Nom : Roblot **Prénom:Henri** **colle du: 11/02**

	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	6,7	11,5
Connaître les hypothèses d'application des résultats	1			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	1			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	1			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-		
ajustement			note	12

Remarques : A bien attention à ne pas oublier les flèches sur les vecteurs

Exercice 1 : dipôle magnétique

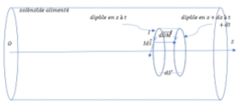
Une spire circulaire (diamètre D), d'axe de symétrie de révolution vertical Oz, est parcourue par un courant électrique stationnaire d'intensité I comme indiqué ci-dessous (Fig. 1). Dans le problème, on note $\vec{e_z}$ le vecteur unitaire porté par l'axe Oz.

Fig. 1 – Spire circulaire parcourue par un courant électrique stationnaire d'intensité I

1. Quelles sont les affirmations exactes ?
   A) La spire, parcourue par ce courant électrique, est source d'un champ magnétique.
   B) La spire, parcourue par ce courant électrique, est source d'un champ électrique.
   C) Le champ magnétique est une grandeur non vectorielle.
   D) La valeur d'un champ magnétique se mesure en tesla (T).
2. La spire fait partie d'une bobine de longueur $L = 2$ m, assimilée à un solénoïde infini, formé de 500 spires circulaires jointives identiques par unité de longueur. Ces dernières sont parcourues par un courant électrique stationnaire d'intensité $I = 100$ mA. Quelle est la valeur approximative de la norme du champ magnétique, en un point de l'axe de la bobine, lequel est donné par l'expression $\vec{B} = -\mu_0 \frac{NI}{L}\vec{e_z}$, où N est le nombre total de spires ? On rappelle la valeur de $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ H.m^{-1}.
   A) 60 T B) 60 nT C) 60 µT D) 60 mT
3. Que vaut approximativement le rapport entre la valeur précédente et celle du champ magnétique produit par la Terre ?
   A) 10^{-2} B) 1 C) 10^2 D) 10^4
4. Même question que précédemment mais pour le rapport entre la valeur du champ magnétique sur l'axe de la bobine et celle des champs magnétiques impliqués dans l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) ?
   A) 10^{-6} B) 10^{-3} C) 1 D) 10^3
5. Comment s'écrit le moment magnétique $\vec{m}$ de la spire circulaire ? Préciser son unité dans le système international (SI).
   A) $\vec{m} = -\frac{\pi}{4} I D^2 \vec{e_z}$; unité SI : A.m^2
   C) $\vec{m} = -\frac{\pi}{4} I D \vec{e_z}$; unité SI : A.m
   B) $\vec{m} = \pi I D^2 \vec{e_z}$; unité SI : A.m^2
   D) $\vec{m} = \frac{\pi}{4} I D \vec{e_z}$; unité SI : A.m

Exercice 2 : Force de Laplace + dipôle magnétique+ Maxwell Flux

On considère une spire circulaire de rayonn R baignant dans le champ maténtique extérieur stationnaire mais non uniforme d'un solénoïde de longueur fini : $\vec{B} = B_r(r,z)\vec{u_r} + B_z(r,z)\vec{u_z}$



1) Montrer que le travail élémentaire $\delta^2 W$ de la force de Laplace sur l'élément de longueur dl pour le déplacement $\vec{dOM} = dz\vec{u_z}$ est $\delta^2 W = -IB_r(R,z)dldz$.
2) Montrer alors que $\delta W = -I\delta\phi_c$ où $\delta\phi_c = 2\pi R dz B_r(R,z) > 0$ est le flux coupé élémentaire c'est-à-dire le flux du champ magnétique $\vec{B}$ à travers la surface dS' ouverte balayée par le dipôle lors de son déplacement dz.
3) Enoncer l'équation de Maxwell-Flux
4) Effectuer un bilan de flux à travers la surface fermée balayée par le dipôle magnétique et montrer que $B_z(z)\pi R^2 = B_z(z+dz)\pi R^2 + 2\pi R dz B_r(R,z)$
5) Montrer, à l'aide d'un bilan de flux de $\vec{B}$ à travers la surface cylindrique fermée décrite par le dipôle au cours de son déplacement, que $\delta W = m.dB_z$ où m est la norme du moment dipolaire du dipôle magnétique.
6) La force $\vec{f}$ magnétique totale s'exerçant sur le dipôle est suivant Oz. Montrer que $\vec{f} = m\frac{dB_z}{dz}\vec{u_z}$.

