| REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE<br>Ministère de l'Education Nationale de la Formation Technique et de la Reforme<br>Direction des Examens et des Concours | 2020<br>Baccalauréat<br>Sciences physiques session normale 2020 | Honneur Fraternité Justice<br>Série :Mathématiques/T.M.G.M<br>Durée : 4H Coefficient : 8/4 |
|---|---|---|

## Exercice 1 (4pts)

Afin d'étudier la cinétique de décomposition de l'iodure d'hydrogène HI en diiode et dihydrogène, on place à la date t=0 dans un thermostat maintenu à 380°C des ampoules scellées identiques, contenant chacune la même quantité de matière en iodure d'hydrogène.

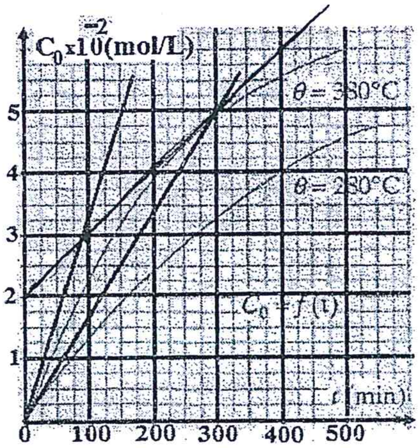
À la date t donnée, une ampoule est refroidie rapidement et ouverte.

Le diiode formé à cet instant est mis en solution et dosé par un volume V d'une solution de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$, de concentration C.

1.1. Pourquoi refroidit-on rapidement l'ampoule ? (0,5pt)

1.2. Ecrire les demi-équations électroniques des couples oxydants réducteurs et l'équation bilan de la réaction correspondant au dosage. On donne : $E^0_{I_2/I^-} = 0,55V$ et $E^0_{S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}} = 0,08V$ (1pt)

1.3. Montrer que la quantité de matière du diiode formée à la date t est donnée par la relation $n(I_2) = \frac{CV}{2}$ (0,5pt)




2. Les courbes représentatives de la fonction $C_0$=f(t) sont données par la figure pour deux températures. Où $C_0$ représente la concentration en diiode.

2.1. Définir la vitesse instantanée de formation du diiode. (0,5pt)

2.2. Calculer les vitesses de formation du diiode à t=0. (1pt)

2.3. Quel facteur cinétique ces deux expériences mettent-elles en évidence ? (0,5pt)

## Exercice 2 (3pts)

1. L'acide benzoïque est un corps solide blanc de formule $C_6H_5COOH$; il se trouve dans certaines plantes. On représente cet acide par AH.

On dissout une masse m=122mg de l'acide benzoïque pour obtenir une solution aqueuse $S_A$ de volume V=100mL. On mesure le pH de cette solution et on trouve pH=3,1

1.1. Calculer la concentration molaire volumique $C_A$ de la solution $S_A$. (0,5pt)

1.2. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide et l'eau. (0,5pt)

1.3. Montrer que la constante pKa du couple $AH/A^-$ peut s'écrire : $pKa = -\log\frac{[H_3O^+]^2}{C_A - [H_3O^+]}$.

Calculer pKa. (1pt)

2. On mélange un volume $V_A$=40mL de la solution $S_A$ d'acide benzoïque avec un volume $V_B$=5mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B$.

On mesure le pH du mélange et on trouve pH=3,8.

2.1. Ecrire l'équation de la réaction réalisée. (0,5pt)

2.2. Calculer la quantité de matière $n(OH^-)$ qui se trouve dans ce mélange. (0,5pt)

On donne: C: 12g/mol; H:1g/mol ; O : 16g/mol.

## Exercice 3 (4,5pts)

*On néglige les frottements sauf dans la question 2.*

1. Un ouvrier exerce sur un solide de masse m, par l'intermédiaire d'une corde inextensible et de masse négligeable faisant l'angle β, comme l'indique la figure 2, une force constante $\vec{F}$ pour le faire monter à partir du repos d'une position A à une position B distante de d, selon la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.

1.1. Déterminer la nature du mouvement et établir son équation horaire, l'origine des abscisses x étant le point A.
Faire les applications numériques. (0,5pt)
On donne : $\cos\beta=0,9$, $\sin\beta=0,42$, $F=152,5$ N, $m = 25$ kg, $\alpha= 30°$.

