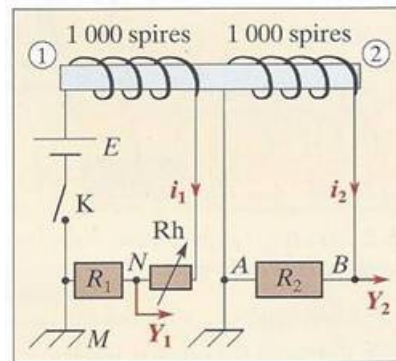


PHENOMENE D'INDUCTION

ENONCES

Sur un même cylindre de fer sont enroulés deux bobinages (schéma ci-dessous)



La bobine (1) est dans un circuit comportant un générateur de tension continue, un interrupteur, un rhéostat et une résistance R_1 aux bornes de laquelle on branche la voie Y_1 d'un oscilloscope.

La bobine (2) est reliée sur une résistance R_2 aux bornes de laquelle on branche la voie Y_2 de l'oscilloscope.

- 1) a) Quelles sont les grandeurs visualisées sur chaque voie de l'oscilloscope?
- b) Qu'observe-t-on si l'interrupteur K est ouvert?

2) On ferme l'interrupteur K.

a) Analyser les conséquences de l'établissement du courant dans la bobine (1).

b) Qu'observe-t-on alors sur chacune des voies de l'oscilloscope?

3) L'interrupteur K étant toujours fermé, on augmente rapidement, mais régulièrement, la valeur de la résistance du rhéostat.

a) Analyser le phénomène qui se produit alors.

b) Qu'observe-t-on sur la voie 2 ?

CONSEILS

Rechercher les dipôles dont les bornes sont reliées aux entrées de l'oscilloscope.

Repérer:

- la borne reliée à la masse,
- le sens du courant dans le dipôle.

SOLUTION

1) a) l'oscilloscope visualise les tensions:
 $u_{NM} = R_1 \cdot i_1$ sur la voie Y_1 ;

$U_{BA} = R_2 \cdot i_2$ sur la voie Y_2 .

b) $u_{NM} = 0$, car il n'y a pas de courant dans (1)

(interrupteur ouvert) ;

Analyser les variations du champ magnétique dans le circuit 0 lors de la fermeture de l'interrupteur.

$u_{BA} = 0$, car il n'y a pas de courant dans (2) (circuit fermé sans f.e.m. d'induction)

Rechercher le sens du courant induit qui crée un champ magnétique induit \vec{B}_p s'opposant à la variation du champ magnétique inducteur \vec{B} .

2) a) L'établissement du courant dans l'inducteur (bobine (1)) crée un champ magnétique B dans le barreau de fer (parallèle au barreau et vers la droite). L'induit (bobine (2)), qui est traversé par

À partir des sens des courants inducteurs et induits, déterminer les signes des intensités i_1 et i_2 et les signes des tensions u_{NM} et u_{BA} .

un champ inducteur \vec{B} dont la valeur B croît brusquement, est le siège d'une f.e.m induite. D'après la loi de Lenz, le

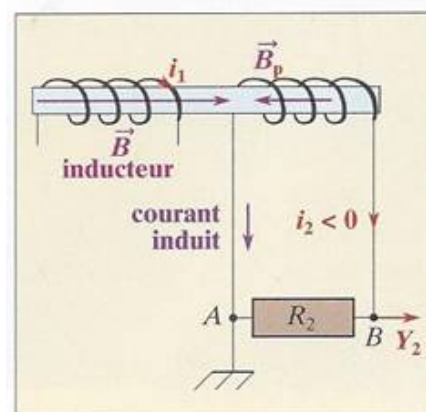
Rechercher l'origine de la modification du champ magnétique inducteur.

courant induit crée un champ magnétique induit \vec{B}_p (champ propre) de sens opposé au champ inducteur \vec{B} dont la valeur B croît: le courant induit circule donc dans le sens négatif (son intensité i_2 est négative).

b) Sur la voie Y_1 , la tension $u_{NM} = R_1 \cdot i_1$ passe rapidement de la valeur 0 à une valeur positive constante.

