

Ex n° 4

Le circuit magnétique d'un électro-aimant en fer est représenté par la figure suivante.

La partie fixe a la forme d'un U de section $S = 10 \text{ cm}^2$, l'armature mobile, de même fer a une section $S' = 6 \text{ cm}^2$. La partie fixe porte un enroulement de 100 spires.

- 1) Déterminer le courant pour que l'armature soit attirée et vienne fermer le circuit magnétique.
- 2) Quelle force faut-il appliquer à l'armature pour ouvrir à nouveau le circuit magnétique?

- On donne
- masse spécifique du fer $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$
 - on prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$

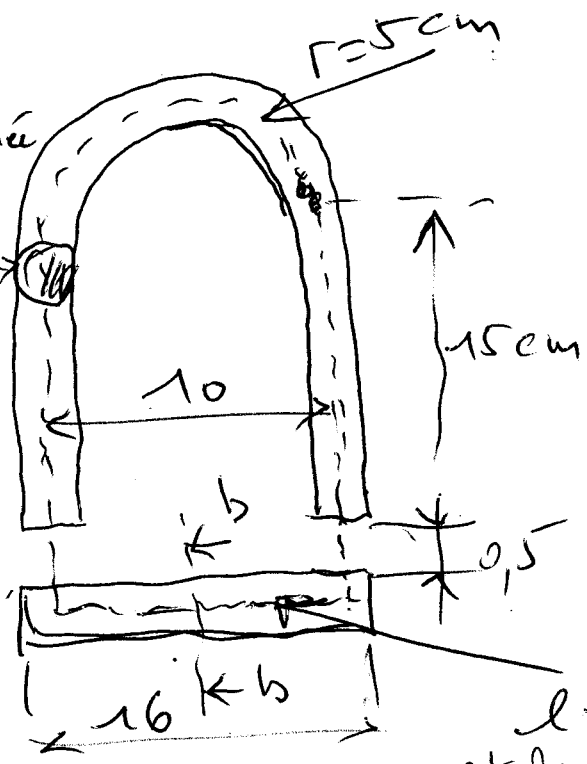
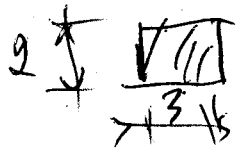
Course d'aimantation du fer

B(T)	0,4	0,8	1	1,2	1,4	1,6
H(A/m)	114	230	300	470	770	1400

NB : la force est déterminée par la formule

$$F = \frac{B^2 \times S}{2 \mu_0}$$

S est la surface de contact



$l = 12 \text{ cm}$ est la longueur de l'armature

(4,1)

Solution:

1) La force d'attraction est

$$F = \frac{B^2 \times 2S}{2\mu_0}$$

L'attraction aura lieu pour une force F au moins égale au poids p de l'armature donc le poids de l'armature est:

$$p = \rho V g \quad \text{appel } \boxed{p = mg}$$

$$p = 7,8 \times (2 \times 2) \cdot 16 \times 10^{-3} \cdot \frac{10}{9} = 7,5 \text{ N}$$

L'induction dans l'électroaimant est alors

$$B^2 = \frac{\mu_0 \cdot F}{S} ; B^2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{10 \cdot 10^{-4}} \times 7,5 = 4\pi \cdot 7,5 \cdot 10^{-4}$$

$$B = \sqrt{30\pi \cdot 10^{-4}} \approx 0,097 \text{ T}$$

On en déduit les différentes forces magnétostatiques.

1) FMM dans le entrefer F_e

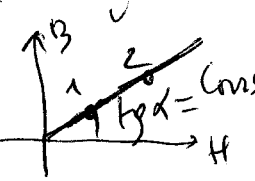
$$F_e = H_{el} l_e \text{ mais } H_e = \frac{B_e}{\mu_0}$$

$$F_e = \frac{B}{\mu_0} \times 2e = \frac{10^{-7}}{4\pi} \times 0,097 \cdot 10^{-2} \rightarrow \boxed{F_e = 772 \text{ A}}$$

2) FMM dans le fer de l'électro-aimant. F_{el}

$$F_{el} = H_{el} \times (0,30 + 0,05\pi)$$

pour une induction de $0,097 \text{ T}$ nous sommes dans la zone linéaire et d'après le tableau, nous avons



$$\frac{H_1}{B_1} = \frac{H_2}{B_2} = \text{constant} \quad \frac{H_{el}}{0,097} = \frac{114}{0,4} \rightarrow H'_{el} = 114 \times \frac{97}{400} = 27,6 \text{ A/m}$$

$$\text{d'où } F_{el} = 27,6 \times (0,30 + 0,05\pi) \approx \boxed{12,7 \text{ A} = F'_{el}}$$

c'est une extrapolation (H. 2)

3 F.M.M dans l'armature mobile F_a

Le flux étant conservé, l'induction dans l'armature mobile est B' telle que

$$B'S' = B.S$$

$$B' = 0,097 \times \frac{10}{6} = \frac{0,97}{6} = 0,16 \text{ T}$$

Il lui correspond un champ H'

$$\frac{H'}{0,16} = \frac{114}{0,4} \rightarrow H' = 114 \cdot \frac{16}{40} = 11,4 \times 4 = 45,6 \text{ A/m}$$

$$\text{d'm } F_a = 45,6 \times 0,12 = \boxed{5,47 \text{ A} = F_a}$$

Le F.M.M totale est F_T :

$$F_T = 776 + 12,7 + 5,47 \approx \boxed{F_T = 790 \text{ A}}$$

Le courant nécessaire à l'attraction de l'armature mobile est

$$F_T = NI = 100 \cdot I = 790 \text{ A} \rightarrow \boxed{I = 7,9 \text{ A}}$$

II) Lorsque l'armature est collée, l'entrefer étant réduit à zéro, le champ créé par le F.M.M précédemment calculé est tel que

$$H \times (0,30 + \pi \cdot 0,05 + 0,12) = \boxed{790}$$

$$H = \frac{794}{0,577} \approx 1369 \text{ A/m}$$

A ce champ correspond sur la courbe de magnétisme une induction $B = 1,58 \text{ T}$ et une force d'attraction

$$F = \frac{2B^2 S}{2\mu_0} = \frac{(1,58)^2 \cdot 10^{-4} \cdot 10}{4\pi \cdot 10^{-7}}$$

$$F = \frac{1,58^2}{4\pi} \times 10^4$$

$$\boxed{F \approx 1990}$$

Il est donc nécessaire d'appliquer une force de 1990 N pour décoller l'armature mobile soit sensiblement 200 kgp (4.3)

