

القوى الكهرمغناطيسية - قانون لابلاص

Forces électromagnétiques "Loi de Laplace"

I - إبراز التجريبي لقوة لابلاص.

1 - قانون لابلاص.

نشاط تجريبي

➤ **الهدف:** - إبراز بعض العوامل المؤثرة على قوة لابلاص.

- تحديد منحى قوة لابلاص باستعمال قاعدة ملاحظ أمبير.

➤ **العدة التجريبية:** مولد التوتر المستمر - أمبير متر - مغناطيس على شكل الحرف

U - معدلة Rh - ساق من نحاس - حامل - محلول مائي مشبع لنترات النحاس المحمض بحمض النتريك - قاطع التيار - أسلاك الربط.

➤ **التركيب التجريبي:** الشكل 1

➤ **المناقلة:** نغلق قاطع التيار فيمر في الساق تيار كهربائي شدته I (الشكل 2).

نلاحظ انحراف الساق عندما:

- نزيد في شدة التيار الكهربائي I ؛

- نعكس منحى التيار الكهربائي I ؛

- نعكس منحى متجهة المجال المغناطيسي \vec{B} ؛

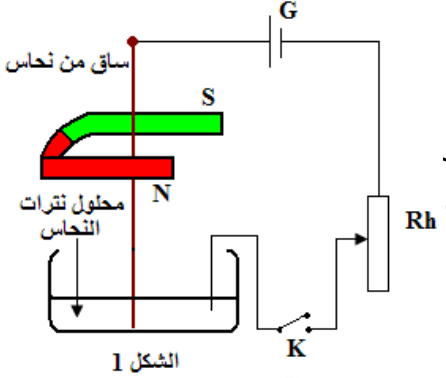
- نضاعف l طول جزء الساق المغمور في المجال المغناطيسي بوضع

مغناطيسين على شكل الحرف U متماثلين أحدهما فوق الآخر.

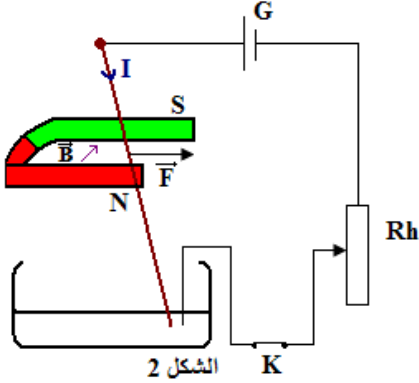
استثمار:

مثل على الشكل 3 متجهة قوة لابلاص \vec{F} في النقطة M (نقبل أن اتجاه \vec{F} عمودي

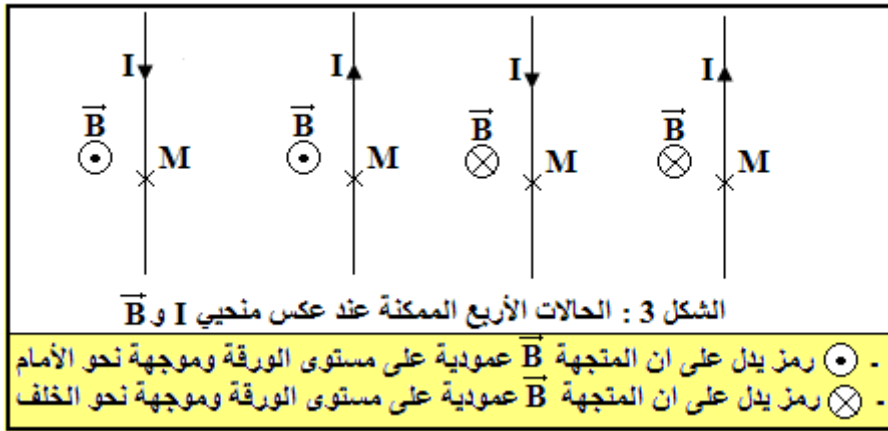
على جزء الساق المغمور في المجال المغناطيسي).



الشكل 1



الشكل 2



خلاصة:

عندما يوجد جزء من موصل طوله l يمر فيه تيار كهربائي شدته I في مجال مغناطيسي متجهته \vec{B} فإنه يخضع لقوة

$$\vec{F} = I \vec{\ell} \wedge \vec{B}$$

كهرمغناطيسية \vec{F} تسمى قوة لابلاص تعبيرها:

∧ : الجداء المتجهي.

حيث توجه $\vec{\ell}$ حسب منحى التيار.

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A \cdot B \cos(\vec{A}, \vec{B})$$

الجداء السلمي:

$$\vec{A} \wedge \vec{B} = A \cdot B \sin(\vec{A}, \vec{B})$$

الجداء المتجهي:

$$F = I \ell B \sin \alpha$$

شدة قوة لابلاص:

حيث: $\alpha = (\vec{\ell}, \vec{B})$

2 - مميزات قوة لبلاص.

