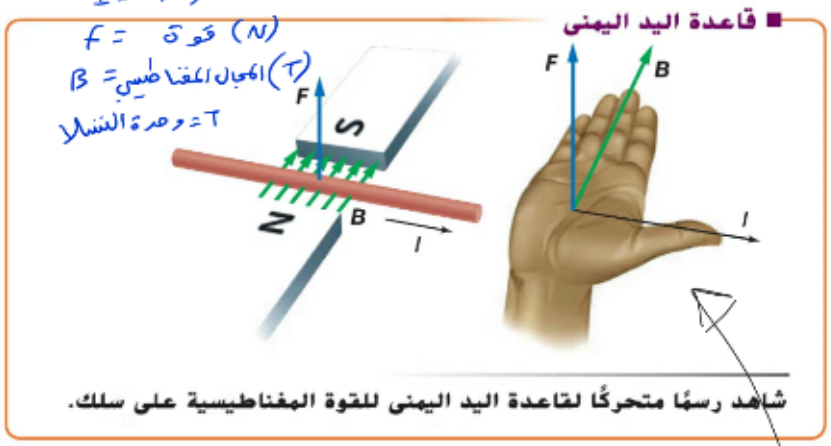
القسم (2) تطبيق القوى المغناطيسية

⊛ القوى على الاسلاك الحاملة للتيار

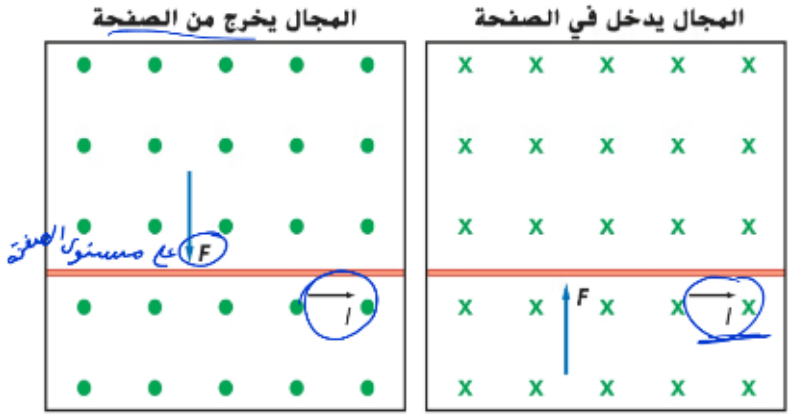
I = تيار (A)
F = قوة (N)
B = المجال المغناطيسي (T)
T = وحدة التسلا

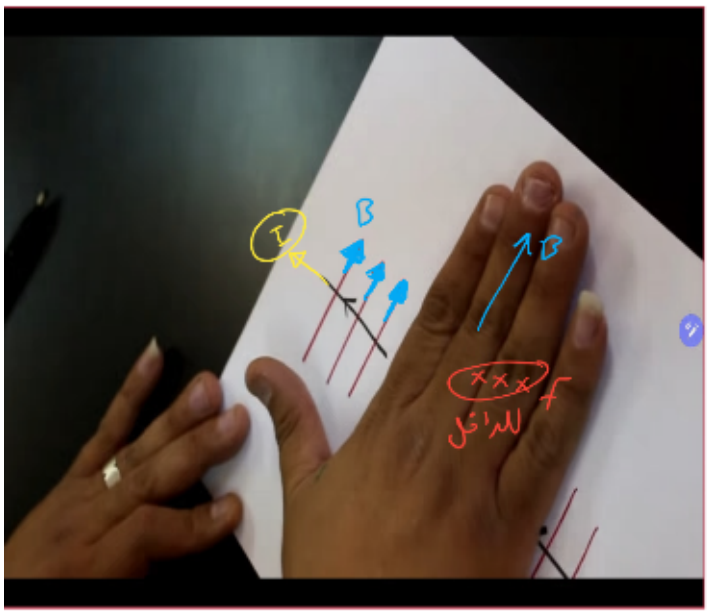


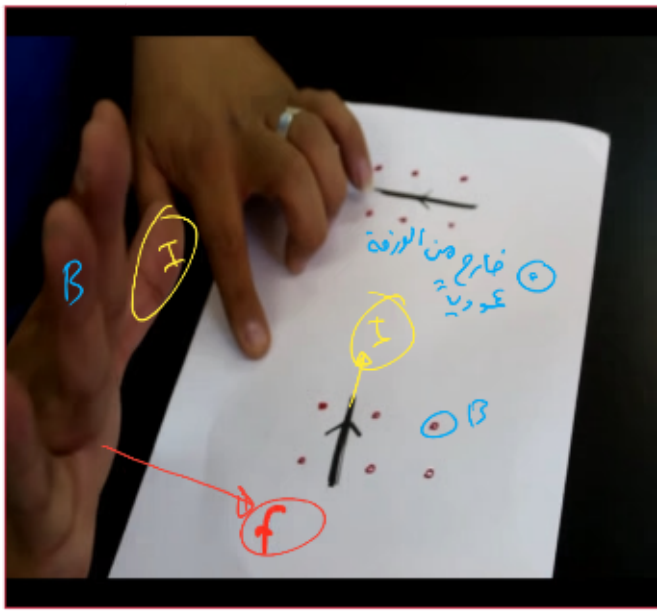
شاهد رسمًا متحركًا لقاعدة اليد اليمنى للقوة المغناطيسية على سلك.