Sur la voie Y_2 apparaît fugitivement une tension négative:

$$U_{BA} = R_2 \cdot i_2, \text{ avec } i_2 < 0.$$



3) a) En augmentant la valeur de la résistance R_h on diminue l'intensité i_1 du courant inducteur: la valeur du champ inducteur \vec{B} traversant l'induit diminue. D'après

la Loi de Lenz, le courant induit d'intensité i_2 a alors un sens positif: le champ induit \vec{B}_p a le même sens que \vec{B} dont la valeur décroît.

b) Durant l'augmentation de la résistance R_h du rhéostat, on observe une tension $u_{BA} = R_2 \cdot i_2$ positive ($i_2 > 0$) de valeur d'autant plus grande que l'augmentation de la résistance est rapide.

CONNAISSANCES ESSENTIELLES DU COURS

1- Analyse d'un schéma (doc. 2 du cours)

- Indiquer, sur le schéma, l'induit et l'inducteur.
- Que visualise l'oscilloscope?
À quoi cette grandeur est-elle égale?
- Qu'est-ce qui permet d'affirmer que la bobine est en mouvement?

2 Vrai ou Faux

Choisir, parmi les propositions suivantes, celles qui sont fausses et les corriger:

- Une bobine placée dans un champ magnétique variable est le siège d'une f.e.m. induite.
- Dans une bobine placée dans un champ magnétique variable, on a toujours un courant induit.
- Une f.e.m. induite n'apparaît dans une bobine que lorsqu'on approche un pôle nord d'aimant de l'une de ses faces.
- Le phénomène d'induction ne s'observe que si l'inducteur se déplace par rapport à l'induit, et vice versa.
- Lors du phénomène d'induction, l'effet est d'autant plus important que les variations du champ inducteur sont rapides.
- Le sens du courant induit est donné par la loi de Lenz.

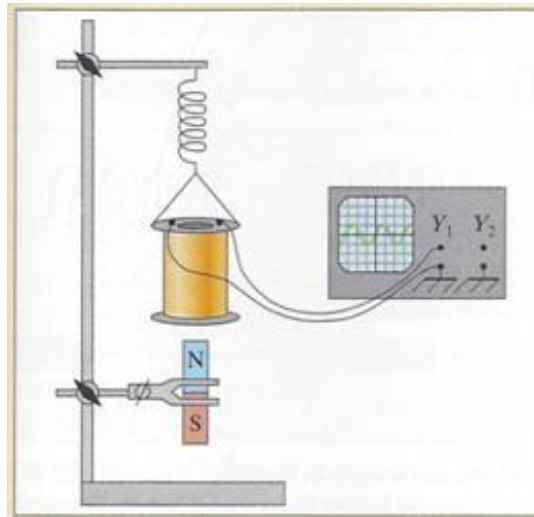
3 Loi de Lenz

- Énoncer la loi de Lenz.

b) Faire un schéma d'expérience illustrant cette loi.

