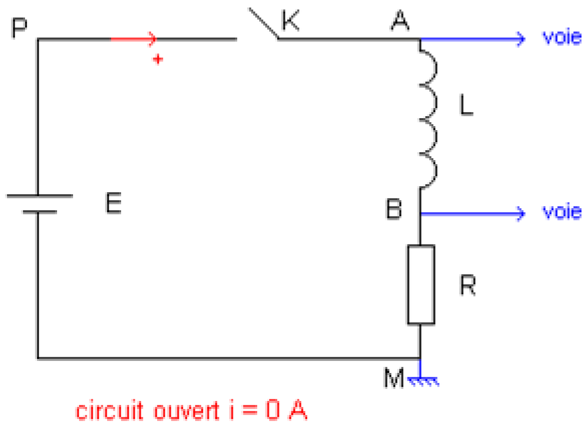
$r_b^3 = T_b^2/4{,}35\ 10^5 = 28/794/4{,}35\ 10^5 = 6{,}619\ 10^{-5}$. Prendre la racine cubique.

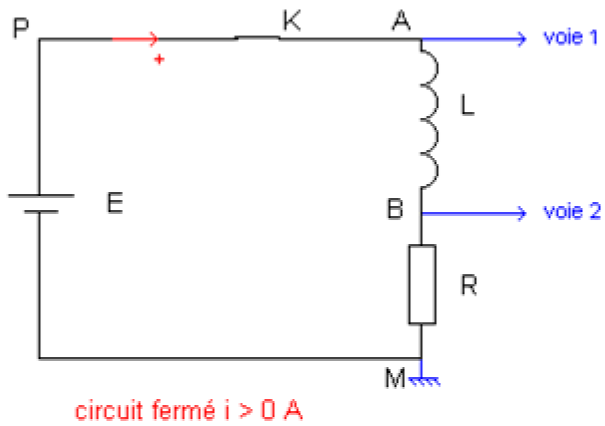
$r_b=4{,}0451\ 10^{-2} \sim$ **$4{,}05\ 10^{-2}$ U.A.** **(0,5pt)**

<u>Exercice5 :</u> *(4points)*

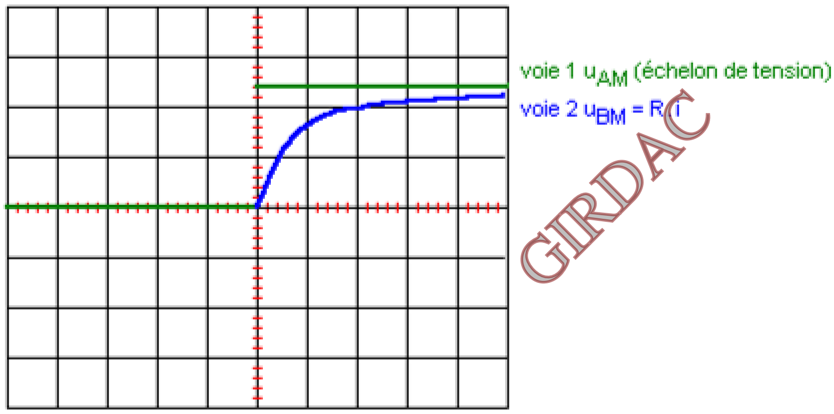
5.1.1 La tension observée sur la voie1 **(0,25pt)**

• Sur la voie 1, on observe la différence de potentiel $V_A - V_M$ égale à la tension u_{AM}. Cette tension vaut initialement 0 V, lorsque le circuit est ouvert. Quand , à la date 0, on ferme le circuit en basculant l'interrupteur K, cette tension passe brusquement à la valeur E = 12 V, tension aux bornes PM du générateur. Ce brusque passage de 0 V à E = 12 V s'appelle un échelon de tension.