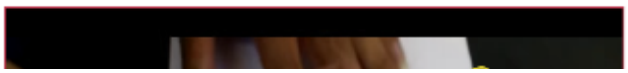
المجال المغناطيسي = B
بوحدة التسلا (T)

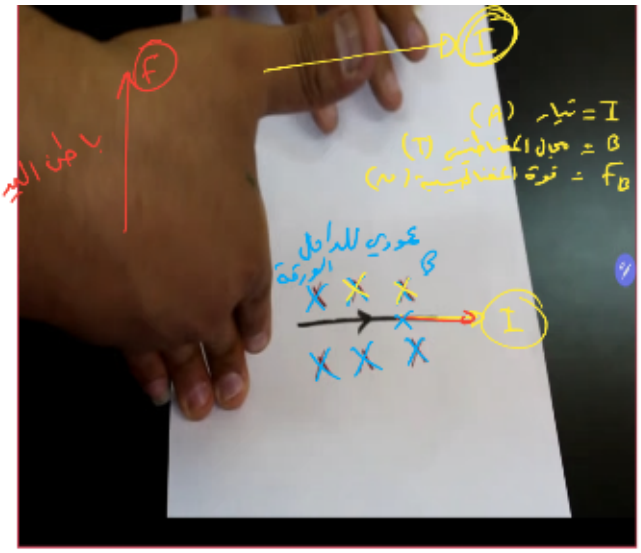
⊛ عند وضع سلك يسري فيه تيار كهربائي في مجال مغناطيسي فإن المجال المغناطيسي يؤثر بقوة مغناطيسية على السلك وتحركه باتجاه معين على قاعدة اليد اليمنى







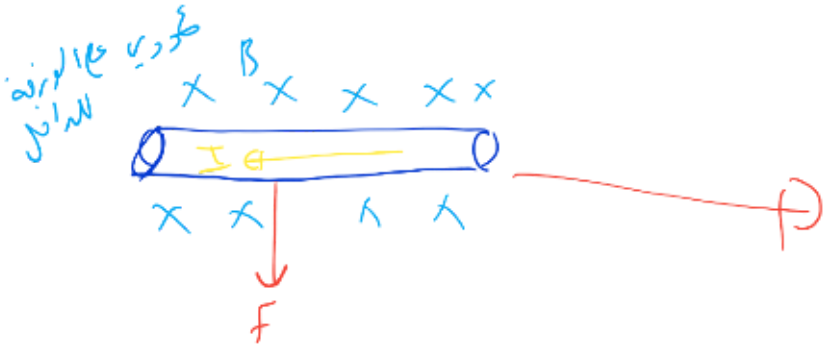


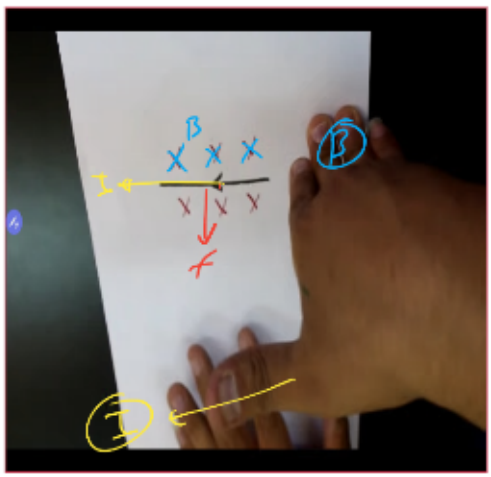


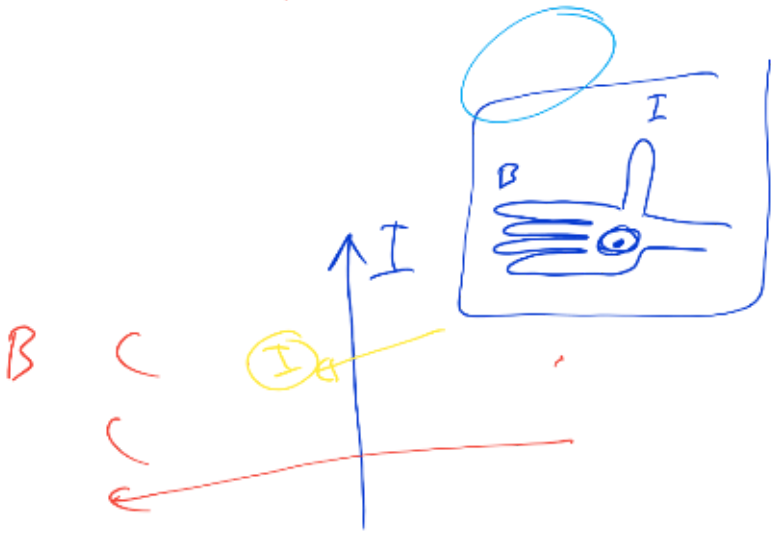
B

I ← الابهام

B ← الاصابع







القوة المغناطيسية باتجاه العمودي للخارج

$\bar{F}$ ⊙

⊛ أين اتجاه $\boxed{F}$ القوة المغناطيسية

قانون القوة المغناطيسية على سلك يحمل تيار

$f_B = I L B \sin\theta$

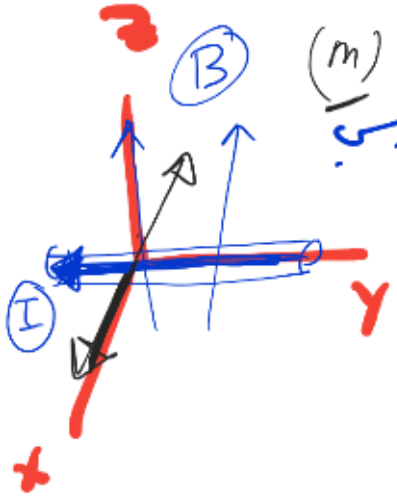
B = المجال المغناطيسي (T)

f_B سلك = القوة المغناطيسية على سلك (N)

I = تيار الكهربائي (A)

L = طول السلك المتعرض للمجال المغناطيسي

θ = الزاوية بين I و B



$\theta = 90$

20. سلك يبلغ طوله 0.50 m ويحمل تيارًا شدته 8.0 A يتعامد على مجال مغناطيسي مقداره 0.40 T. ما مقدار القوة التي تؤثر على السلك؟

21. سلك يبلغ طوله 75 cm ويحمل تيارًا شدته 6.0 A يتعامد على مجال مغناطيسي منتظم. يبلغ مقدار القوة المؤثرة على السلك 0.60 N. كم يبلغ مقدار المجال المغناطيسي؟