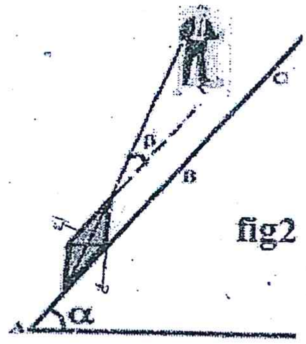


fig2

1.2. Sachant que d = 4 m ; calculer le travail de la tension $\vec{T}$ de la corde, lors de son déplacement de la position A à la position B. Préciser son caractère. (1pt)

1.3. Donner les expressions des travaux des autres forces appliquées au solide pendant ce déplacement, en précisant leurs caractères. (0,5pt)

2. On considère maintenant que le plan incliné exerce sur le solide une force de frottement $\vec{f}$ constante.
On constate que l'ouvrier doit exercer une force F'=162,5N pour déplacer le solide de A vers B avec la même accélération. Déduire la valeur de cette force de frottement. (0,5pt)

3. Etablir en fonction de x, les expressions des énergies potentielle de pesanteur $E_P(x)$, cinétique $Ec(x)$ et mécanique $E_m(x)$ du solide lorsque ce dernier occupe une position d'abscisse x quelconque entre A et B. (1,5pt)
*L'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le point B.*

4. Lorsque le solide passe en B la force $\vec{F}$ exercée par l'ouvrier est supprimée ; il continue alors son mouvement pour atteindre le point C avec une vitesse nulle. En déduire la distance BC. (0,5pt)

## Exercice 4(4,5pts)

*Le poids de l'électron sera négligeable devant les autres forces appliquées.*

1. Un faisceau d'électrons est émis sans vitesse par une cathode C et accéléré par une anode A à l'aide d'une différence de potentiel $U_0=V_A - V_C$.

1.1. Déterminer le signe de $U_0$ appliquée entre C et A et calculer sa valeur si $AC=d_0=3$cm et $E=6.10^3$V/m. (0,75pt)

1.2. Calculer la vitesse $V_0$ de l'électron lorsqu'il arrive en O'.
On donne : $e=1,6.10^{-19}$C, $m=9.10^{-31}$kg. (0,75pt)

2. En O, les électrons pénètrent avec la vitesse $\vec{V}_0$ dans une zone où règne un champ électrique dû à une tension U existant entre deux plaques $P_1$ et $P_2$ de longueur $l$ et distantes de d. (voir fig3)

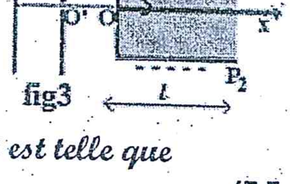



fig3

2.1. Etablir l'expression de l'équation de la trajectoire de l'électron entre les plaques. Donner cette expression en fonction de $U_0$, U et d. Préciser sa nature. (0,75pt)

2.2. Déterminer la valeur de la tension U si la déviation angulaire électrique est telle que $\tan\alpha=0,3$. On donne : $l$ =d=4cm. (0,5pt)

2/3

3. On remplace le champ électrique $\vec{E}$ par un champ magnétique $\vec{B}$ crée dans une zone carré MNPQ de coté a=4cm.

Les électrons pénètrent dans cette zone au point O avec la vitesse $\vec{V}_0$. (Voir fig4).

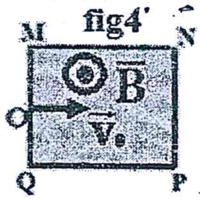


fig4

3.1. Déterminer la nature du mouvement de l'électron dans le champ magnétique $\vec{B}$.
Donner l'expression du rayon de la trajectoire en fonction de m, e, B et $U_0$. (0,75pt)

3.2. Déterminer la valeur de la déviation angulaire magnétique α' si les électrons sortent entre P et N. On donne : $B=2,25.10^{-4}T$. (0,5pt)

3.3. Quelle est la valeur de B pour que l'électron effectue un quart de cercle ? (0,5pt)

## Exercice 5 (4pts)

On place une tige en cuivre PP' de longueur $l$=10cm de masse $m_t$=15g sur deux rails AB et A'B' conducteurs parallèles séparés par une distance d=5cm.

On relie les extrémités B et B' des rails à un générateur.

On place le circuit dans un champ magnétique uniforme dont le vecteur $\vec{B}$ reste vertical.

Quand on fait passer un courant dans la tige, on constate qu'elle glisse sur les rails.