- ❖ نقطة التأثير: منتصف جزء الموصل الذي يوجد في المجال المغناطيسي؛
- ❖ خط التأثير: المستقيم العمودي على المستوى الذي يحدده الموصل المستقيمي والمتجهة \vec{B} ؛
- ❖ المنحى: نحصل عليه بتطبيق قاعدة ملاحظ أمبير أو قاعدة اليد اليمنى أو قاعدة الأصابع الثلاثة لليد اليمنى؛
- ❖ الشدة: $F = I \ell B \sin \alpha$.

3 - منحى متجهة قوة لبلاص.

أ - بتطبيق قاعدة ملاحظ أمبير (الشكل 4):

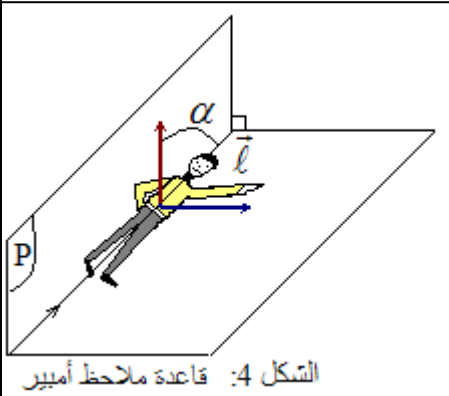
يتمدد ملاحظ أمبير على الموصل الكهربائي، بحيث يجتازه التيار من الرجلين إلى الرأس وينظر في اتجاه ومنحى متجهة المجال المغناطيسي \vec{B} ، عندما يطلق يده اليسرى في اتجاه متعامد مع المستوى الذي يحدده الموصل والمتجهة \vec{B} ، تشير يده إلى منحى متجهة قوة لبلاص \vec{F} .

ب - بتطبيق قاعدة اليد اليمنى (الشكل 5):

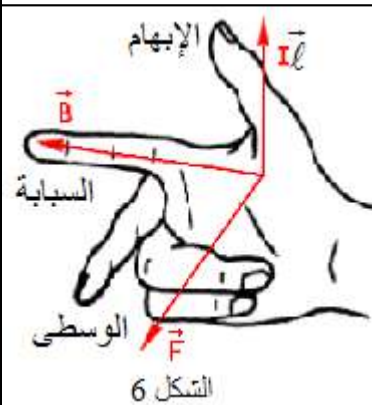
تتجه اليد اليمنى وفق منحى التيار (رؤوس الأصابع) وتوجه راحتها نحو المتجهة \vec{B} ، يشير الإبهام إلى منحى قوة لبلاص \vec{F} .

ج - بتطبيق قاعدة الأصابع الثلاثة لليد اليمنى (الشكل 6):

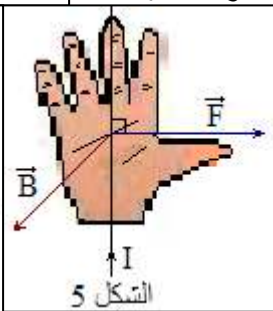
يشير الإبهام إلى منحى التيار الكهربائي I ونمدد السبابة وفق منحى متجهة المجال المغناطيسي \vec{B} ، في هذه الحالة تشير الوسطى إلى منحى قوة لبلاص \vec{F} .



الشكل 4: قاعدة ملاحظ أمبير



الشكل 6



الشكل 5

II - تطبيقات قانون لبلاص.

1 - مكبر الصوت الكهرديناميكي:

يتكون مكبر الصوت الكهرديناميكي من:

✓ **مغناطيس**: ذي شكل دائري يحدث مجالا مغناطيسيا شعاعيا (Radial)؛

✓ **وشية**: يمكنها الحركة طول القطب الشمالي للمغناطيس؛

✓ **غشاء**: مرتبط بالوشية، عندما يمر التيار الكهربائي بالوشية تخضع كل لفة

لقوة لبلاص تحركها. وتمثل \vec{F} القوة الإجمالية المطبقة على كل لفات الوشية.

إذا كان التيار المار دوريا فإن القوة \vec{F} تكون دورية مما يؤدي إلى تحريك الغشاء بطريقة دورية، مؤثرا بذلك على طبقات الهواء المحيطة به فيحدث صوتا تردده يوافق تردد التيار المار في الوشية.

2 - المحرك الكهربائي المغدى بتيار مستمر.