256 ص 20 س

$f_B = I L B \sin\theta$ ✓

$f_B = 8 \times 0.5 \times 0.4 \sin 90$

$f_B = 1.6 N$

$L = 0.5 m$

$I = 8 A$

(B يتعامد I) $\rightarrow \theta = 90°$

$B = 0.4 T$

256 ص 21 س

$f_B = I L B \sin\theta$

$0.60 = (6)(0.75) B \sin 90$

$B = 0.13 T$

$f_B = 0.6 N$ قوة المغناطيسية

$I = 6 A$ تيار

$L = 0.75 m$ طول السلك

(B ⊥ I) $\rightarrow \theta = 90°$

B = ?? المجال المغناطيسي

للمغناطيس

22. سلك نحاسي طوله 40.0 cm يحمل تيارًا شدته 6.0 A وبزن 0.35 N. هناك مجال مغناطيسي معين قوي بما يكفي لموازنة قوة الجاذبية على السلك. ما شدّة المجال المغناطيسي؟

$L = 0.40\,m$ / $I = 6A$ / $F_B = 0.35N$

$B = ??$

$F_B = ILB\sin\theta$

$0.35 = (6)(0.40)B\sin 90$

$B = 0.146\ T$

0.15 T

0.7

84N

1.45×10^{-3} T

0.016

سماعات الأذن قد تتساءل كيف يطبق الناس العلاقة بين المجالات المغناطيسية والتيارات الكهربائية والقوة في تقنية اليوم؟ ربما تكون على علم بأحد الأمثلة وهو سماعات الأذن.

إذا نظرت إلى داخل سماعة أذن، مثل الموجودة في **الشكل 16**، فستجد ملفًا سلكيًا صغيرًا مربوطًا بغشاء بلاستيكي رفيع تحت الغشاء مغناطيس دائم. يتجه المجال المغناطيس الصادر عن المغناطيس الدائم شعاعيًا بحيث يتعامد على كل من الملف السلكي واتجاه حركة الملف.

يرسل مشغل الموسيقى تيارًا عبر أسلاك سماعة أذن. يدخل التيار إلى الملف ويغير الاتجاه ما بين 40 و 40,000 مرة في كل ثانية، على حسب طبقات الصوت التي يمثلها. تعمل القوة المغناطيسية على دفع الملف للداخل والخارج على حسب اتجاه التيار. يؤدي هذا إلى اهتزاز الغشاء مما ينتج موجات صوتية مع كل تغيرين في اتجاه التيار، يهتز الغشاء للخلف والأمام مرة واحدة.

تعمل معظم مكبرات الصوت وسماعات الرأس بطريقة مشابهة. يفرض مجال مغناطيسي قوة على ملف سلكي تم تركيبه على مخروط ورقي أو بلاستيكي. مع تحرك السلك، يدفع الملف إلى داخل المجال وخارجه. تؤدي هذه الحركة إلى اهتزاز المخروط وإنتاجه موجات صوتية.

الشكل 16 تعمل سماعة الاذن لان سلكا في مجال مغناطيسي يتعرض لقوة. تؤدي القوة إلى

عشاء رقيق

مغناطيس

تجاذب

عند عكس اتجاه التيار تعكس اقطاب المغناطيس الكهربائي

عشاء

تنافر

نلاحظ ان العشاء يهتز (← →)

نتيجة تجاذب وتنافر الحلق والمغناطيس وهو ما ينتج صوت

مغناطيس كهربائي

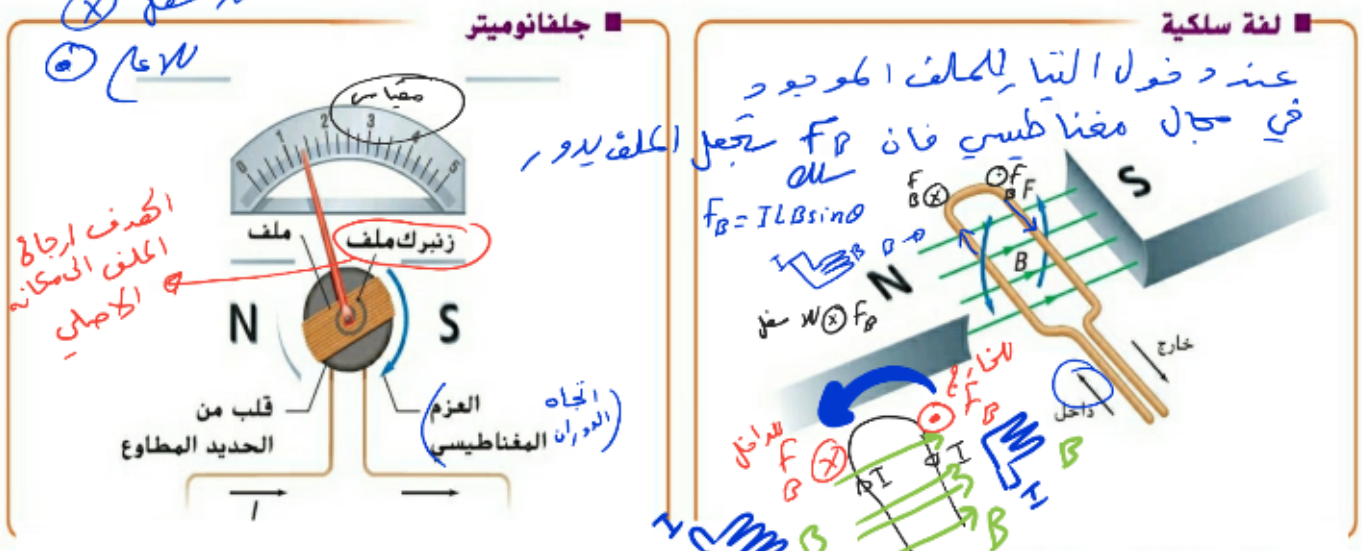
كل (تجاذب وتنافر) ← اهتزازة واحدة

عزم = قوتان متعاكستان في مكانين على الجسم فيدور الجسم
القوة

youtube: khaled Khries

الجلفانوميتر

هي جهاز لقياس التيار الكهربائي الصغير جدا.