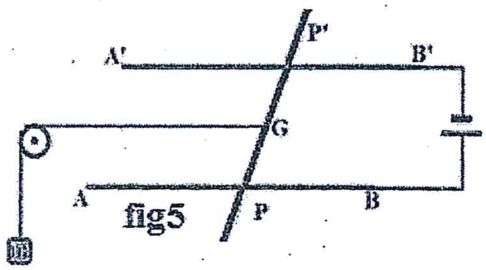


fig5

Pour conserver l'équilibre de la tige on la relie à l'extrémité d'un fil de masse négligeable qui passe sur la gorge d'une poulie de masse également négligeable; l'autre extrémité est attachée à une masse m comme l'indique la figure5.

On rappelle que les valeurs des tensions aux extrémités d'un fil de masse négligeable passant dans la gorge d'une poulie de masse également négligeable sont égales.

1. Déterminer le sens de $\vec{B}$ pour que la tige soit en équilibre. Exprimer alors l'intensité B du champ magnétique en fonction de l'intensité I du courant, de la masse m, de la distance d et de g. (1pt)

2. On fait varier l'intensité du courant et on accroche chaque fois à l'extrémité du fil une masse marquée pour conserver l'équilibre. L'étude expérimentale a permis d'établir le tableau ci-contre :

| I(A) | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m.10^{-3}$(kg) | 0 | 0,15 | 0,3 | 0,45 | 0,6 | 0,75 | 0,9 |

2.1. Représenter graphiquement m=f(I) les variations de la masse en fonction de l'intensité I.
On utilisera l'échelle : 1cm →0,5A et 1cm →$0,15.10^{-3}$ kg. (0,75pt)

2.2. Trouver l'équation de la courbe. (0,75pt)

2.3. En déduire l'intensité B du champ magnétique. (0,75pt)

3. On décroche le fil de la tige et on donne à l'intensité du courant la valeur I=15A. Pour conserver l'équilibre, on incline les rails d'un angle α par rapport à l'horizontale. Calculer α. (0,75pt)

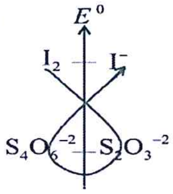
# *Correction de Baccalauréat 2020, session normale, série :MATH*

*Exercice 1*

**1.1.** On refroidit rapidement l'ampoule pour bloquer la décomposition de HI au cours du dosage. (0,5pt)

**1.2.** Réaction du dosage :

Les demi-équations électroniques sont:




$I_2 + 2\,e^- \longrightarrow 2I^-$

$2\,S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2\,e^-$

L'équation-bilan est:

$I_2 + 2\,S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^-\ S_4O_6^{2-}$ (1pt)

**1.3.** A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans *les proportions stœchiométriques* de la réaction de dosage. Ils sont tous deux intégralement consommés.

$\frac{n\,(I_2)}{1} = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}$ avec $n(S_2O_3^{2-}) = CV$

On en déduit : $n\,(I_2) = \frac{CV}{2}$ (0,5pt)

2.1. La vitesse de formation de $I_2$ à l'instant t, est $V_{for}(I_2) = \frac{dn(I_2)}{dt}$, avec $n(I_2) = V.[I_2]$.

V est le volume total de la solution. $\Rightarrow V_{for}(I_2) = V.\frac{d[I_2]}{dt}$

Elle égale au coefficient directeur (ou pente) de la tangente à la courbe $n(I_2) = f(t)$ au point d'abscisse t. (0,5pt)

La vitesse volumique de formation de $I_2$ est: $V_{vol}(I_2) = \frac{d[I_2]}{dt}$

2.2. Les vitesses volumiques de formation de $I_2$ à t=0 :

-Pour $\theta = 280°C$ : $V_{vol}(I_2) = \frac{5\times10^{-2}}{300} = 1{,}67.10^{-4}\,mol.L^{-1}.min^{-1}$ . (0,5pt)

-Pour $\theta = 380°C$ : $V_{vol}(I_2) = \frac{5\times10^{-2}}{150} = 3{,}33.10^{-4}\,mol.L^{-1}.min^{-1}$ . (0,5pt)

2.3. Le facteur cinétique mis en évidence est la température du milieu réactionnel. (0,5pt)

*Exercice 2*

1.1. La concentration molaire volumique de la solution $S_A$ est : $C_A = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$

Avec $M = 7\times12 + 6\times1 + 2\times16 = 122g.mol^{-1}$

$\Rightarrow\ C_A = \frac{122\times10^{-3}}{122\times0{,}1} = 10^{-2}mol.L^{-1}$ (0,5pt)