4 Applications du phénomène d'induction

Citer deux applications du phénomène d'induction



APPLICATIONS DIRECTES DU COURS

5/

Faces d'une bobine et sens du courant induit

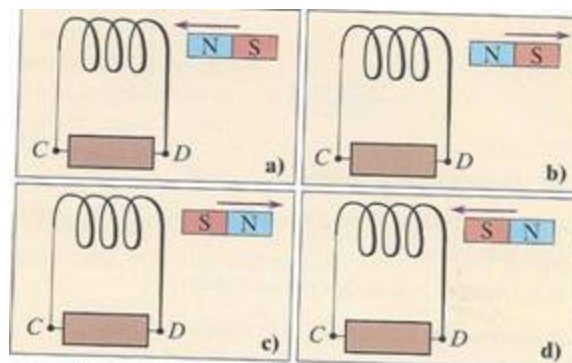
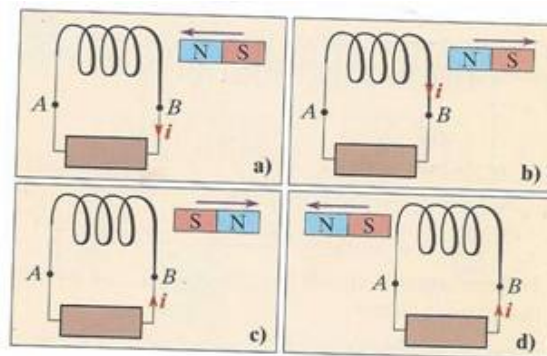
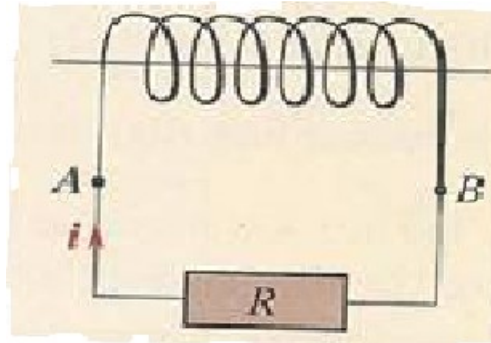
Indiquer, pour chaque schéma, le nom de la face de la bobine en regard de l'aimant, ainsi que le sens du courant induit correspondant.

6/

Indiquer, pour chaque schéma représentant un circuit orienté, le signe de l'intensité du courant induit et celui de la tension U_{AB} .

7/

Un aimant droit est déplacé selon l'axe d'une bobine sur laquelle a été choisi un sens positif de circulation du courant.



1) On approche de la bobine, par la gauche, le pôle nord de l'aimant. Indiquer:

a) le nom des faces;

b) le sens du courant induit ;

c) le signe de l'intensité du courant induit;

d) le signe de la tension u_{AB} .

2) On éloigne de la bobine, par la droite, le pôle nord de l'aimant. Répondre aux mêmes questions.

3) On approche de la bobine, par la droite, le pôle sud de l'aimant. Répondre aux mêmes questions.

4) Reprendre la question 1), l'enroulement du fil de la bobine étant en sens contraire de celui schématisé

EXERCICES PROPOSES

Champ propre (Ex 8.9)

8/

Soit \vec{B}_a le champ magnétique inducteur créé par l'aimant dans la bobine.

1) On approche le pôle nord de l'aimant.

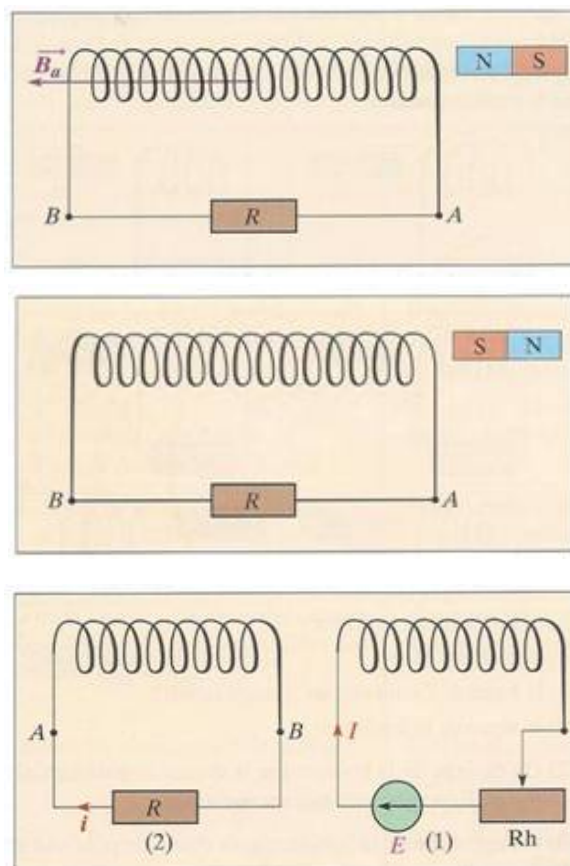
- a) Représenter le champ magnétique propre \vec{B}_p induit dans la bobine.
- b) En déduire le sens du courant induit.

