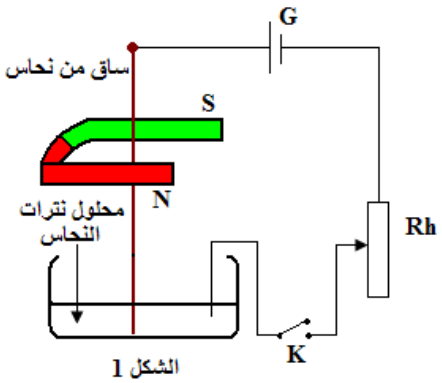
القوى الكهرمغنطيسية ـ قانون لبلاص
Forces électromagnétiques "Loi de Laplace"

I ـ الإبراز التجريبي لقوة لبلاص.

1 ـ قانون لبلاص.

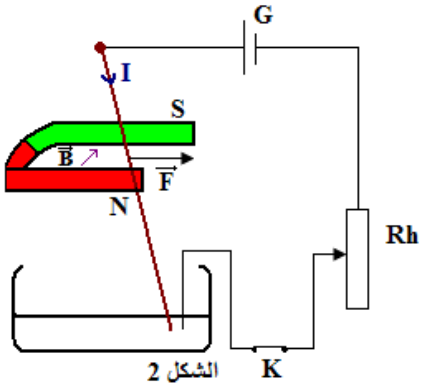
نشاط تجريبي

- **الهدف**: ـ إبراز بعض العوامل المؤثرة على قوة لبلاص.
  ـ تحديد منحى قوة لبلاص باستعمال قاعدة ملاحظ أمبير.
- **العدة التجريبية**: مولد التوتر المستمر ـ أمبيرمتر ـ مغنطيس على شكل الحرف U ـ معدلة Rh ـ ساق من نحاس ـ حامل ـ محلول مائي مشبع لنترات النحاس المحمض بحمض النتريك ـ قاطع التيار ـ أسلاك الربط.
- **التركيب التجريبي**: الشكل 1



الشكل 1

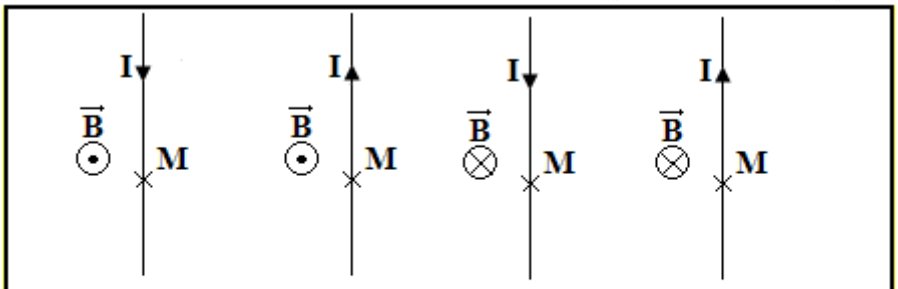
- **المناولة**: نغلق قاطع التيار فيمر في الساق تيار كهربائي شدته I (الشكل 2) .
  نلاحظ انحراف الساق عندما:
  ـ نزيد في شدة التيار الكهربائي I ؛
  ـ نعكس منحى التيار الكهربائي I ؛
  ـ نعكس منحى متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ ؛
  ـ نضاعف ℓ طول جزء الساق المغمور في المجال المغنطيسي بوضع مغنطيسين على شكل الحرف U متماثلين أحدهما فوق الآخر.



الشكل 2

استثمار:

مثل على الشكل 3 متجهة قوة لبلاص $\vec{F}$ في النقطة M (نقبل أن اتجاه $\vec{F}$ عمودي على جزء الساق المغمور في المجال المغنطيسي).



الشكل 3 : الحالات الأربع الممكنة عند عكس منحيي I و $\vec{B}$

- ⊙ رمز يدل على ان المتجهة $\vec{B}$ عمودية على مستوى الورقة وموجهة نحو الأمام
- ⊗ رمز يدل على ان المتجهة $\vec{B}$ عمودية على مستوى الورقة وموجهة نحو الخلف

خلاصة:

عندما يوجد جزء من موصل طوله ℓ يمر فيه تيار كهربائي شدته I في مجال مغنطيسي متجهته $\vec{B}$ فإنه يخضع لقوة كهرمغنطيسية $\vec{F}$ تسمى قوة لبلاص تعبيرها:

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

$\wedge$:الجداء المتجهي.
حيث توجه $\vec{\ell}$ حسب منحى التيار.