5.2.2 Sur la voie 2, on observe la différence de potentiel $u_B - u_M = u_{BM} = R\,.\,i$. Au facteur multiplicatif R, on observe donc l'allure de l'évolution de l'intensité du courant i. **(0,25pt)**



5.1.3 On remarque que la présence de la bobine AB retarde l'établissement du courant. En effet, en son absence, l'intensité du courant passerait instantanément de la valeur 0 à la valeur $I_{max} = E / R$. **(0,25pt)**

5.2 Etude théorique.

Etablissons l'équation différentielle reliant $i = i_{AM}$ à la date t.

La loi des tensions (maille PABMP) s'écrit :

$u_{PA} + u_{AB} + u_{BM} + u_{MP} = 0$

Exprimons chacune de ces tensions : $u_{PA} = 0$ V $\quad u_{AB} = L\frac{di}{dt} \quad u_{BM} = R\, i_{BM}$

$u_{MP} = - E$

$0 + R\, i_{BM} + L\,\frac{di_{AB}}{dt} - E = 0 \quad (1)$

Posons $i = i_{AB} = i_{BM}$, la relation (1) devient :

$0 + L\frac{di}{dt} + R\,i - E = 0$ C'est une équation différentielle du premier ordre, à coefficients constants, à second membre constant.

$$\boxed{L\frac{di}{dt} + R\,i = E}$$

(0,5pt)

5.3. Vérifions que i= $\frac{E}{R}\left[1 - exp - (\frac{R}{L}t)\right]$ est solution de l'équation L $\frac{di}{dt}$ + R i = E

- Dérivons $\frac{E}{R}\left[1 - exp - (\frac{R}{L}t)\right]$ = $\frac{E}{R}$ - $\frac{E}{R}$ $exp - (\frac{R}{L}t)$ par rapport au temps.

On obtient :

$$\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}\ \exp -(\frac{R}{L}t)$$

- Exprimons L $\frac{di}{dt}$ + R i . On obtient, après simplification :

L $\frac{di}{dt}$ + R i = E

Conclusion : **(0,25pt)**

La relation i= $\frac{E}{R}\left[1 - exp - (\frac{R}{L}t)\right]$ est bien solution de l'équation L $\frac{di}{dt}$ + R i = E

- Calculons la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ du circuit : **(0,25pt)**

$\tau = \frac{L}{R}$ = 0,120 / 4 = 0,030 s)

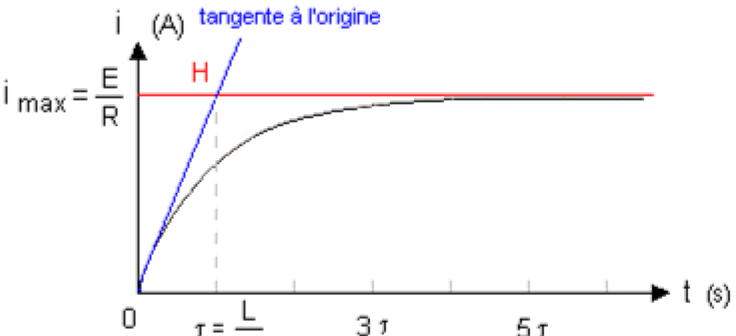
5-4 Calculons la valeur de i (0,25x5pt)

Calculons en fonction de t quelques valeurs de i données par l'équation

i= $\frac{E}{R}\left[1 - exp - (\frac{R}{L}t)\right]$

- Si $t_0 = 0$ s alors $i_0 = \frac{E}{R} \times (1 - e^{-0}) = (12 / 4)(1 - 1) = 3 \times 0 = 0$ A
- Si $t_1 = \tau = \frac{L}{R}$ alors $i_1 = \frac{E}{R} \times (1 - e^{-1}) = 3 \times (0,63) = 1,89$ A
- Si $t_5 = 5\tau = 5\frac{L}{R}$ alors $i_5 = \frac{E}{R} \times (1 - e^{-5}) = 3$ A
- Si $t \to \infty$ alors $i \to i_{max} = \frac{E}{R} \times (1 - 0) = \frac{E}{R} = 3$ A. On a une asymptote horizontale.

