EXERCICES DE MAGNETISME
ENONCES TD N°1.

Exercice 1 : Champ magnétique terrestre

Un solénoïde comportant $N = 1000$ spires jointives a pour longueur $L = 80$ cm.
Il est parcouru par un courant d'intensité I.

a) Faire un schéma sur lequel vous représenterez :

- le spectre magnétique du solénoïde
- les faces Nord et Sud
- le vecteur champ magnétique au centre du solénoïde

On suppose le solénoïde suffisamment long pour être assimilable à un solénoïde de longueur infinie.
b) Quelle est l'expression de l'intensité du champ magnétique au centre du solénoïde ?
A.N. Calculer B si $I = 20$ mA.

L'axe du solénoïde est placé perpendiculairement au plan du méridien magnétique. Au centre du solénoïde on place une petite boussole mobile autour d'un axe vertical.
c) Quelle est l'orientation de la boussole pour $I = 0$?
Quand le courant d'intensité $I = 20$ mA parcourt le solénoïde, la boussole tourne d'un angle $\alpha = 57{,}5°$.
En déduire l'intensité B_h de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

Exercice 2 : Champ magnétique crée par une spire

En utilisant la formule de Biot et Savart, déterminer les caractéristiques du champ magnétique crée au centre d'une bobine plate de N spires, de rayon R et parcourue par un courant I.

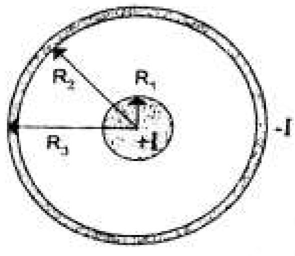
Application numérique : $R = 5$ cm, $N = 100$ et $I = 100$ mA.

Exercice 3 : Champ magnétique crée par un câble

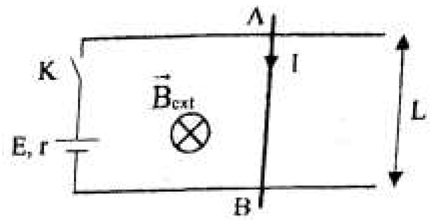
On considère un câble de rayon R, de longueur infinie, parcouru par un courant d'intensité I uniformément réparti dans la section du conducteur.
A l'aide du théorème d'Ampère, déterminer l'intensité du champ magnétique en un point situé à la distance r de l'axe du câble.
Tracer la courbe B(r).

Exercice 4 : Champ magnétique crée par un câble coaxial

On considère un câble coaxial infini cylindrique de rayons R_1, R_2 et R_3.
Le courant d'intensité totale I passe dans un sens dans le conducteur intérieur et revient dans l'autre sens par le conducteur extérieur.



Exercice 5 : Principe du moteur à courant continu



A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur.

a) Calculer I_0, le courant circulant dans le circuit à l'instant t = 0.

Déterminer les caractéristiques de la force magnétique s'appliquant sur la barre AB.

Sous l'effet de la force magnétique, la barre est mise en mouvement. A l'instant t, elle se déplace à la vitesse v.

b) Déterminer les caractéristiques de la fem induite.
En déduire le courant I dans le circuit ainsi que le courant induit i.

En fin d'accélération, la barre atteint une vitesse limite v_{max}.
c) Que vaut alors F ? (en suppose qu'il n'y a pas de frottement).
En déduire I, i et v_{max}.

A.N. E = 6 V, r = 1 Ω, B_{ext} = 1,5 T et L = 20 cm.

Exercice 6 : Inductance d'un solénoïde

Déterminer l'expression de l'inductance L d'un solénoïde.