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

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

شدة قوة لبلاص: $F = I \ell B \sin\alpha$

N A m T

حيث: $\alpha = (\vec{\ell}, \vec{B})$

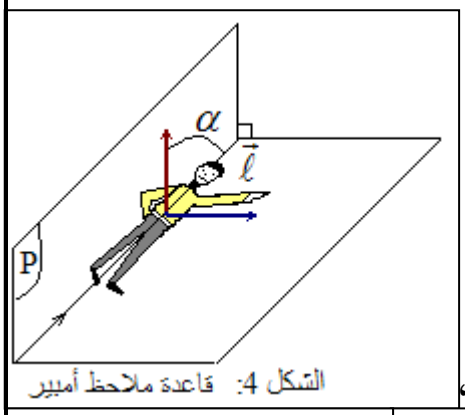
2 ـ مميزات قوة لبلاص.

- ❖ نقطة التأثير: منتصف جزء الموصل الذي يوجد في المجال المغنطيسي؛
- ❖ 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 الصابع الثلاثة لليد اليمنى؛
- ❖ الشدة: $\mathbf{F = I \ell B \sin\alpha}$.

3 ـ منحى متجهة قوة لبلاص.

أ ـ بتطبيق قاعدة ملاحظ أمبير (الشكل 4):

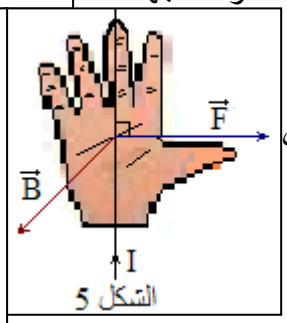
يتمدد ملاحظ أمبير على الموصل الكهربائي، بحيث يجتازه التيار من الرجلين إلى الرأس وينظر في اتجاه ومنحى متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ ، عندما يطلق يده اليسرى في اتجاه متعامد مع المستوى الذي يحدده الموصل والمتجهة $\vec{B}$ ، تشير يده إلى منحى متجهة قوة لبلاص $\vec{F}$.



الشكل 4: قاعدة ملاحظ أمبير

ب ـ بتطبيق قاعدة اليد اليمنى (الشكل 5):

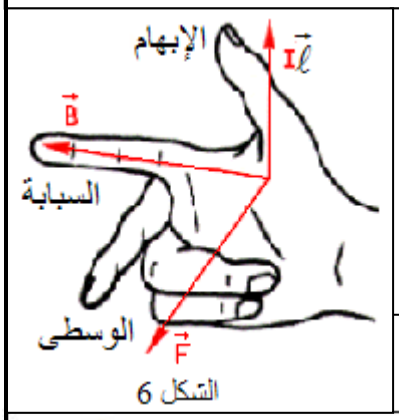
تتجه اليد اليمنى وفق منحى التيار (رؤوس الأصابع) وتتجه راحتها نحو المتجهة $\vec{B}$ ، يشير الإبهام إلى منحى قوة لبلاص $\vec{F}$.



الشكل 5

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

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



الشكل 6

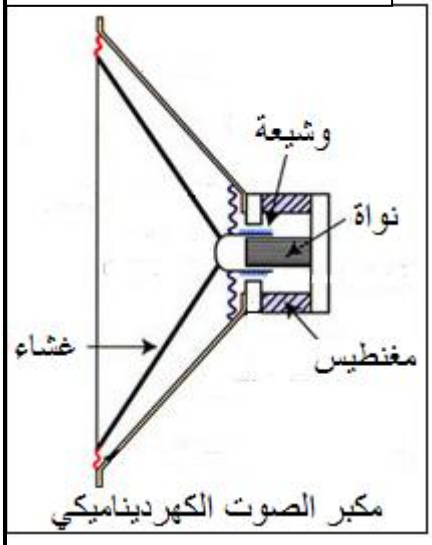
II ـ تطبيقات قانون لبلاص.

1 ـ مكبر الصوت الكهرديناميكي:

يتكون مكبر الصوت الكهرديناميكي من:

- ✓ **مغنطيس**: ذي شكل دائري يحدث مجالا مغنطيسيا شعاعيا (Radial)؛
- ✓ **وشيعة**: يمكنها الحركة طول القطب الشمالي للمغنطيس؛
- ✓ **غشاء**: مرتبط بالوشيعة، عندما يمر التيار الكهربائي بالوشيعة تخضع كل لفة لقوة لبلاص تحركها. وتمثل $\vec{F}$ القوة الإجمالية المطبقة على كل لفات الوشيعة.