1.2. $C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$ (0,5pt)

1.3. $pKa = -\log Ka$ avec $Ka = \frac{[H_3O^+][C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$

$[C_6H_5COO^-] \approx [H_3O^+]$ et $[C_6H_5COOH] = C_A - [C_6H_5COO^-] = C_A - [H_3O^+]$

$\Rightarrow Ka = -\frac{[H_3O^+]^2}{C_A - [H_3O^+]}$

Alors $\boxed{pKa = -\log\frac{[H_3O^+]^2}{C_A - [H_3O^+]}}$ (0,75pt)

A.N. $pKa = 4{,}16$ (0,25pt)

2.1. $C_6H_5COOH + OH^- \longrightarrow C_6H_5COO^- + H_2O$ (0,5pt)

2.2. $n(OH^-) = (V_A + V_B).10^{pH-14} = 3{,}15.10^{-12}mol.$ (0,5pt)

Exercice 3

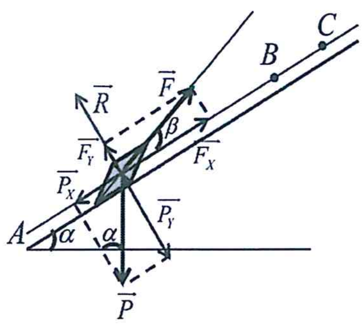
1.1 Appliquons la RFD :

$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}$

Par la projection sur le sens du mouvement on obtient :

$F\cos\beta - mg\sin\alpha = ma$

$\Rightarrow a = \frac{F\cos\beta}{m} - g\sin\alpha = 0{,}49ms^{-1}$



Le mouvement est donc rectiligne uniformément varié $\begin{cases} x_0 = 0 \\ V_0 = 0 \end{cases}$ (0,25pt)

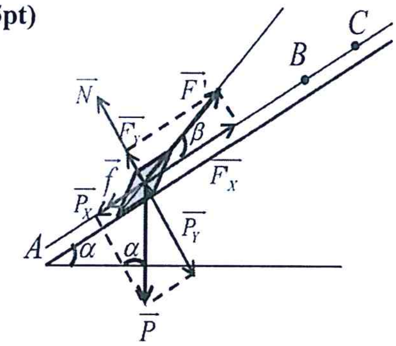
L'équation horaire du mouvement : $\boxed{x = 0,245t^2}$ (0,25pt)

1.2. $\underset{A \to B}{W(\vec{F})} = Fd\cos\beta = 549J$ (0,5pt)

C'est un travail moteur. (0,5pt)

1.3. $\underset{A \to B}{W(\vec{P})} = -mgd\sin\alpha = -125J$ c'est un travail résistant. (0,25pt)

$\underset{A \to B}{W(\vec{R})} = 0$ c'est un travail nul. (0,25pt)



2. Appliquons la RFD dans ce cas :

$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F'} + \vec{f} = m\vec{a}$

Par la projection sur le sens du mouvement on obtient :

$F'\cos\beta - mg\sin\alpha - f = ma$

$\Rightarrow \boxed{f = F'\cos\beta - m(g\sin\alpha + a) = 9N}$ (0,5pt)

3. $E_p(x) = -mg(d - x)\sin\alpha$

$\Rightarrow \boxed{E_p(x) = mg\sin\alpha . x - mgd\sin\alpha}$

A.N. $E_p(x) = 125x - 500$ (0,5pt)

$E_C = \frac{1}{2}mV^2$ avec $V^2 = 2ax = 2\left(\frac{F\cos\beta}{m} - g\sin\alpha\right)x$

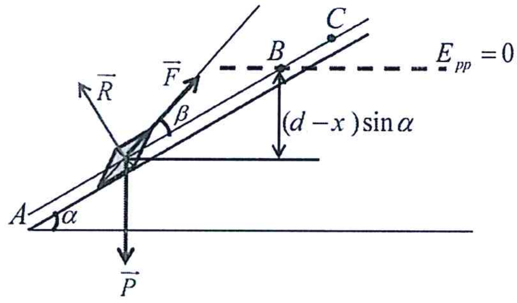
$\Rightarrow \boxed{E_C(x) = (F\cos\beta - mg\sin\alpha)x}$

A.N. $E_C(x) = 12,25x$ (0,5pt)

$E_m = E_C + E_p$

$\Rightarrow \boxed{E_m(x) = F\cos\beta . x - mgd\sin\alpha}$

A.N. $E_m(x) = 137,25x - 500$ (0,5pt)