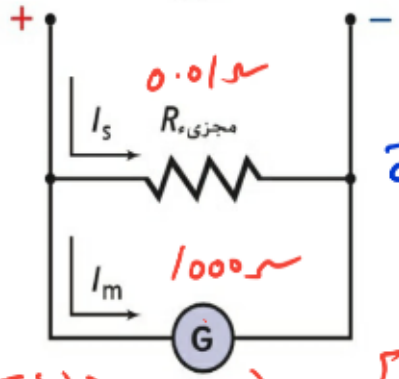
الجلفانوميترات يمكنك استخدام القوة التي يبذلها مجال مغناطيسي على لفة سلكية يحمل تيارًا لقياس التيارات. كيف يعمل هذا؟ يمر التيار في لفة السلك الظاهرة على يمين **الشكل 17** لداخل أحد طرفي اللفة ولخارج الطرف الآخر. أثناء ذلك، تدفع القوة التي على اللفة أحد جانبي اللفة لأسفل والجانب الآخر لأعلى. يؤدي عزم الدوران الناتج إلى دوران اللفة. يتناسب مقدار عزم الدوران على اللفة مع مقدار التيار. هذا هو المبدأ المستخدم في الجلفانوميتر.

الجلفانوميتر جهاز يُستخدم في قياس التيارات الصغيرة جدًا. يقابل عزم دوران زنبرك الملف الصغير في هذا الجهاز عزم الدوران الصادر عن تيار اللفة السلكية. يتناسب عدد اللفات مع التيار. تتم معايرة المقياس بتحديد عدد لفات الملف عند إرسال تيار معلوم عبره كما يظهر على يسار **الشكل 17**. ثم يمكن استخدام الجلفانوميتر في قياس التيارات غير المعلومة.

مقياس شدة التيار يستطيع الجلفانوميتر إنتاج انحرافات كاملة المدى بتيارات صغيرة تبلغ $50\ \mu A\ (50\times10^{-6}\ A)$. تبلغ مقاومة لفة السلك في جلفانوميتر حساس حوالي $1000\ \Omega$. لقياس التيارات الأكبر، يمكن تحويل الجلفانوميتر إلى مقياس شدة تيار. لعمل هذا، ستضع مقاومًا صغير المقاومة بالتوازي مع المقياس كما يظهر أعلى **الشكل 18**. بما أن التيار يتناسب عكسيًا مع المقاومة، يمر معظم التيار (I_s) عبر المقاوم ويُسمى مجزئ التيار الكهربائي لأنه يجزئ أو يتجاوز جزءًا كبيرًا من التيار حول الجلفانوميتر. لا يمر إلا عدد قليل فقط من الميكرو أمبير (I_m) خلال الجلفانوميتر. يتم اختيار مقاومة مجزئ التيار الكهربائي لإنتاج حساسية المقياس المرغوب فيها.

* الجلفانوميتر يقيس التيارات الصغيرة.

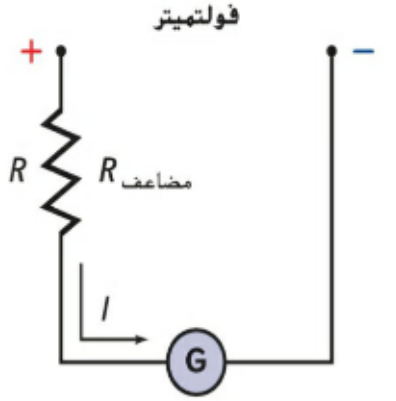
1) نستطيع تحويل الجلفانوميتر لأميتر لقياس تيارات كبيرة (يوصل الأميتر في الدوائر الكهربائية على التوالي)



تركيب الأميتر = عبارة عن جلفانوميتر موصول على التوازي مع مقاومة صغيرة جداً ($R_{مجزئ}$) [أغلبية التيار يمر من $R_{مجزئ}$ وقليل من التيار يمر من G] $(I_s \gg I_m)$

2) تحويل الجلفانوميتر لفولتميتر لقياس فرق الجهد الكهربائي

تركيب الفولتميتر: (يوصل الفولتميتر في الدوائر الكهربائية على التوازي)



عبارة عن جلفانوميتر موصل على التوالي مع مقاومة كبيرة جداً ($R_{مضاعف}$)

