

FORCE MAGNÉTIQUE SUR UN COURANT

1 Théorie

Lorsqu'un courant électrique circule dans un fil conducteur, et que ce dernier est plongé dans un champ magnétique, il subira l'action de la *force magnétique* \mathbf{F}_M tel qu'illustré à la Figure 1.

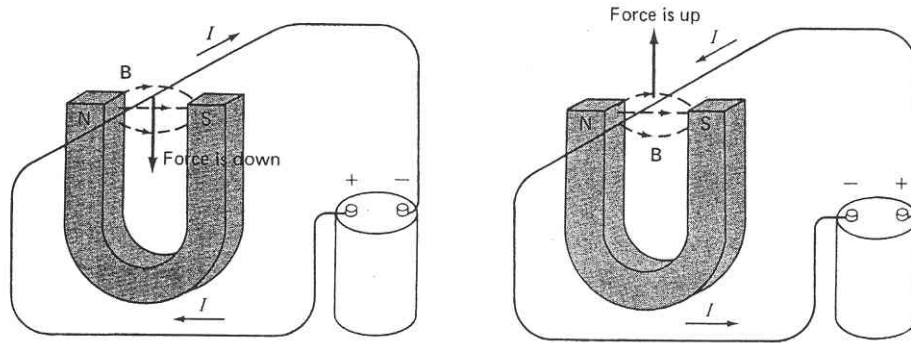


Figure 1

Les composantes du vecteur \mathbf{F}_M , c.-à-d. sa grandeur et sa direction, dépendent de quatre quantités: (1) le courant I qui circule dans le fil; (2) la longueur L du fil, qui constitue en fait un vecteur, \mathbf{L} , dont la direction est donnée par le sens du courant électrique; (3) l'intensité B du vecteur champ magnétique, \mathbf{B} ; et (4) l'angle θ entre le champ magnétique \mathbf{B} et le fil \mathbf{L} . L'intensité de la force magnétique est donnée par

$$F_M = ILB \sin \theta. \quad (1)$$

La direction de cette force est déterminée par la règle de la main droite tel qu'illustré à la Figure 2. La force \mathbf{F}_M est perpendiculaire au plan formé par \mathbf{L} et \mathbf{B} . La notation vectorielle permet d'écrire ce résultat sous forme plus succincte:

$$\mathbf{F}_M = I\mathbf{L} \times \mathbf{B}.$$

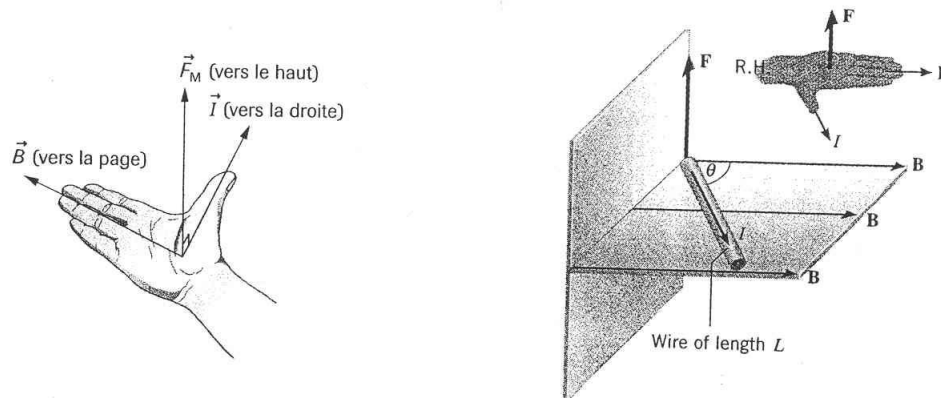


Figure 2: Règle-I de la main droite

La balance à courant Pasco SF-8607 permet de mesurer F_M en fonction de I , L , B ou θ . Dans l'expérience qui suit, nous allons vérifier l'effet du courant I , l'intensité du champ magnétique B et de l'angle θ sur la force magnétique, F_M , exercée sur un fil électrique.

2 Matériel

La balance à courant de base contient: l'unité principale, six panneaux ayant différentes longueurs du fil électrique plongé dans le champ magnétique et un montage magnétique avec six aimants (Figure 3).

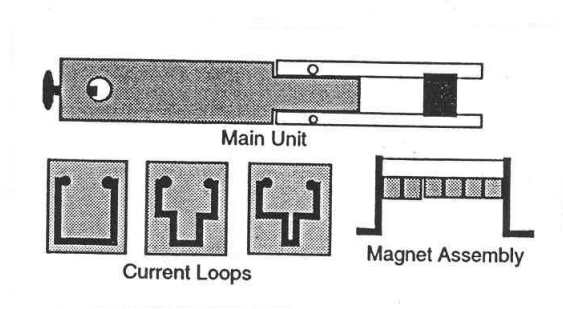
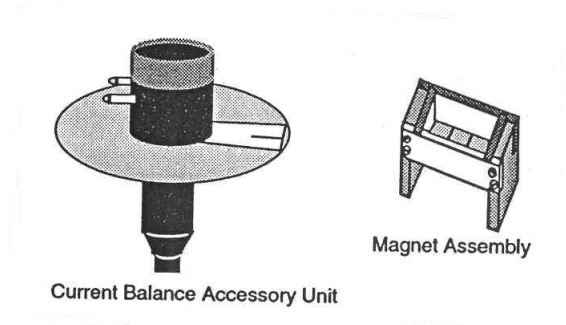


Figure 3: Balance à courant - unité de base

L'accessoire de la balance à courant électrique contient: l'unité avec le cadran à angle et un montage magnétique avec aimants (différent de celui l'unité de base, voir à la Figure 4).