4. Au cours du mouvement entre B et C le système (solide-terre) est conservatif $E_m = Cte$

$E_m(B) = (F\cos\beta - mg\sin\alpha)d$ et $E_m(C) = mgBC\sin\alpha$

$E_m(C) = E_m(B) \Rightarrow \boxed{BC = \frac{(F\cos\beta - mg\sin\alpha)d}{mg\sin\alpha}}$

A.N $BC = 0,392m.$ (0,5pt)

Exercice 4

1.1. Les électrons de charge $-e$ seront accélérés vers la plaque A par des charges positives et repoussés de la plaque C par des charges négatives.

nécessairement $U_0 = V_A - V_C > 0$ C'est une tension positive. (0,5pt)

$U_0 = Ed_0 = 180V$ (0,25pt)

1.2. Appliquons le TEC entre C et A :

$\Delta E_C = W_{\vec{F}}$

$\frac{1}{2}mV_0^2 - 0 = q(V_C - V_A)$

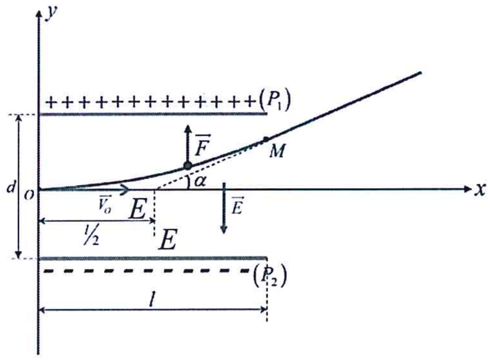
$\frac{1}{2}mV_0^2 - 0 = -e(-U_0) \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}} = 8.10^6 m.s^{-1}$ (0,75pt)

2.1. $t = o$ est l'instant de pénétration entre les plaques $P_1$ et $P_2$ en O $\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$

$\vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \\ V_{0y} = 0 \end{cases}$

La seule force appliquée est la force électrostatique $\vec{F} = q\vec{E}$

Alors $\vec{F} = m\vec{a}$ d'où $\vec{a} = \dfrac{q\vec{E}}{m} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \dfrac{eE}{m} = \dfrac{eU}{md} \end{cases}$




$$\vec{V} \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = \dfrac{eU}{md}t \end{cases}$$

Les équations horaires sont :

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \dfrac{eU}{2md}t^2 \end{cases}$$

L'équation de la trajectoire est $y = \dfrac{eU}{2mdv_0^2}x^2$ Avec $0 \leq x \leq l$ (0,25pt)

On a $V_0^2 = \frac{2eU_0}{m}$ d'où $\boxed{y = \dfrac{U}{4dU_0}x^2}$ (0,25pt)

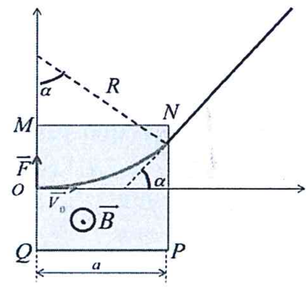
La trajectoire est alors un arc de parabole. (0,25pt)

2.2. La particule dévié d'un angle $\alpha$ tel que: $\tan\alpha = \frac{2y_M}{l} = \frac{Ul}{2dU_0}$

$\Rightarrow \boxed{U = \frac{2dU_0 \tan\alpha}{l} = 108V}$. (0,5pt)

3.1. La particule pénètre dans le champ en O à la date $t = 0$

La seule force appliquée est la force magnétique $\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$.




Appliquons la RFD: $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \dfrac{q}{m}\vec{V} \wedge \vec{B}$

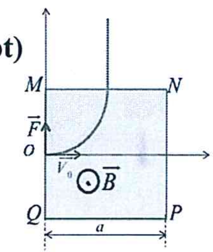
Projetons sur la tangente $a_t = 0 \Rightarrow V = V_0$ *Le mouvement est uniforme.*

Le vecteur accélération est normal $\vec{a} = \dfrac{|q|VB}{m}\vec{n} \Rightarrow \dfrac{V_0^2}{R} = \dfrac{|q|V_0B}{m} \Rightarrow R = \dfrac{mV_0}{eB} = cte$

La trajectoire est circulaire et *le mouvement est circulaire uniforme.* (0,5pt)

$V_0 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}} \Rightarrow \boxed{R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU_0}{e}}}$ (0,25pt)