2) On retourne l'aimant et on éloigne le pôle sud.

- a) Représenter les vecteurs \vec{B}_a et \vec{B}_p .
- b) En déduire le sens du courant induit.

9/

On considère l'expérience représentée sur le schéma suivant:

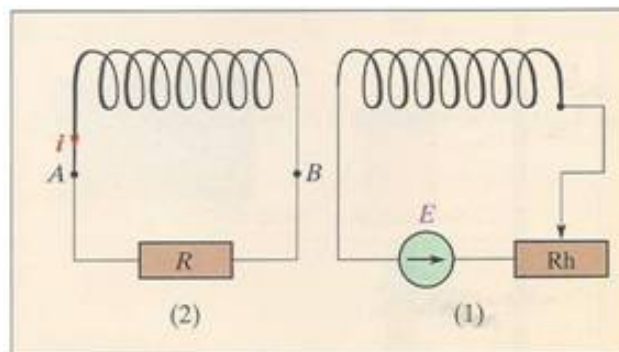


- 1) Représenter le champ magnétique inducteur dans la bobine du circuit induit.
- 2) Quelle est la valeur du courant induit lorsque I est constant?
- 3) Par l'intermédiaire du rhéostat, on augmente I .
 - a) Comment varie la valeur du champ inducteur.
 - b) Représenter le champ magnétique induit \vec{B}_p qui apparaît dans la bobine (2).
 - c) Quel est le sens du courant induit? Quel est son signe?
 - d) Donner le signe de la tension U_{BA} .
- 4) Reprendre la question précédente si on diminue l'intensité I .

Inducteur fixe (Ex. 10 et 11)

10/

On considère le montage ci-dessous comportant un circuit induit (2) et un circuit inducteur (1).



- 1) Représenter le champ magnétique B_a créé par l'aimant dans la bobine.
- 2) On approche la bobine de l'aimant fixe.
 - a) Représenter le champ propre \vec{B}_p .
 - b) En déduire le sens du courant induit.

11/

On considère le montage ci-dessus:

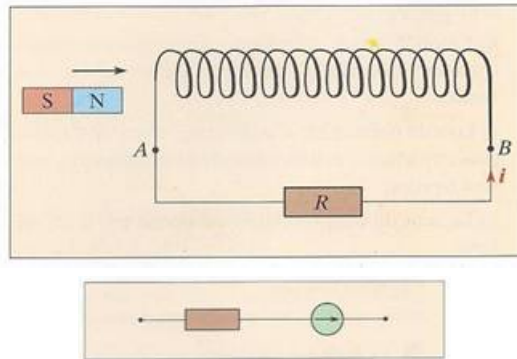
- 1) a) Indiquer le signe de l'intensité du courant induit qui apparaît dans la bobine du circuit (2) lorsque l'on se déplace le curseur du rhéostat vers la droite.
- b) L'intensité du courant induit dépend-elle de la déplacement du curseur? .
- 2) On inverse les branchements aux bornes du générateur du circuit (1). Indiquer le signe de la

tension U_{AB} lorsque l'on déplace vers la droite le curseur du rhéostat.

12/Schématisation - Bilan de puissance

1) Donner le signe de l'intensité du courant induit qui apparaît lors de l'expérience schématisée ci-dessous

2) Compléter le schéma électrique représentant de résistance r lors du phénomène d'induction.