Figure 4: Accessoire pour varier l'angle θ .

De plus, vous aurez besoin d'une source de courant, une balance qui mesure des forces avec une précision équivalente à une masse de 0.01 gramme, et un support expérimental (universel).

3 Manipulations et analyse

3.1 Partie I: Relation du courant I sur la force magnétique F_{magn}

1. L'unité principale est déjà montée sur un support expérimental. Dans les deux petits orifices situés à l'extrémité de couleur argentée, insérez le panneau SF42 tel qu'illustré à la Figure 5 (la longueur du fil dans le champ magnétique pour le panneau SF42 est $L = 8.4 \pm 0.2$ cm).

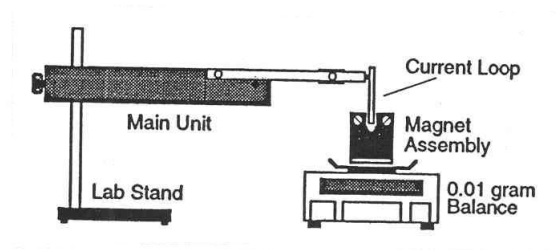


Figure 5: Montage expérimental de l'unité de base.

2. Placez le montage à aimants sur la balance (précise à au moins 0.01 gramme) de manière à ce que le panneau du fil électrique soit aligné avec l'espace étroit au centre du montage

à aimants. De chaque côté de cet espace se trouve le nord et le sud des aimants (un côté rouge et un côté blanc).

- Ajustez la hauteur de l'unité principale afin que la portion horizontale du fil électrique passe à travers la région du champ magnétique. Le panneau du fil ne doit pas toucher aux aimants.
- Lorsqu'aucun courant passe dans le fil du panneau, c'est-à-dire que la source de courant n'est pas en marche et qu'aucune valeur n'apparaît à l'afficheur (#10 à la Figure 6), pesez le montage à aimants au 0.01 gramme près. Notez cette lecture de la balance au Tableau 1 (à la rangée $I = 0.00$ A).

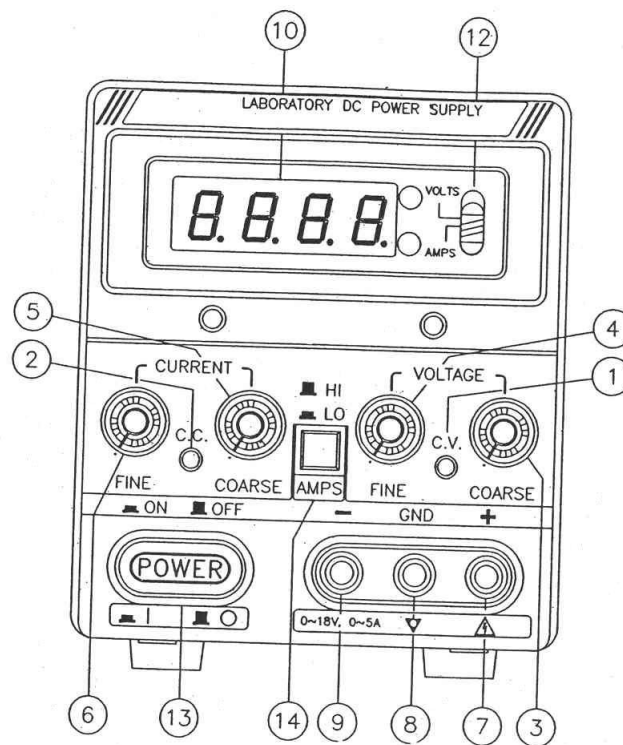


Figure 6: Source de courant

- Avant de brancher la source de courant, les deux boutons du voltage devraient être en position pour le plus fort, c'est-à-dire tournés vers la droite (#3 et #4 à la Figure 6).
- Mettez la source de courant en marche. Vérifiez que l'appareil est ajusté à la grande échelle du courant et qu'il affiche deux décimales (bouton #14 à la Figure 6). Ajustez

la source de courant à 0.50 A. Pesez de nouveau le montage et notez cette valeur au Tableau 1 sous la colonne de la lecture de la balance.

7. Pour calculer la “Masse de F_M ”, soustrayez la lecture de la balance à 0.00 A de la lecture de la balance à 0.50 A.
8. Augmentez le courant par sauts de 0.50 A jusqu’à une valeur maximum de 5.0 A et notez ces lectures de la balance au Tableau 1. Calculez la “Masse de F_M ” en lui soustrayant la lecture de la balance à 0.00 A.
9. Appuyez sur l’interrupteur “POWER”.