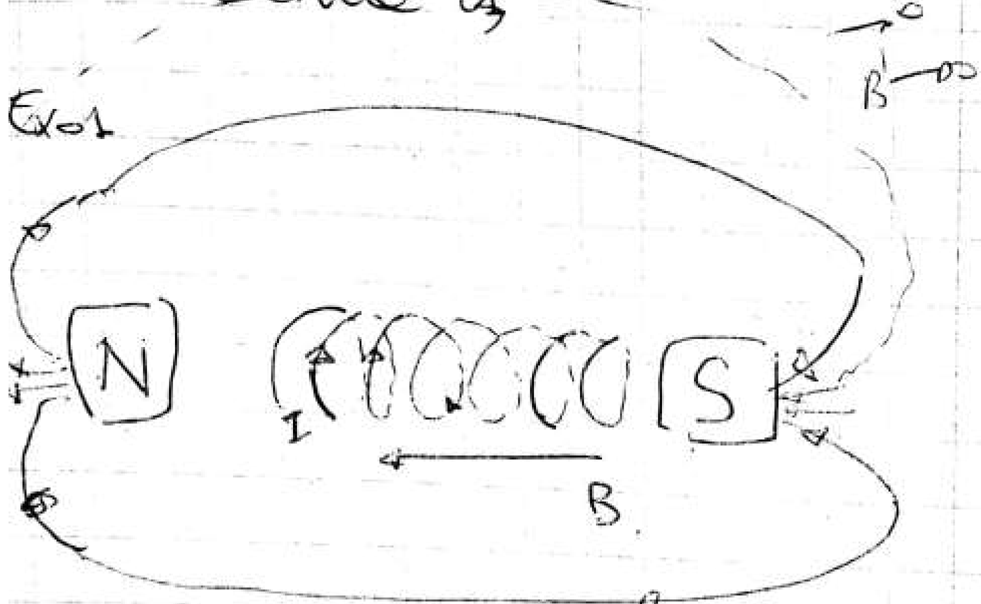
A.N. N = 1000 spires ; ℓ = 80 cm ; S = 36 cm²

Le solénoïde est traversé par un courant de 0,5 A.
Quelle est l'énergie emmagasinée par le solénoïde ?

http://eltblida.blogspot.com

Serie 3

Ex01



$$l = \oint_0^l \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 H$$

(b). $B_0 = \mu_0 H$

$$\cancel{HL} = NI \Rightarrow H = \frac{NI}{L}$$

$$B_0 = \mu_0 \frac{NI}{L} = 4\pi\cdot10^{-7} \times \frac{1000\times(2\times10^{-3})}{80\times10^{-2}}$$

$$\oint \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 NI = \int_0^l \vec{B}\cdot\vec{dl} + \int_l^0 \vec{B'}\cdot\vec{dl} = \mu_0 NI$$

Sachant que : $\vec{B}$ à l'intérieur du solenoide

$\vec{B}$ = cte (champ $\vec{B}$ Uniforme)

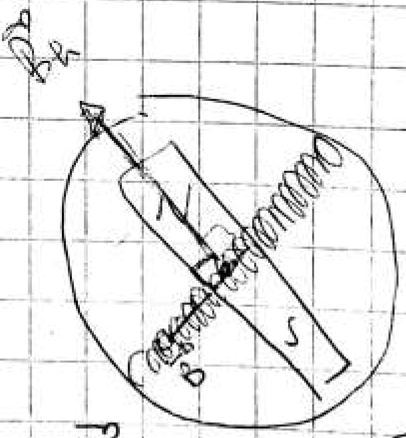
B : c'est à l'exterieur du solénoïde

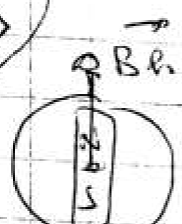
$\vec{B}' \longrightarrow 0$

$B.l = \mu_0 N I$

$B = \frac{\mu_0 N I}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{1000 \times (20\times 10^{-3})}{(80\times 10^{-2})} \Rightarrow \boxed{B = 3{,}14\times 10^{-5}\,T}$

(C).





