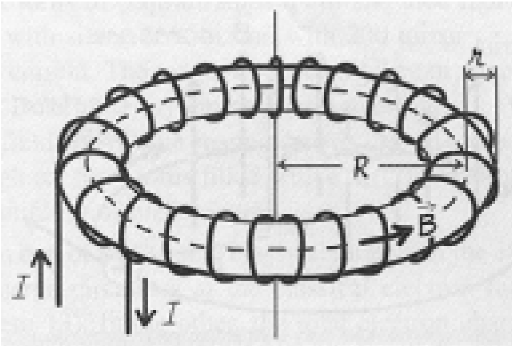
FSAC 1430 - Evaluation S10 2002 - QCM

réponse correcte = +1

réponse incorrecte = -0.5

pas de réponse = 0



1. Une bobine est constituée de **N** spires de conducteur bobinées régulièrement sur un noyau torique de perméabilité magnétique μ avec **μ >> μ₀**. Soit R le rayon moyen du tore et r le rayon de sa section circulaire avec **R>>r**. La bobine est parcourue par un courant **I**.

1.1. Le champ B moyen dans le noyau vaut : $B = \dfrac{\mu N I}{2\pi R}$

OUI : par simple application de la loi d'Ampère : $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu NI = B \cdot 2\pi R$

1.2. Le champ H moyen dans le noyau vaut : $H = \dfrac{\mu_0 N I}{2\pi R}$

NON : il ne peut y avoir de μ_0 **dans l'expression de H car** $\oint \vec{H} \cdot \vec{dl} = NI$

1.3. L'auto-inductance de la bobine vaut : $L = \dfrac{N^2 r^2 \mu}{2R}$

OUI : par déf de L : $L = \dfrac{N\Phi}{I} = \dfrac{N\pi r^2 \mu NI}{I\,2\pi R} = \dfrac{N^2 r^2 \mu}{2R}$

1.4. La densité d'énergie magnétique dans le noyau vaut : $u = \dfrac{\mu_0 N^2 I^2}{8\pi R}$

NON car 1°) dans le noyau ce serait μ **et pas** μ_0

et puis 2°) de toute façon : $u = \dfrac{B^2}{2\mu} = \dfrac{\mu H^2}{2} = \left(\dfrac{\mu NI}{2\pi R}\right)^2 \dfrac{1}{2\mu} = \dfrac{\mu N^2 I^2}{8\pi^2 R^2}$

1.5. La composante tangentielle du champ H en un point situé à la surface du noyau magnétique mais à l'extérieur de celui-ci vaut : $H_t = 0$

NON car par la loi d'ampère, $\oint \vec{H} \cdot \vec{dl} = NI$ **qu'il y ait du matériau ou non**

1.6. La composante normale du champ B en un point situé à la surface du noyau magnétique mais à l'extérieur de celui-ci vaut : $B_n = 0$

OUI : à cause de la direction de B qui n'est que tangentielle

1.7. L'énergie magnétique accumulée dans le dispositif vaut : $U_n = \frac{\mu N^2 I^2 r^2}{4\pi R}$

NON car $u = \frac{B^2}{2\mu} = \frac{\mu H^2}{2} = (\frac{\mu NI}{2\pi R})^2 \frac{1}{2\mu} = \frac{\mu N^2 I^2}{8\pi^2 R^2}$ **et**

$$U_n = u \times Vol = (2\pi R \times \pi r^2) \frac{\mu N^2 I^2}{8\pi^2 R^2} = \frac{2\pi^2 R r^2 \mu N^2 I^2}{8\pi^2 R^2} = \frac{r^2 \mu N^2 I^2}{4R} = \frac{\mu N^2 I^2 r^2}{4R}$$

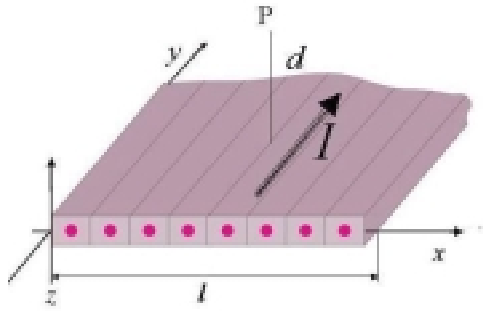
Il y a donc un π de trop au dénominateur.

1.8. Le flux du champ magnétique B est conservé à l'intérieur du noyau torique.

OUI par la loi de Gauss

Et aussi oui à cause du confinement de B dans le tore dont la surface est parallèle aux lignes de champs et constitue donc un tube de flux

Q2. Une plaquette conductrice mince de longueur infinie suivant la direction *y* et de largeur *l* dans la direction *x* est parcourue par un courant *I* uniforme. Etablir l'expression du champ magnétique $\vec{B}$ existant en un point P situé à une distance *z=d* de cette plaquette et au milieu de celle-ci (abscisse *x= l/2)*.



(Réf. Young ex. 29-65 p. 939 variante = Benson TII.fr ex. ch. 9 Problème.P5 p.263)

Solution :

- Un courant uniforme I dans la plaquette est équivalent à une série de courants élémentaires circulant dans des brins parallèles de largeur « dx »
- Chacun de ces courants élémentaires vaut par simple règle de trois : I'= I (dx/l)
- Chacun de ces I' produit un champ « dB » que l'on peut calculer au choix
  soit par Biot Savart : lourd !
  soit par la loi d'Ampère qui donne directement le champ dû à un courant infini I':
  $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0 I'}{2\pi R(x)} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})}{2\pi R(x)}$ où R(x) est la distance (oblique) de P au point d'abscisse x sur la plaquette.
- Par symétrie, le vecteur B doit être dans la direction x, il ne faut donc calculer, par superposition, que la somme (l'intégrale) des composantes Bx de B, toutes celles suivant y se compensant et donnat une contribution totale nulle.
- Pour se simplifier la vie, on choisit l'origine des x au milieu de la plaquette.
- Pour un brin de courant la position est x, x allant de –l/2 à +l/2.
- Un brin en x produit donc $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0 I'}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})}{2\pi R(x)}$ orienté perpendiculairement à R(x).
- La composante suivant x : $\overrightarrow{dB_x} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})}{2\pi R(x)}\cos\theta$ où θ est l'angle entre R(x) et d avec $\cos\theta$ = d/R et donc alors :

$$\overrightarrow{dB_x} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})}{2\pi R}\frac{d}{R} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})d}{2\pi R^2} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})d}{2\pi(d^2+x^2)} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})d}{2\pi d^2(1+(\frac{x}{d})^2)} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{l})}{2\pi d(1+(\frac{x}{d})^2)} = \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{d})}{2\pi l(1+(\frac{x}{d})^2)}$$

Finalement :

$$\vec{B} = \overrightarrow{B_x} = \int_{-l/2}^{+l/2} \frac{\mu_0 I(\frac{dx}{d})}{2\pi l(1+(\frac{x}{d})^2)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi l}\int_{-l/2}^{+l/2} \frac{(\frac{dx}{d})}{(1+(\frac{x}{d})^2)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi l}\int_{-l/2d}^{+l/2d}\frac{dX}{1+X^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi l} arctg X\Big]_{-\frac{l}{2d}}^{+\frac{l}{2d}} = \frac{\mu_0 I}{\pi l} arctg\frac{l}{2d}$$