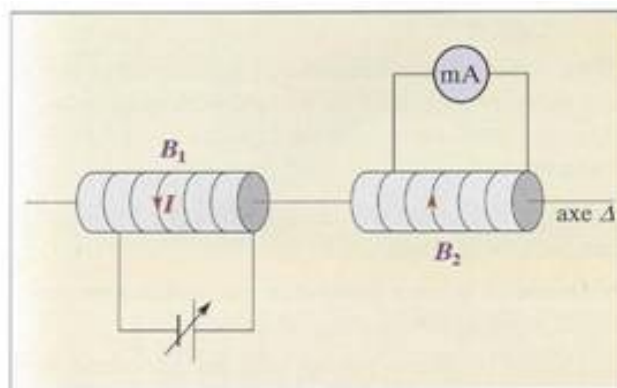
3) Effectuer un bilan de puissance.

UTILISATION DES ACQUIS

Interaction entre deux bobines (Ex. 13 et 14)

13/ Vrai ou faux

On considère deux bobines B_1 et B_2 .



Indiquer les propositions exactes.

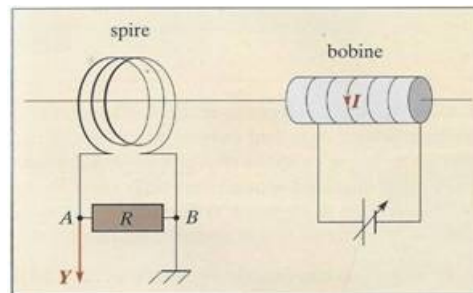
Un courant circule dans B_2 dans le sens indiqué lorsque:

- a) on augmente 1;
- b) on diminue 1;
- c) on éloigne B_2 de B_1 ;
- d) on approche B_2 de B_1 ;
- e) on fait tourner B_2 de $\frac{\pi}{2}$ autour de son axe Δ ;
- f) on fait tourner B_1 de $\frac{\pi}{2}$ autour de son axe Δ

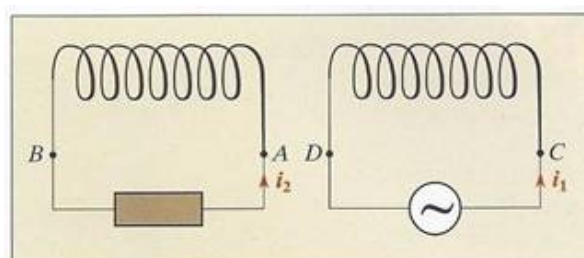
14/ Dans quels cas le spot de l'oscilloscope se déplace-t-il vers le bas?

- a) On approche la bobine de la spire.
- b) On éloigne la bobine de la spire.
- c) On diminue l'intensité 1.
- d) On augmente l'intensité 1.

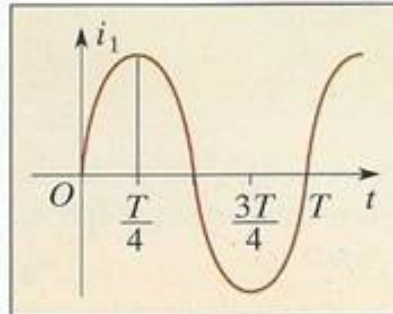
Principe du transformateur (Ex. 15 et 16)



15/Deux bobines d'axes confondus sont face à face comme l'indique le schéma suivant:



L'inducteur, relié à un générateur de courant sinusoïdal, est parcouru par un courant dont l'intensité i_1 est représentée en fonction du temps.