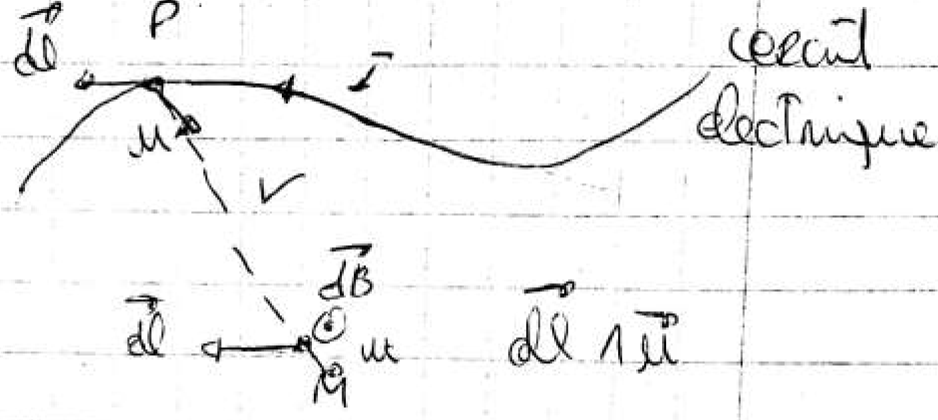
dans le cas où : $I = 0 \Rightarrow \vec{B}_s = 0$.

$I \neq 0 \Rightarrow \vec{B}_s \neq 0$

$\vec{B} = \vec{B}_s + \vec{B}_h \Rightarrow tg\,\alpha = \frac{B_s}{B_h} : \boxed{B_h = 2{,}\,10^{-5}\,T}$

Exo 2) Loi de Biot et Savart.

Rappel



$\vec{u}$. vecteur unitaire (sur l'axe (PM)),

$\vec{dl}$ déplacement élémentaire de charge.

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\vec{dl} \wedge \vec{u}}{r^2}$$

le cas de l'exercice : Bobine plate de N spire.

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 N I}{4\pi} \cdot \frac{\|\vec{dl} \wedge \vec{u}\|}{R^2}$$

$\|\vec{u}\| = 1.$

$\|\vec{dl} \wedge \vec{u}\| = 1.$

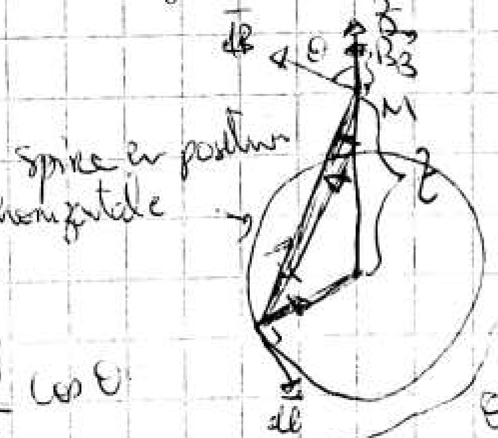
$$B = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0 N I}{4\pi} \cdot \frac{dl}{R^2}$$

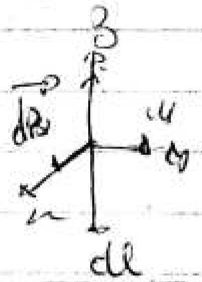
$$B = \frac{\mu_0 \cdot N I}{4\pi R^2} \cdot 2\pi R$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot N I}{2R}}$$

• loi de Biot et Savart pour calculer B_z

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\vec{dl} \wedge \vec{u}}{r^2}$$





$$dB_z = dB \cdot \cos\theta$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\|\vec{dl} \wedge \vec{u}\|}{r^2} \cos\theta$$

$$\theta + \frac{\pi}{2} + \alpha = \pi$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$\|\vec{dl} \wedge \vec{u}\| = dl \cdot u \cdot \sin 90°$$
$$=$$

$$\cos\theta = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$
$$= \sin\alpha = \cos\theta$$

$$\cos\alpha = \frac{R}{r}$$

$$\frac{R}{r}$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} dl \cdot \sin\alpha$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \cdot dl \cdot \frac{R}{r} \Rightarrow r = \sqrt{z^2 + R^2}$$

donc $dB_z = \frac{\mu_0 I R}{4\pi (\sqrt{R^2 + z^2})^3} dl$

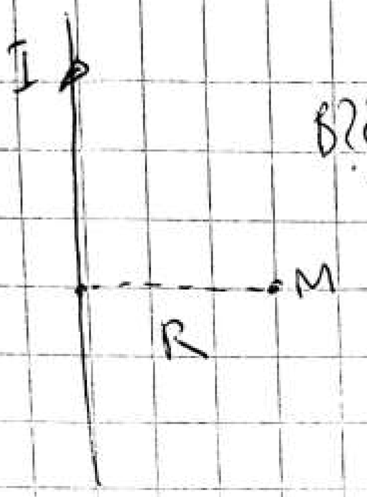
$$B_z = \int_0^{N2\pi R} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{R}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} dl$$