Courant I (\pm ?A)	Lecture de la balance (\pm ?grammes)	“Masse de F_M ” (\pm ?grammes)	F_M (\pm ?N)
0.00			
0.50			
1.00			
1.50			
2.00			
2.50			
3.00			
3.50			
4.00			
4.50			
5.00			

Tableau 1: Données expérimentales pour F_M en fonction de I .

Tracez un graphique afin de pouvoir déterminer l’intensité du champ magnétique $B \pm \Delta B$ à partir de sa pente. Déterminez les quantités pour l’axe des y , l’axe des x , la pente m et l’ordonnée à l’origine b de ce graphique. Est-ce que l’équation (1) est satisfaite par vos résultats?

3.2 Partie II: F_M en fonction de B

1. Gardez le panneau SF42 ($L = 8.4 \pm 0.2$ cm) sur l’unité principale du montage expérimental.
2. Enlevez le petit support en plastique noir situé sous les aimants, puis enlevez les six aimants du montage magnétique. Installez ensuite un seul aimant en centre du montage.

3. Placez le montage magnétique sur la balance et pesez le montage à aimants au 0.01 gramme près. Notez cette lecture de la balance au Tableau 2 sous la colonne “Masse” $I=0.00A$.
4. Allumez la source de courant et l’ajustez à 2.00 A. Pesez la “Masse” $I \neq 0.00A$ au 0.01 gramme près et notez cette valeur au Tableau 2.
5. Pour calculer la “Masse de F_M ”, soustrayez “Masse” $I=0.00A$ à la “Masse” $I \neq 0.00A$.
6. Répétez les étapes **3** à **5** en ajoutant un aimant à chaque fois, et ce jusqu’à un total de six aimants.

Nombre d’aimants	“Masse”		“Masse de F_M ” (\pm ?grammes)	F_M (\pm ?N)
	$I=0.00A$ (\pm ?gramme)	$I \neq 0.00A$ (\pm ?gramme)		
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Tableau 2: Données expérimentales pour F_M en fonction de B .

7. Tracez un graphique de la F_M (comme axe vertical) en fonction du nombre d’aimants (axe horizontal).
8. Est-ce que l’hypothèse selon laquelle le champ magnétique est proportionnel au nombre d’aimants semble justifiée, selon vos résultats?
9. Déterminez l’intensité du champ magnétique $B \pm \Delta B$ par aimant en utilisant la pente de votre graphique tracé ci-haut. Est-ce que cette valeur de B par aimant est égale à la valeur de B déterminée dans la partie I de cette expérience?
10. Selon vous, qu’arriverait-il si les aimants étaient placés à l’envers, c.-à-d. avec leur pôle nord à côté du pôle sud des autres aimants?

3.3 Partie III: F_M en fonction de θ

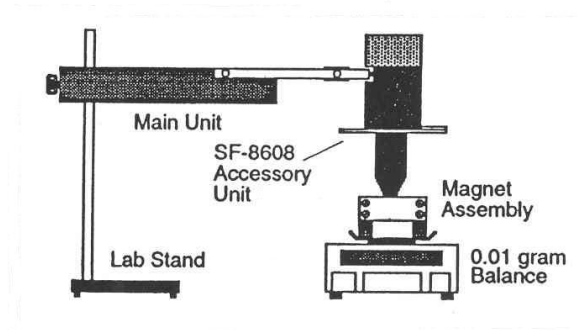


Figure 7: Montage expérimental pour varier l'angle θ

1. Remplacez le panneau du fil par la composante indiquant les angles (voir Figures 2 et 7). Utilisez le support à aimant dont les aimants ne peuvent pas être enlevés.
2. Lorsqu'aucun courant ne passe dans le fil du panneau, c'est-à-dire que la source de courant n'est pas en marche et qu'aucune valeur n'apparaît à l'afficheur (#10 à la Figure 6), pesez le montage à aimants, au 0.00 gramme près. Notez cette lecture à l'endroit approprié ("Masse" $I=0.00A$) sous le Tableau 3.
3. Ajustez l'angle à 0° lorsque la direction du fil électrique est parallèle au champ magnétique.
4. Mettez en marche la source de courant et ajustez-la à 1.00A. Pesez de nouveau le montage et notez la lecture de la balance au Tableau 3.
5. Pour calculer la "Masse de F_M ", soustrayez "Masse" $I=0.00A$ de lecture de la balance.
6. Augmentez l'angle par saut de 10° , pesez le montage et notez la lecture de la balance au Tableau 3.

Angle θ ($\pm?$ °)	Lecture de la balance ($\pm?$ grammes)	“Masse de F_M ” ($\pm?$ grammes)	F_M ($\pm?$ N)
0			
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			

Tableau 3: Données expérimentales pour F_M en fonction de $\sin \theta$.

Tracez un graphique de la F_M (comme axe vertical) en fonction de $\sin \theta$ (axe horizontal).
 À remarquer: $\Delta(\sin \theta) = |\cos \theta| \Delta\theta$ (θ en radians). À quels angles observe-t-on une force maximale? Est-ce que l'équation (1) est vérifiée par vos résultats?