يتكون المحرك الكهربائي المغدى بتيار مستمر أساسا من جزئين:

✓ **الساكن Stator**: وهو عبارة عن مغناطيس يحدث مجالا مغناطيسيا شعاعيا؛

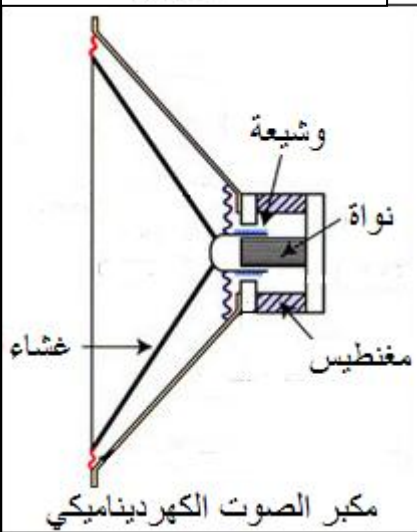
✓ **الدوار Rotor**: هو الجزء المتحرك، وهو عبارة عن أسطوانة من الحديد قابلة

للدوران حول محورها لفت على سطحها الخارجي عدد كبير من الموصلات النحاسية.

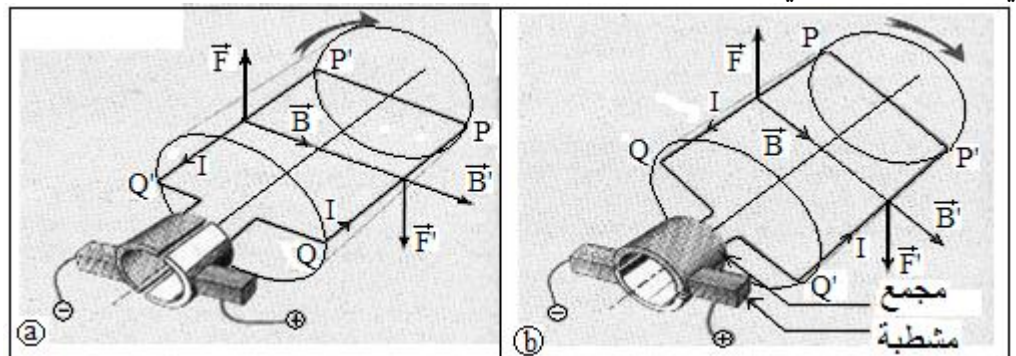
في المحرك الكهربائي المغدى بتيار مستمر تمكن قوة لبلاص من إحداث دوران الدوار، وتمكن المجموعة

{ المشطبتان - المجمع } الدوار من الحفاظ على نفس منحى الدوران.

في المحرك الكهربائي تحول القوى الكهرمغناطيسية الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.



مكبر الصوت الكهرديناميكي



III - المزوجة الكهرديناميكية (خاص بالعلوم الرياضية)

1 - تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية

أ - الدور المحرك لقوة لبلاص

في تجربة سكتي لبلاص تتحرك الساق AB ، التي يمر فيها تيار كهربائي شدته I ، وذات طول l مغمور في مجال مغنطيسي شدته B ، تحت تأثير قوة لبلاص \vec{F} .

تعبير شغل هذه القوة عند انتقال الساق من الموضع (1) إلى الموضع (2)

$$\text{هو: } W_{1 \rightarrow 2}(\vec{F}) = F \cdot M_1 M_2 = F \cdot d$$

$$\text{وبما أن } F = I \cdot l \cdot B \text{ فإن: } W_{1 \rightarrow 2}(\vec{F}) = I \cdot l \cdot B \cdot d$$

وبما أن $W_{1 \rightarrow 2}(\vec{F}) > 0$ ، إذن شغل قوة لبلاص شغل محرك.

تتحول الطاقة الكهربائية التي يمنحها المولد إلى طاقة ميكانيكية تكتسبها الساق.

ب - تحول الطاقة على مستوى محرك كهربائي

في المحرك الكهربائي المغذى بالتيار المستمر ، يتحرك الدوار تحت تأثير قوة لبلاص.

في المحرك تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية

2 - تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

عندما نحرك مغنطيسا أمام وشيعة يمر **تيار كهربائي محرض** في الدارة ، وينعدم هذا التيار عندما تنعدم الحركة النسبية بين المغنطيس والوشيعة.

تسمى هذه الظاهرة ، **التحريض الكهرمغنطيسي** ومن بين تطبيقاتها المنوب.

3 - خلاصة

تحول المحركات الكهربائية ومكبرات الصوت الكهرديناميكية الطاقة الكهربائية التي تكتسبها إلى طاقة ميكانيكية ، عن طريق شغل قوة لبلاص. نقول إن هذه الأجهزة تشتغل بالمزوجة الكهرميكانيكية **Couplage électromécanique**. هذا الانتقال الطاقوي يكون شبه كلي لأن الطاقة المبددة بالاحتكاك وبمفعول جول تكون جد ضعيفة بالمقارنة مع الطاقة الكهربائية المكتسبة.

المزوجة الكهرميكانيكية **ظاهرة عكسية** ، إذ تتحول الطاقة من شكل ميكانيكي إلى شكل كهربائي والعكس.