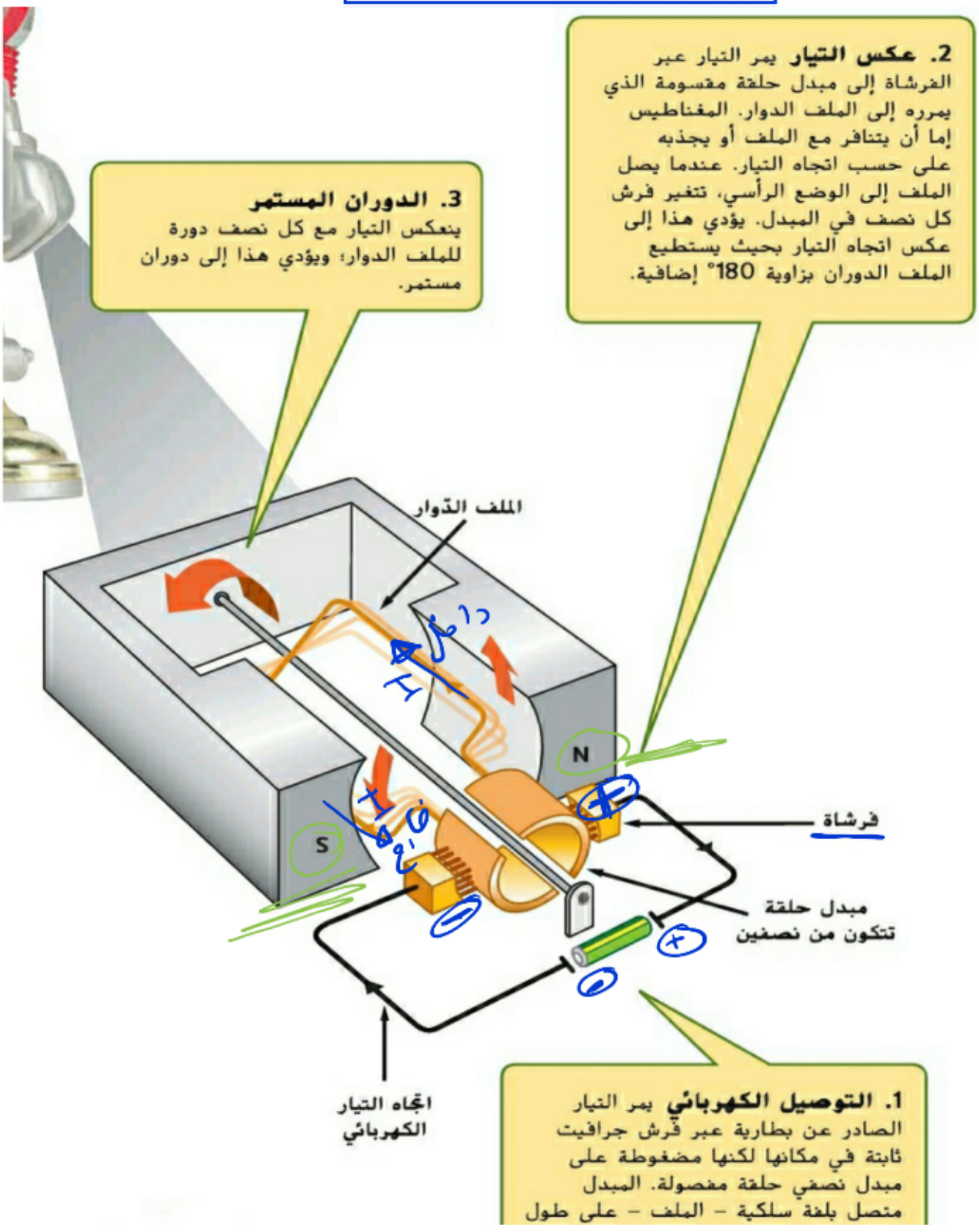
لقياس تيار في (أميتر) R هي توازي

لقياس فرق الجهد ← (فولتميتر) ← توالي مضاعف R ← G

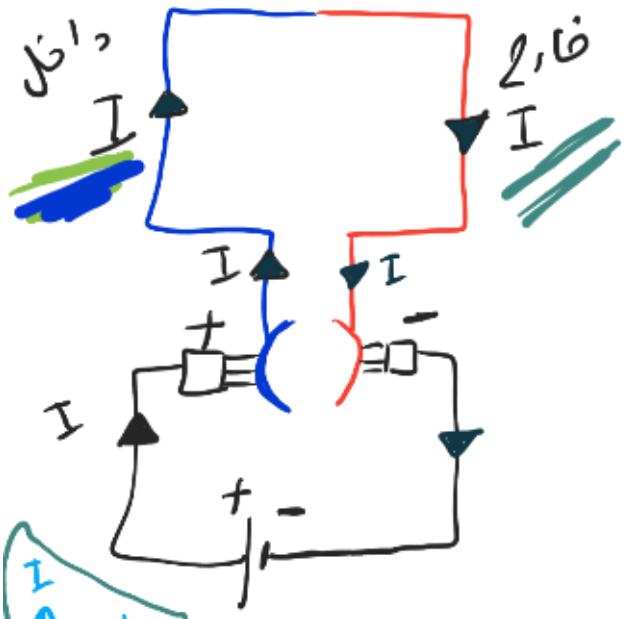
المحركات

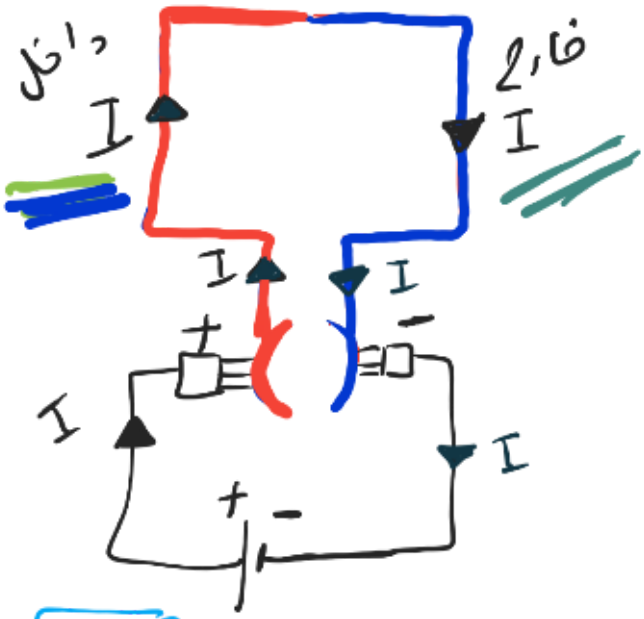
أميتر = توازي مجزئ (G + R)

فولتميتر = توالي مضاعف (G + R)



محور في مجال مغناطيسي.