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 فيُحدث صوتا تردده يوافق تردد التيار المار في الوشيعة.



مكبر الصوت الكهرديناميكي

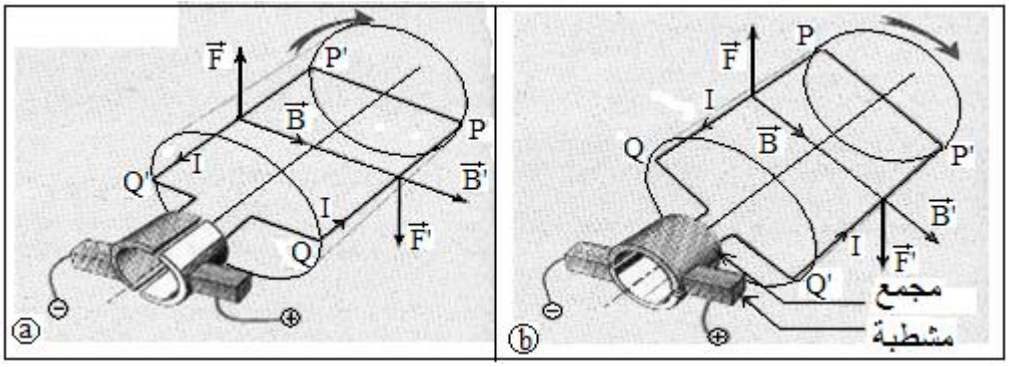
2 ـ المحرك الكهربائي المغذى بتيار مستمر.

يتكون المحرك الكهربائي المغذى بتيار مستمر أساسا من جزئين:

- ✓ **الساكن Stator** : وهو عبارة عن مغنطيس يحدث مجالا مغنطيسيا شعاعيا؛
- ✓ **الدوار Rotor** : هو الجزء المتحرك، وهو عبارة عن أسطوانة من الحديد قابلة للدوران حول محورها لفّ على سطحها الخارجي عدد كبير من الموصلات النحاسية.

في المحرك الكهربائي المغذى بتيار مستمر تمكن قوة لبلاص من إحداث دوران الدوار،وتمكن المجموعة { المشطبتان ـ المجمع } الدوار من الحفاظ على نفس منحى الدوران.

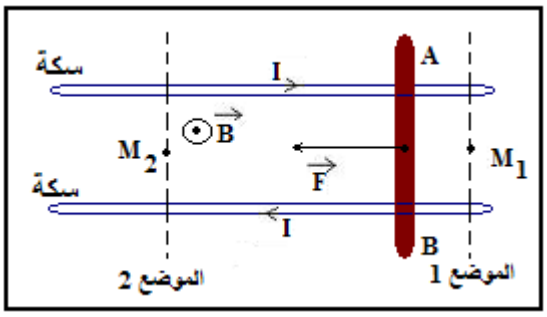
في المحرك الكهربائي تحول القوى الكهرمغنطيسية الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.



III ـ المزاوجة الكهرديناميكية (خاص بالعلوم الرياضية)

1 ـ تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية

أ ـ 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) هو: $W_{1\to 2}\left(\vec{F}\right) = F.M_1M_2 = F.d$

وبما أن $F = I.\ell.B$ فإن: $W_{1\to 2}\left(\vec{F}\right) = I.\ell.B.d$

وبما أن $W_{1\to 2}\left(\vec{F}\right) \rangle 0$، إذن شغل قوة لبلاص شغل محرك.

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

ب ـ 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 ـ 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 ـ خلاصة

تحول المحركات الكهربائية ومكبرات الصوت الكهرديناميكية الطاقة الكهربائية التي تكتسبها إلى طاقة ميكانيكية، عن طريق شغل قوة لبلاص. نقول إن هذه الأجهزة تشتغل بالمزاوجة الكهرميكانيكية Couplage électromécanique.

هذا الانتقال الطاقي يكون شبه كلي لأن الطاقة المبددة بالاحتكاك وبمفعول جول تكون جد ضعيفة بالمقارنة مع الطاقة الكهربائية المكتسبة.

المزاوجة الكهرميكانيكية **ظاهرة عكوسية**، إذ تتحول الطاقة من شكل ميكانيكي إلى شكل كهربائي والعكس.