$$\boxed{B_z = \frac{N \mu_0 I R^2}{2(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}}$$

au centre $z = 0$, $B_{z=0} = \frac{N I \mu_0 R^2}{2(R^2)^{\frac{3}{2}}}$

$$\boxed{B_z = \frac{N \mu_0 I}{2R}}$$

a le maison

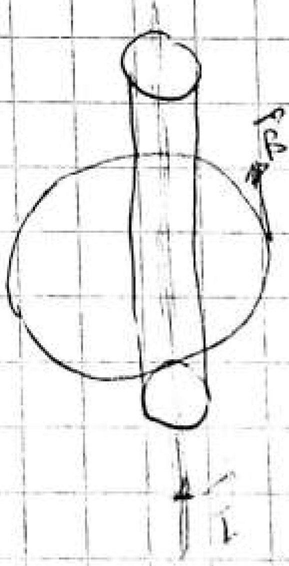


Exo 3)

$I = \iint \vec{J} \cdot d\vec{S}_r$

$I = \iint \vec{J} \cdot dS$

$= J \cdot S$



1er cas $(r < R)$

$C = \int_0^{2\pi r} \vec{B} \cdot \vec{dl} = \Sigma \mu \cdot I_r$

$\mathcal{C} = B\, 2\pi r = \mu I r$

$$B = \frac{\mu I r}{2\pi r} \Rightarrow B = \frac{\mu . I . r^2}{2\pi r . R^2}$$

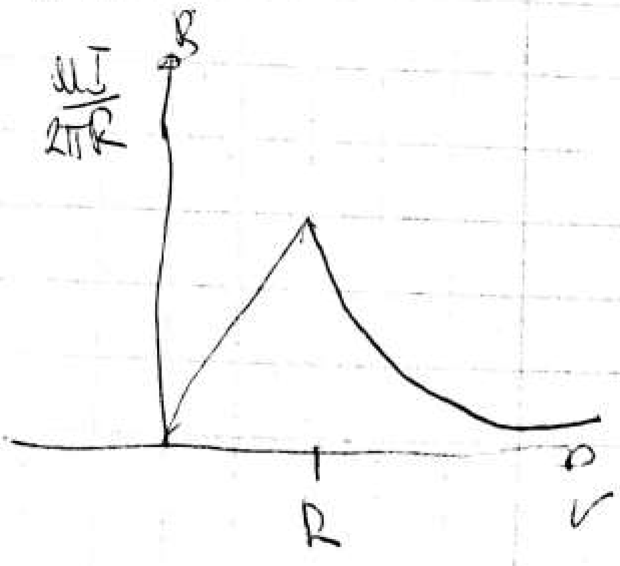
$$\boxed{B = \left(\frac{\mu . I}{2\pi R^2}\right) . r}$$

2ème cas $r > R$

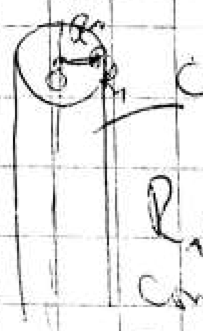
$$\mathcal{C} = \int^{2\pi r} \vec{B} . \vec{dl} = \sum \mu_0 I$$

$$B\, 2\pi r = \mu_0 I$$

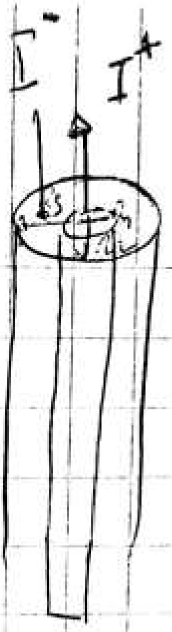
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$