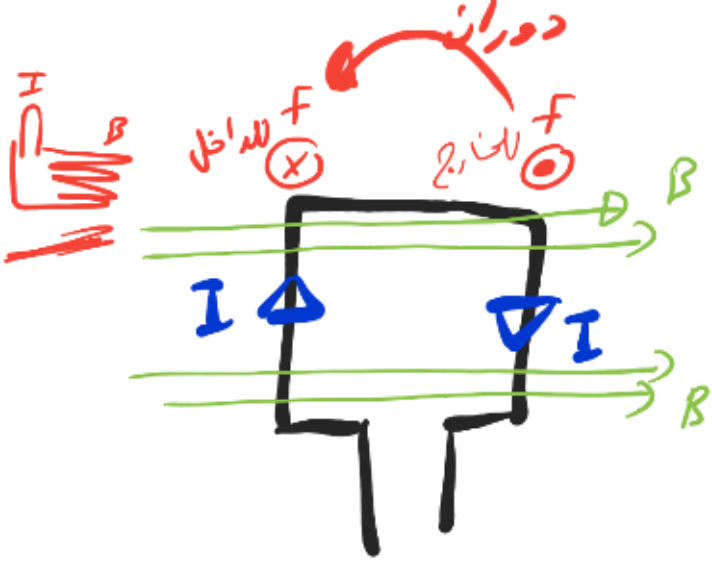
نلاحظ ان الطبل ( ) حافظ على اتجاه التيار

حيث ان أي سلك يلمس الفرشاة اليمنى (-) والطبل يكون التيار فيه خارج

وأي سلك يلمس الفرشاة اليسرى (+) والطبل يكون التيار فيه داخل

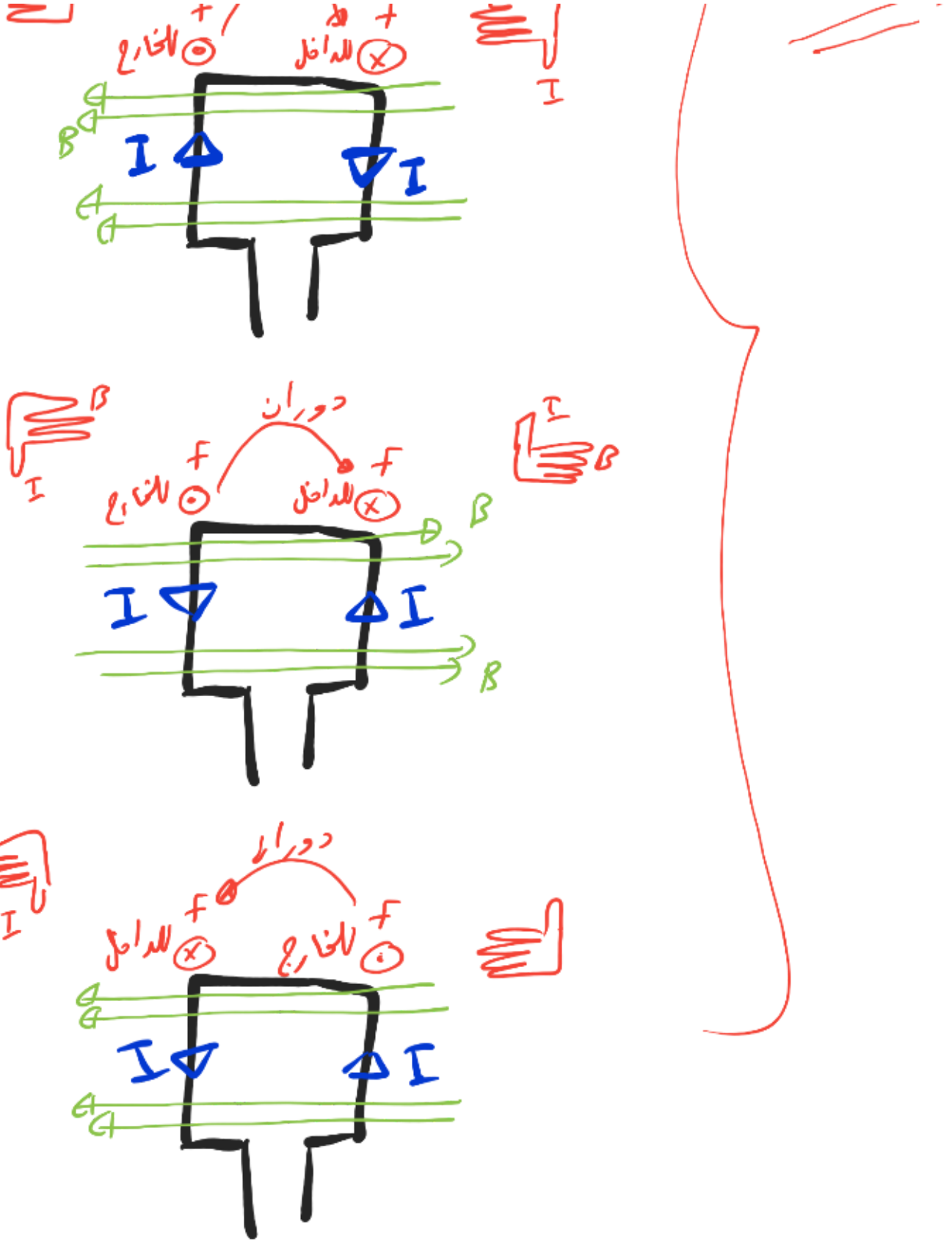
و بهذه الطريقة قام الطبل ( ) بالحفاظ على اتجاه التيار

واذا حافظنا على اتجاه التيار حافظنا على اتجاه الدوران.



جميع الحالات

دوران



القوة المغناطيسية علي شحنة

درسنا سابقاً القوة المغناطيسية على سلك $F_B = ILB\sin\theta$ (على سلك)

وهنا سندرس القوة المغناطيسية على شحنة (q)

$$F_{B\ \text{على شحنة}} = qVB\sin\theta$$

(C) مقدار الشحنة = q

V = سرعة الشحنة $\left(\frac{m}{s}\right)$

B = المجال المغناطيسي (T)

θ = الزاوية المحصورة بين B و V

25. ما اتجاه القوة على الإلكترون إذا كان ذلك الإلكترون يتحرك إلى الشرق عبر مجال مغناطيسي يشير إلى الشمال؟

شحنة بروتون — شحنة e

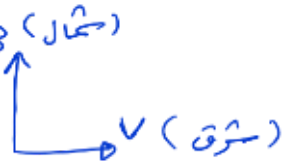
$$q_e = q_p = 1.6\times10^{-19}\ C$$

قاعدة اليد اليمنى

الابهام ← السرعة (V)

الاصابع ← المجال المغناطيسي (B)

باطن اليد ← القوة المغناطيسية F_B



اذا طبقنا قاعدة اليد اليمنى (الابهام ← سرعة V) نحو الشرق (اليمين) والاصابع نحو الشمال (الامام) فإن باطن اليد سيكون باتجاه الاعلى (خارج من الورقة) الذي يمثل اتجاه القوة F_B

لان q سالبة (شحنة e) فإننا نعكس الاتجاه النهائي

F_B على شحنة ← داخل في الورقة (X) عكسنا الاتجاه لان شحنة الالكترون سالبة

(*) اذا كانت الشحنة موجبة فلا نعكس اتجاه (F_B) اتجاه باطن اليد.