1. Tout circuit électrique parcouru par un courant électrique est source d'un champ magnétique (mais pas électrique puisque les charges mobiles sont compensées par les charges fixes), grandeur vectorielle qui se mesure effectivement en teslas (T) : **réponses A et D**.
2. Puisque la densité linéique de spires est $\frac{N}{L} = 500$ spires/m d'après l'énoncé, on obtient pour le champ magnétique résultant $B = \mu_0 \frac{N}{L} I = 4\pi 10^{-7} \times 500 \times 0{,}100 = 200\pi 10^{-7} \approx 6.10^{-5}$ T $= 60$ µT : **réponse C**.
3. L'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre à la surface de la Terre étant de 50 µT, le rapport demandé vaut environ 1, **réponse B**.
4. Les champs impliqués dans les méthodes d'IRM étant de l'ordre de quelques teslas, le rapport demandé arrive au mieux à $\frac{6.10^{-5}}{6} \approx 10^{-5}$, ce qui ne semble correspondre à aucune proposition : **réponse E**.
5. Par définition, $\vec{m} = I\vec{S} = -I\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 \vec{e_z}$ (attention au sens de Oz sur le schéma de l'énoncé !) d'où la **réponse A**.
6. Les quatre propositions sont vraies car $e = -\frac{d\phi}{dt} = -B_m S\omega\cos(\omega t)$, donc aucune n'est fausse : **réponse E**.

Exercice 2 :

1) $\delta^2 W = \left(Idl\vec{u_\theta} \wedge \begin{pmatrix} B_r(r,z) \\ 0 \\ B_z(z) \end{pmatrix}\right).dz\vec{u_z} = -IB_r(r,z)dldz$
2) Si on intègre sur le contour, donc à R fixé et à z quasi-constant : $\delta W = -IB_r(r,z) \times 2\pi R dz = -I\delta\phi_c$
3) $div\vec{B} = 0$
4) Si on effectue un bilan de flux alors : $B_z(z)\pi R^2 = B_z(z+dz)\pi R^2 + \delta\phi_c$ Soit $\delta\phi_c = -dB_z(z)\pi R^2$
5) Donc : $\delta W = I\pi R^2 dB_z = mdB_z$
6) On a $\delta W = \vec{f}.dz\vec{u_z} = fdz$ soit $f = m\frac{dB_z}{dz}$
7) On a $\delta W = \vec{f}.dz\vec{u_z} = fdz$ soit $f = m\frac{dB_z}{dz}$

Nom : Sanchez **Prénom: Zachary** **colle du: 11/01**

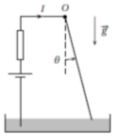
	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	1	10	3,3	7,0
Connaître les hypothèses d'application des résultats	0			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	1			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	1,5	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	0			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-		
ajustement	*		note	8

Remarques : le théorème d'Ampère est à reprendre !

Force de Laplace et moment

Une tige conductrice homogène, de masse m et de longueur l (son centre de masse est au milieu), peut tourner parfaitement dans un plan vertical, autour d'un axe Oz. Son extrémité mobile affleure dans une cuve à mercure, ce qui permet le passage d'un courant permanent d'intensité I. On applique un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et perpendiculaire au plan vertical.



Exprimer la position de repos θ_e de la tige en fonction des données du sujet.