Ex 4) r = variable



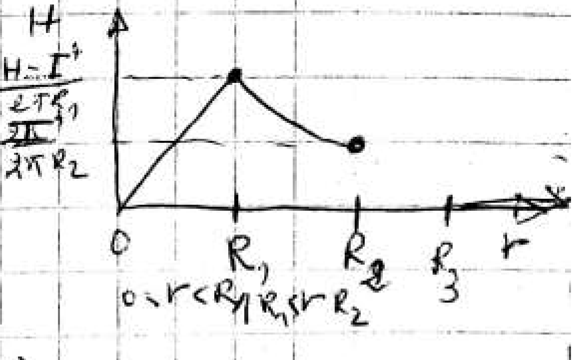
R_1 = Rayon du fil conducteur en cuivre
I varie en fonction de r :



$\underline{I}(r) = J.\pi r^2$
lorsque $r = R_1$

$I(R) = I^+ = J\pi R_1^2$

$I(r) = I^+ \dfrac{r^2}{R_1^2}$



1er cas $R_1 > r$

$$\oint_0^{2\pi r} \vec{H}\,\vec{dl} = I(r)$$

H = cte

$$H\,2\pi r = \frac{I^+}{R_1^2} r^2 \qquad H = \left(\frac{I^+}{2\pi R_1^2}\right) r$$

$2^{ème}$ Cas : $R_1 < r < R_2$

H ?

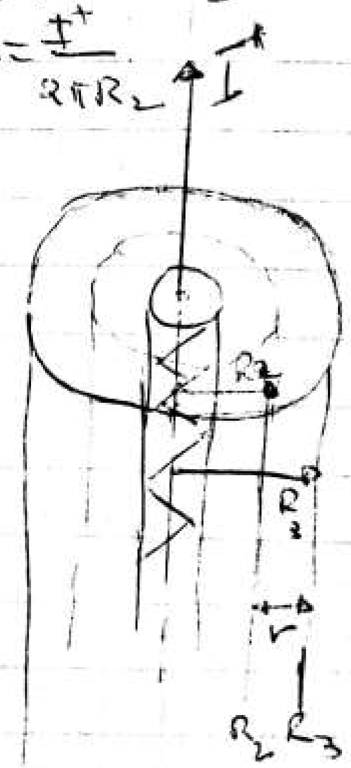
$$\oint_0^{2\pi r} \vec{H}\,\vec{dl} = I(r)$$

$$H \cdot 2\pi r = I^+$$

$$\boxed{H = \frac{I^+}{2\pi r}} \Rightarrow \boxed{B = \mu \cdot \frac{I^+}{2\pi r}}$$