27. تدفق من الجسيمات ثنائية التأين (تفقد إلكترونين وبذلك تحمل شحنتين موجبتين أساسيتين) بسرعة 3.0×10^{4} m/s عموديًا على مجال مغناطيسي يبلغ 9.0×10^{-2} T. كم تبلغ القوة المؤثرة على كل أيون؟

$\theta = 90$

شحنة $q = 2e = 2\times(1.6\times10^{-19}) = 3.2\times10^{-19}$ C

سرعة $V = 3\times10^{4}\ \frac{m}{s}$

$B = 9\times10^{-2}$ T

$$F_B = qVB\sin90$$

$$= 3.2\times10^{-19}\times3\times10^{4}\times9\times10^{-2}\sin90$$

$$F_B = 8.64\times10^{-16}\ N$$

28. دخلت حزمة من الجسيمات ثلاثية التأين (يحمل كل منها ثلاث شحنات موجبة أساسية) مجالاً مغناطيسيًا يبلغ 4.0×10^{-2} T. تبلغ سرعة الجسيمات 9.0×10^{6} m/s وتتحرك على المجال. ما مقدار القوة التي تؤثر على كل جسيم؟ بزوايا قائمة

$\theta = 90$

$q = 3e = 3\times(1.6\times10^{-19}) = 4.8\times10^{-19}$ C

$B = 4\times10^{-2}$ T

$V = 9\times10^{6}\ \frac{m}{s}$

$\theta = 90$

$$F_B = qVB\sin90$$

على شحنة

$$= 4.8\times10^{-19}\times9\times10^{6}\times4\times10^{-2}\sin90$$

$F_B = 1.72 \times 10^{-13}\ N$

$\theta = 90$ — $1e$

29. يتعرض جسيم أحادي التأين لقوة تبلغ 4.1×10^{-13} N عندما يتحرك بزاوية قائمة عبر مجال مغناطيسي يبلغ 0.61 T. ما سرعة الجسيم؟ (V)

$q = 1e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$
$F_B = 4.1 \times 10^{-13}\ N$
$\theta = 90$
$B = 0.61\ T$

المطلوب سرعة الجسيم (V)

$F_B = qVB\sin\theta$

$4.1 \times 10^{-13} = 1.6 \times 10^{-19} \times V \times 0.61 \sin 90$

$V = 4.2 \times 10^{6}\ \frac{m}{s}$

$\theta = 90$

30. التحدي ذرات هيليوم ثنائية التأين (جسيمات ألفا) تتحرك بزوايا قائمة على مجال مغناطيسي بسرعة 4.0×10^{4} m/s. تبلغ القوة على كل جسيم 6.4×10^{-16} N. ما شدّة المجال المغناطيسي؟

$F_B = qVB\sin\theta$ — مجهول

$q = 2e = 2 \times 1.6 \times 10^{-19}\ C$

$6.4 \times 10^{-16} = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^{4} \times B \sin 90$

$B = 0.05\ T$

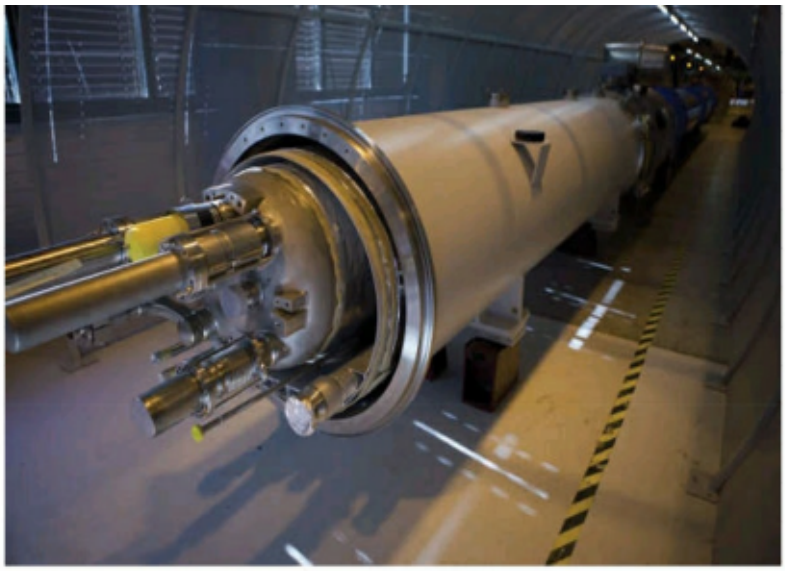
$\theta = 90$
$V = 4 \times 10^{4}\ \frac{m}{s}$

$F_B = 6.4 \times 10^{-16}\ N$

$B = ??$

B

الشكل 21 توفر المغانط الكهربائية القوية



داخل نفق LHC المجال المغناطيسي المنتظم الذي يجعل الجسيمات المشحونة تتحرك في مسار دائري.