1) Indiquer le sens du courant induit et le signe de son intensité i_2 de l'instant

0 à $\frac{T}{4}$, puis de $\frac{T}{4}$ à $\frac{T}{2}$, de $\frac{T}{2}$ à $\frac{3T}{4}$ et de $\frac{3T}{4}$ à T

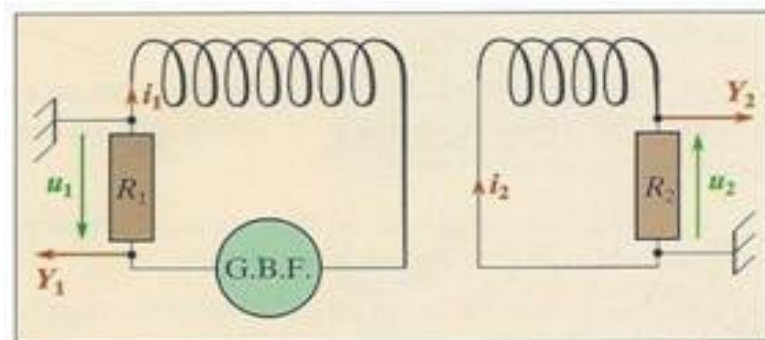
2) Représenter graphiquement l'allure des variations de l'intensité i_2 en fonction du temps.

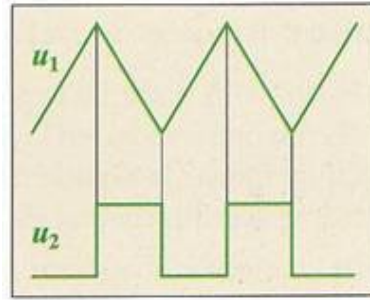
3) Représenter graphiquement l'allure des variations de i_2 en fonction du temps lorsque la fréquence de i_1 est plus grande.

16/Le solénoïde du montage ci-dessous est alimenté par un G.B.F. délivrant une tension triangulaire:

Avec une résistance R_1 de valeur importante, on observe une tension $u_1 = R_1 \cdot i_1$ en dents de scie.

La tension $u_2 = R_2 \cdot i_2$ aux bornes de la résistance du circuit induit présente des créneaux: l'intensité i_2 du courant induit est alternativement positive et négative.





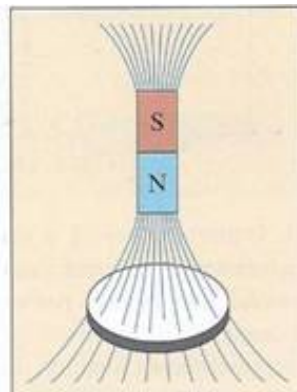
1) Justifier le signe de l'intensité i_2 du courant induit:

- a) lorsque l'intensité i_1 du courant inducteur croît;
- b) lorsque i_1 décroît.

2) On admet la relation $i_2 = K \cdot \frac{di_1}{dt}$ avec K une constante qui dépend de la constitution des circuits. Montrer que cette relation est compatible avec les oscillogrammes observés

17/Chute verticale d'un aimant au travers d'une bobine plate

Un aimant droit (dont on a représenté les lignes de champ) est abandonné verticalement, le pôle nord vers le bas au-dessus du centre d'une bobine plate horizontale dont les bornes sont reliées par un fil conducteur.



- 1) a) Quel est le phénomène physique qui apparaît?
- b) Par quelle grandeur physique se manifeste-t-il ?
- c) De quelle façon peut-on mettre en évidence cette grandeur physique?
- 2) En négligeant les forces de frottement dues à l'air, peut-on dire que l'aimant est en chute libre? Pourquoi?
- 3) Décrire qualitativement l'évolution au cours de la chute de l'aimant de la grandeur physique évoquée au 1) b).