Théorème d'Ampère

Soit un câble coaxial de longueur infinie composé d'un câble cylindrique de rayon R_1 et d'un tube d'épaisseur comprise entre R_2 et R_3 avec $R_1 < R_2 < R_3$. Le câble et le tube sont coaxiaux. Le courant d'intensité I parcourt le câble dans un sens et le tube dans l'autre. Les densités de courant sont supposées uniformes. On néglige les effets de bords.

1. Etudier les symétries et invariances et en déduire le sens et la

A l'équilibre la somme des moments des forces s'annule :

$$\overrightarrow{OG} \wedge m\vec{g} + \int \overrightarrow{OM} \wedge (Id\vec{l} \wedge \vec{B}) = \vec{0}$$

$$\frac{l}{2} \times mg \times sin\theta = \frac{Il^2}{2} B$$

Soit $sin\theta = \frac{IlB}{mg} \approx \frac{0,1}{0,5}$ soit $\theta \approx 12°$

Exercice : Théorème d'Ampère

1) Donc $\vec{B} = B(r)\overrightarrow{e_\theta}$
2) $r < R_1$ alors $B(r) = \frac{\mu_0 I r}{2\pi {R_1}^2}$

- $R_1 < r < R_2$ alors $B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
- $R_2 < r < R_3$ alors $B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} - \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2}\right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(1 - \left(\frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2}\right)\right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2}\right)$
- $r > R_3$ alors $B(r) = 0$

1. Etudier les symétries et invariances et en déduire le sens et la direction de $\vec{B}$.
2. Calculer le champ $\vec{B}$ en tout point de l'espace. Tracer B=f(r).

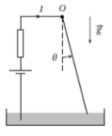
Nom : Nouzilla Prénom:Giancarlo colle du: 12-12	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	0	10	0,0	#DIV/0!
Connaître les hypothèses d'application des résultats	0			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	0			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	1			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	NE	4	#DIV/0!	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	NE			

	+	-		
ajustement			note	#DIV/0!

Remarques : le théorème d'Ampère est à reprendre !

Force de Laplace et moment

Une tige conductrice homogène, de masse m et de longueur l (son centre de masse est au milieu), peut tourner parfaitement dans un plan vertical, autour d'un axe Oz. Son extrémité mobile affleure dans une cuve à mercure, ce qui permet le passage d'un courant permanent d'intensité I. On applique un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et perpendiculaire au plan vertical.



Exprimer la position de repos θ_e de la tige en fonction des données du sujet.

Théorème d'Ampère

Soit un câble coaxial de longueur infinie composé d'un câble cylindrique de rayon R_1 et d'un tube d'épaisseur comprise entre R_2 et R_3 avec $R_1 < R_2 < R_3$. Le câble et le tube sont coaxiaux. Le courant d'intensité I parcourt le câble dans un sens et le tube dans l'autre. Les densités de courant sont supposées uniformes. On néglige les effets de bords.

A l'équilibre la somme des moments des forces s'annule :

$$\overrightarrow{OG} \wedge m\vec{g} + \int \overrightarrow{OM} \wedge (Id\vec{l} \wedge \vec{B}) = \vec{0}$$

$$\frac{l}{2} \times mg \times sin\theta = \frac{Il^2}{2} B$$

Soit $sin\theta = \frac{IlB}{mg} \approx \frac{0,1}{0,5}$ soit $\theta \approx 12°$

Exercice : Théorème d'Ampère

1) Donc $\vec{B} = B(r)\overrightarrow{e_\theta}$
2) $r < R_1$ alors $B(r) = \frac{\mu_0 I r}{2\pi {R_1}^2}$

- $R_1 < r < R_2$ alors $B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
- $R_2 < r < R_3$ alors $B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} - \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2}\right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(1 - \left(\frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2}\right)\right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2}\right)$
- $r > R_3$ alors $B(r) = 0$

1. Etudier les symétries et invariances et en déduire le sens et la direction de $\vec{B}$.
2. Calculer le champ $\vec{B}$ en tout point de l'espace. Tracer B=f(r).