3.2. La déviation angulaire α' est donnée par $\sin\alpha' = \frac{a}{R} = aB\sqrt{\frac{e}{2mU_0}}$=0,2 ⇒ α'=11,5°. (0,5pt)



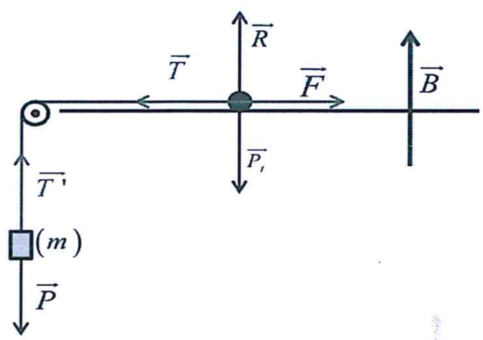

3.3. Pour que l'électron effectue un quart de cercle, il faut que : $R = \frac{a}{2} = 2cm$

$B = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{2mU_0}{e}} = 2,25.10^{-3}T.$ (0,5pt)

*Exercice 5*

1. Pour que la tige soit en équilibre, il faut que la force électromagnétique $\vec{F}$ soit dirigée vers la droite (sens opposé de $\vec{T}$) telle que : $\vec{F} = I\vec{l}\wedge\vec{B}$

D'après la règle de la main droite on trouve que $\vec{B}$ est dirigé vers le haut (ascendant). (0,5pt)




<u>A l'équilibre :</u>

- Pour la tige : $\vec{P_t} + \vec{R} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$

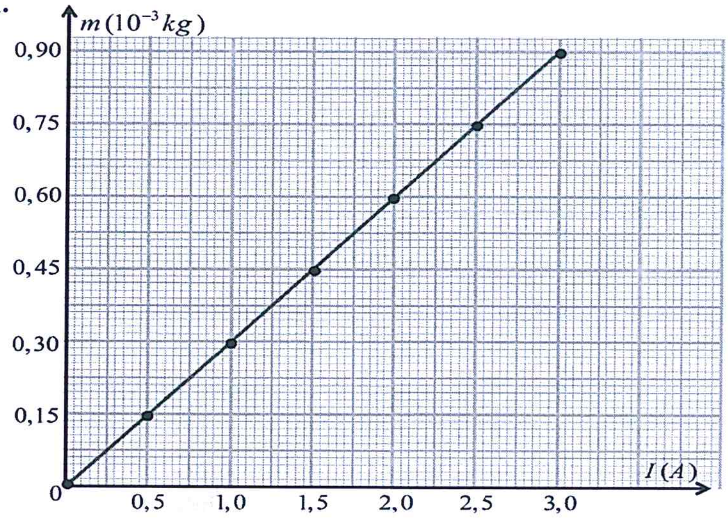
Par la projection sur l'horizontale on obtient : $T = IdB$

- Pour la masse : $\vec{P} + \vec{T'} = \vec{0} \Rightarrow T' = mg$

Mais $T = T' \Rightarrow IdB = mg$

Alors $\boxed{B = \frac{mg}{Id}}$ (0,5pt)

**2.1.**




**(0,75pt)**

**2.2. Nous constatons que $m = f(I)$ est une fonction linéaire de la forme $m = aI$**

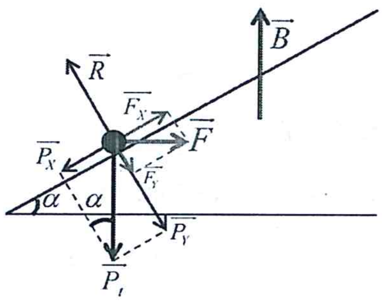
**avec $a = \frac{0{,}3.10^{-3}}{1} = 3.10^{-4}Kg.A^{-1}$**

**D'où $\boxed{m = 3.10^{-4}I}$** **(0,75pt)**

**2.3 On a $IdB = mg$**

**$\Rightarrow\ m = \frac{dB}{g}I$ Alors $\frac{dB}{g} = a$**

**Donc $\boxed{B = \frac{ag}{d} = 6.10^{-2}T}$** **(0,75pt)**




**3. . A l'équilibre : $\vec{P_t} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$**

**Par la projection sur la direction des rails on obtient :**

**$m_t g \sin\alpha = IdB\cos\alpha$**

**$\Rightarrow \tan\alpha = \frac{IdB}{m_t g} = 0{,}3 \Rightarrow \boxed{\alpha = 16{,}7°}$.** **(0,5pt)**