18/Bobine plate dans un champ magnétique

Une bobine plate court-circuitée est placée dans un champ magnétique uniforme tel que les lignes

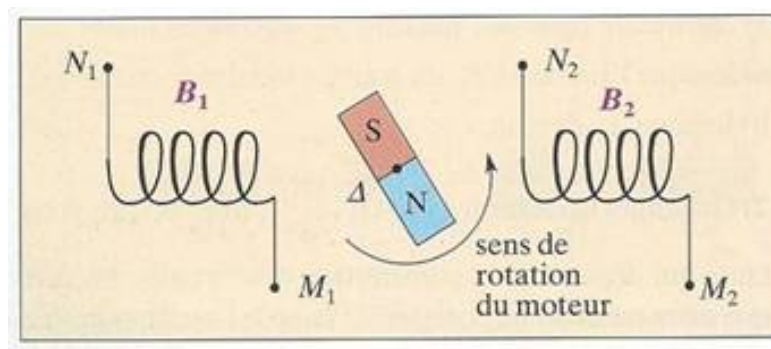
de champ soient perpendiculaires au plan de chaque spire.

- 1) Faire un schéma du système décrit ci-dessus en orientant les lignes de champ et en choisissant un sens positif sur la bobine.
- 2) À partir de cette position, on fait tourner d'un demi-tour la bobine autour d'un axe Δ diamétral.
 - a) Pourquoi se produit-il un phénomène d'[induction électromagnétique](#)?
 - b) Indiquer sur le schéma le sens du courant induit.
- 3) a) À partir de la position finale de la question 2), décrire brièvement, en le justifiant, ce qui se produit lorsqu'on tourne la bobine dans le même sens et autour du même axe, d'un deuxième demi-tour.
 - b) Quel est le dispositif physique qui fonctionne sur le même principe?

19/Alternateur

Un alternateur est réalisé suivant le principe du schéma ci-avant. Il comprend un aimant tournant autour d'un axe D , deux bobines B_1 et B_2 de même axe à D . Les deux bobines sont reliées en série (n'apparaît pas sur le schéma).

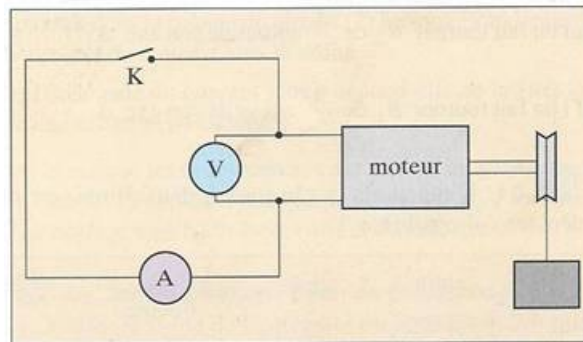
- 1) Dans cet alternateur :
 - a) quel est l'inducteur?
 - b) quel est l'induit ?
- 2) Déterminer, à l'instant où l'aimant occupe la position indiquée sur le schéma, les signes des tensions $u_{M_1N_1}$ et $u_{M_2N_2}$ produites dans chaque bobine par la rotation de l'aimant.
- 3) a) Comment faut-il relier ces deux bobines afin que leurs f.e.m. s'ajoutent?
 - b) Quelle est la borne positive de cette association dans la situation représentée sur le schéma?
 - c) Chaque bobine ayant une résistance r , dessiner le schéma équivalent à cette association lorsque l'aimant est en rotation dans le sens indiqué et dans la position du schéma.



4) Qu'advient-il si l'aimant tourne en sens inverse

20/ Moteur fonctionnant en alternateur

On réalise le montage du schéma suivant.



Lorsque la masse suspendue descend, elle entraîne la poulie et le rotor du moteur dans un mouvement de rotation. Le moteur se comporte alors comme un alternateur: une tension alternative apparaît entre ses bornes.

Si l'interrupteur K est ouvert, la descente de la masse est rapide; s'il est fermé, la masse descend lentement.

1) En quoi cette expérience illustre-t-elle la loi de Lenz?

2) Lorsque K est fermé, le courant induit qui circule dans les bobines de l'induit (stator) crée des champs qui varient alternativement.

Quelles influences magnétiques ces champs induits ont-ils sur les variations des champs inducteurs dus aux aimants tournants du rotor?

3) Effectuer le bilan énergétique du moteur fonctionnant ainsi en alternateur.