- **Tracé de l'Allure de la courbe donnant i en fonction de t** : **(0,25pt)**



Après une durée égale à τ, l'intensité du courant atteint 63 / 100 de sa valeur maximale. Après une durée voisine de 5τ, on peut considérer que le régime transitoire cesse et que le régime permanent $i_{max} = \frac{E}{R}$ = 3 A est pratiquement atteint.

– **Montrons que la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ du dipôle L, R est égale à la date pour laquelle la tangente à la courbe, tracée à l'origine des temps, coupe l'asymptote horizontale. (0,25pt)**

De l'équation :

$\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}\exp -(\frac{R}{L}t)$ on déduit : $(\frac{di}{dt})_{t=0} = \frac{E}{L}$

- La tangente à l'origine des temps a pour pente $(\frac{di}{dt})_{t=0}=\frac{E}{L}$. Son équation est :$i=\frac{E}{L}t$
- D'après l'équation $i=\frac{E}{R}\left[1-exp-(\frac{R}{L}t)\right]$, si t tend vers l'infini, alors i tend vers $\frac{E}{R}$.

L'asymptote est une droite horizontale d'équation $i = \frac{E}{R}$

- Les coordonnées du point d'intersection H de cette asymptote et de la tangente à l'origine satisfont à :

$i = \frac{E}{L}t$ et à $i = \frac{E}{R}$

Soit $i_H = \frac{E}{R}$ et $t_H = \frac{L}{R}$

On voit que $t_H = \frac{L}{R}$ est bien égal à la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ du dipôle inductance-résistance.

La constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ du dipôle L, R est égale à la date pour laquelle la tangente à la courbe, tracée à l'origine des temps, coupe l'asymptote horizontale.

Plus $\tau = \frac{L}{R}$ est grand, plus le courant est long à s'établir dans le circuit.

5.5 Calculons l'énergie magnétique $W = \frac{1}{2} L\ i^2$ stockée dans la bobine à la date t = 0 puis pour $t \to \infty$ (régime permanent) **(0,25pt)**

Si t = 0 s alors W_0 = 0 Joule
Si $t \to \infty$ alors $W_{max} = \frac{1}{2} L\ i^2_{max} = 0{,}5 \times 0{,}12 \times 3^2 = 0{,}54$ J

Cette énergie magnétique est une énergie potentielle mise en réserve dans la bobine. Elle est restituée à l'ouverture du circuit et peut même causer des dégâts aux bornes des interrupteurs (étincelle de rupture).

5.6 Calculons, à la date t, les tensions u_{AB}, u_{BM} et u_{AM}. **(0,25pt)**

- Connaissant $i=\frac{E}{R}\left[1-exp-(\frac{R}{L}t)\right]$ on peut retrouver $\frac{di}{dt}=\frac{E}{L}\exp-(\frac{R}{L}t)$ et calculer :

$u_{AB} = L\frac{di}{dt} = E\ \exp -(\frac{R}{L}t)$

A $t=\tau$ u_{AB}=E exp(−1)=12x exp(−1)=4,41V

- Connaissant $i=\frac{E}{R}\left[1-exp-(\frac{R}{L}t)\right]$ on peut calculer :

$u_{BM} = Ri = E\ [\ 1 - \exp -(\frac{R}{L}t)\ ]$
U_{BM}=12[1 − exp(−1)]=7,58V

- Connaissant $u_{AB}=L\frac{di}{dt}=E\ exp-(\frac{R}{L}t)$ et $u_{BM}=Ri=E\left[1-exp-(\frac{R}{L}t)\right]$, on peut retrouver :

$u_{AM} = u_{AB} + u_{BM} = E$ =12V (évident d'après le schéma)