lorsque $r = R_2$

$$H = \frac{I^+}{2\pi R_2}$$



$3^{ème}$ Cas $R_2 < r < R_3$

$$\oint_0^{2\pi r} \vec{H} \cdot \vec{dl} = \Sigma I$$

$$H \cdot 2\pi r = I^+ - I^-(r)$$

r variable le

$R_2 < r < R_3$

$$I^-(r) = \iint \vec{J} \cdot d\vec{S}$$

$\vec{dS} = ?$

$$S = \pi r^2$$

$$dS = \pi 2 \cdot r\, dr$$

$$I^-(r) = \int_{R_2}^{r} J \cdot 2\pi \cdot r\, dr$$

$I^-(r) = J 2\pi \left[\frac{1}{2} r^2\right]_{R_2}^{r}$

$I^-(r) = J\pi(r^2 - R_2^2)$

$R_2 < r < R_3$

$I^-(R_3) = |I^-| = |I^+|$

$= J\pi(R_3^2 - R_2^2)$

$I^-(r) = \dfrac{I^-(r^2 - R_2^2)}{(R_3^2 - R_2^2)}$

$2\pi r$

$$\oint_0 \vec{H} \cdot \vec{dl} = I^+ - I^-(r)$$

$$H \cdot 2\pi r = I^+ - \frac{I^-(r^2 - R_2^2)}{R_3^2 - R_2^2}$$

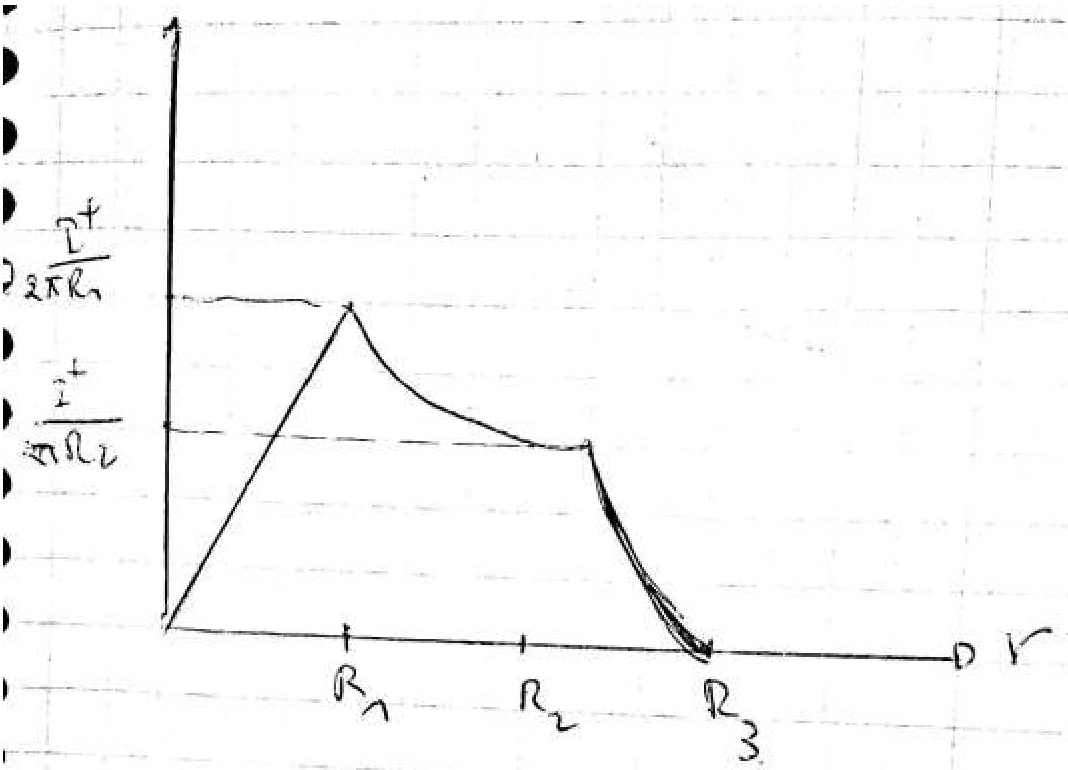
$|I^+| = |I^-|$

$$H = \frac{I}{2\pi r}\left(1 - \frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2}\right)$$

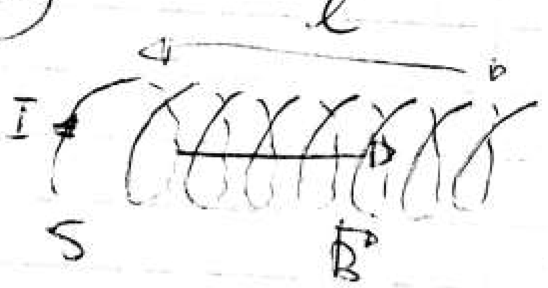
4ème cas

$2\pi r \qquad r > R_3$

$$\oint_0 \vec{H} \cdot \vec{dl} = I^+ - I^- = 0.$$



Ex 6)



B = cte le champ est uniforme

I = 0,5 A

dans ce cas $B = \mu_0 \frac{NI}{l}$

L ?

$L = \frac{\varphi}{I}$

$$\phi = \oiint \vec{B} \cdot d\vec{S} = B \cdot S N$$

$$\phi = N B \cdot S = \mu_0 \cdot \frac{N I}{\ell} \cdot N \cdot S$$

$$\phi = \mu_0 S \cdot \frac{I N^2}{\ell}$$

$$L I = \mu_0 S \frac{I N^2}{\ell} \Rightarrow L = \mu_0 S \cdot \frac{N^2}{\ell}$$

$$W = \frac{1}{2} L i^2$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot (1000)^2 \cdot 36 \times 10^{-4} \times 0{,}5^2 \cdot$$

$$= 7{,}06 J = 0{,}706 J \cdot$$