مسارعات الجسيمات السنكروترون (synchrotron) بما أن اتجاه القوة عمودي دائمًا على سرعة جسيم مشحون في مجال مغناطيسي، يمكن استخدام المغانط لتوجيه مسار جسيم مشحون. على سبيل المثال، تتحرك الجسيمات المتسارعة في مسارع جسيمات مثل مصادم هادرون الكبير (LHC) في مسار دائري طالما سرعتها المتجهة متعامدة مع مجال مغناطيسي منتظم. تستطيع أن ترى عدة قطاعات من النفق المحتوي على LHC بطول 27 km في **الشكل 21.** مع اكتساب الجسيمات للسرعة، يزيد المجال المغناطيسي في النفق للحفاظ على نصف قطر الدائرة ثابتًا. توفر المغانط الإضافية قوى أفقية ورأسية لتركيز الشعاع.

تضيف القطاعات الإضافية بطول نفق LHC كميات ثابتة من الطاقة التي تعمل على مسارعة الجسيمات. بما أن الجسيمات المشحونة تمر عبر الكثير من المسارعات في مسارات متعددة حول السنكروترون، تستطيع الجسيمات أن تصل إلى قيم طاقة مرتفعة جدًا. تم تصميم LHC ليعطي البروتونات المتسارعة طاقة كافية للتحرك على أساس فرق جهد يبلغ 7.2 تريليون فولت. للحد من احتياجات الطاقة الكهربائية، تستخدم المغانط في LHC أسلاكًا فائقة التوصيل.

$F_B = qvB\sin\theta$

سرعة عالية

الحركة الدائرية للجسيمات المشحونة في مجال مغناطيسي ؟؟

عندما تدخل (q) في (B) فان (B) يؤثر على (q) بـ (F_B) تجعل (q) تدور في مسار دائري حيث أن كل (q) تتحرك في (B) لابد ان تتعرض لـ F_B تجعل هذه (q) تدور على شكل مسار دائري

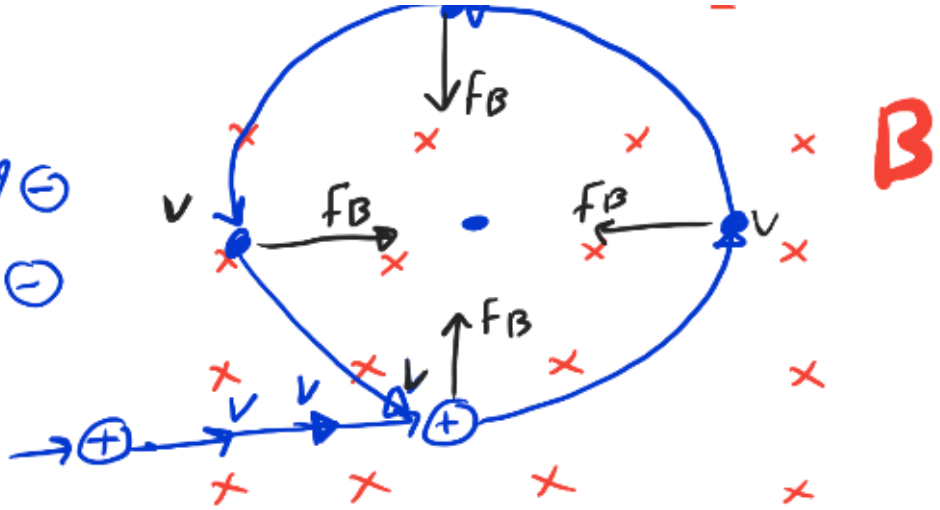
(X) عمودي على الورقة

[للأسفل]

$f_B = qVB\sin\theta$ ⊖

شحنة

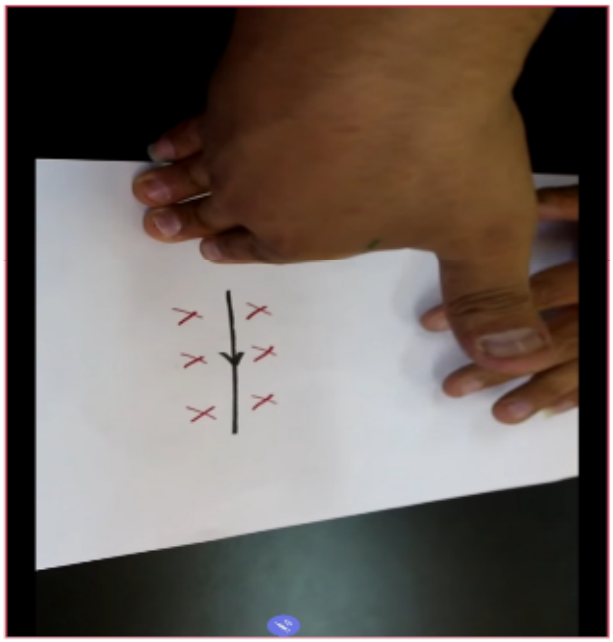
f_B عمودي على V ⊖



اذا طبقنا قاعدة اليد اليمنى فان الابهام ← السرعة (V)

الاصابع ← B

باطن اليد ← (f_B)



هنا نلاحظ أن f_B باتجاه مركز المسار الدائري.

شحنة

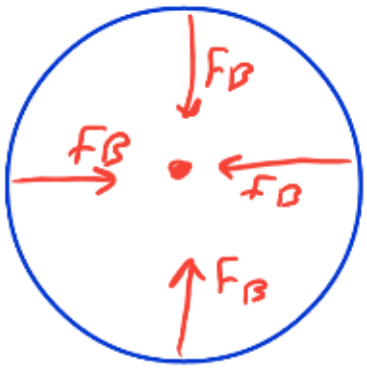
⊛ كلما زادت (V) الشحنات يجب زيادة (B) لزيادة f_B حتى تبقى (r) في نفس المسار الدائري

لو زادت (V) الشحنات من دون زيادة f_B

نلاحظ انه بزيادة السرعة اثناء الدوران يزداد

نصف القطر (تزداد الدائرة) ولذلك للحفاظ على نصف قطر ثابت أثناء دوران (q) يجب زيادة (F_B)

لو زادت (v) الشحنات (مع زيادة F_B)



اذا زادت (v) وزادت (F_B) تبقى (q) في نفس المسار الدائري