الفصل الأول: أساسيات التيار الكهربي

القسم الأول: شدة التيار الكهربي (I)

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N.q_e}{t}$$

حيث: I شدة التيار،
Q الشحنة الكهربية،
t الزمن،
N عدد الإلكترونات،
q_e شحنة الإلكترون $(1.6 \times 10^{-19} C)$

[Study Zone Note:
شدة التيار دي عاملة زي كمية المية اللي ماشية في الماسورة، كل ما الشحنات (الإلكترونات) تزيد في وقت معين، التيار يزيد!!

القسم الثاني: فرق الجهد بين طرفي الموصل (V)

$$V = I\,R$$

حيث: V فرق الجهد بين طرفي الموصل،
R مقاومة الموصل،
I شدة التيار المار فيه (عند ثبوت درجة الحرارة)

القسم الثالث: المقاومة الكهربية (R)

$$R = \rho_e \frac{L}{A} = \rho_e \frac{L^2}{Vol} = \rho_e \frac{Vol}{A^2} = \rho_e \frac{L^2 \rho}{m} = \rho_e \frac{m}{A^2 \rho}$$

قوانين المقاومة النوعية والتوصيلية:

$$\rho_e = \frac{R\,A}{L} = \frac{1}{\sigma} \quad ، \quad \sigma = \frac{L}{R\,A} = \frac{1}{\rho_e}$$

حيث: L طول الموصل، A مساحة مقطع الموصل،
Vol الحجم، ρ كثافة المادة، m الكتلة،
ρ_e المقاومة النوعية، σ التوصيلية الكهربية

[Study Zone Note:
المقاومة النوعية ρ_e والتوصيلية σ دول زي البصمة بتاعت المادة، مبتتغيرش أبداً إلا لو غيرت نوع المادة أو درجة حرارتها.. غير كده ثابتين!!

الطاقة والقدرة الكهربية ⚡

- الطاقة الكهربية (الشغل الكهربي) W: $W = VQ = VIt = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$
- القدرة الكهربية P_w: $P_w = \frac{W}{t} = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$

حيث: **V** فرق الجهد، **I** شدة التيار، **R** المقاومة، **t** الزمن

مصفوفة توصيل المقاومات 🔁

على التوالي (Series)	على التوازي (Parallel)
المقاومة المكافئة: $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$	المقاومة المكافئة: $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$
شدة التيار (ثابتة): $I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots$	(لمقاومتين فقط): $R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
فرق الجهد (يتجزأ): $V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots$	شدة التيار (تتجزأ): $I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots$
	فرق الجهد (ثابت): $V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \cdots$

[Study Zone Note: التوصيل عالتوالي بيكبر المقاومة ويقلل التيار، لكن التوازي بيصغر المقاومة الكلية علشان يسحب تيار أكبر من المصدر!]

قانون أوم للدوائر المغلقة 🔋

القانون العام: $I = \frac{V_B}{R + r}$

حيث: I شدة التيار المار في الدائرة، V_B ق.د.ك للبطارية، R المقاومة الخارجية، r المقاومة الداخلية للبطارية.

فرق الجهد بين طرفي مصدر كهربي (V):

- (حالة التفريغ): $V = V_B - Ir$
- (حالة التفريغ): $V = V_B - Ir$
- (حالة الشحن): $V = V_B + Ir$
- (في حالة عدم مرور تيار كهربي): $V = V_B$

قانونا كيرشوف 🔁

القانون الأول (قانون بقاء الشحنة/ قانون النقطة):

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

[Study Zone Note:
كيرشوف الأول عامل زي زحمة المرور في تقاطع، العربيات (الشحنات) اللي بتدخل التقاطع لازم تساوي اللي بتخرج منه بالظبط!!

القانون الثاني (قانون حفظ الطاقة):

$$\sum V = \sum IR$$

الفصل الثاني: التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي 🧲

1. الفيض المغناطيسي (Magnetic Flux)

$$\phi_m = BA\sin(\theta)$$

حيث: ϕ_m عدد خطوط الفيض، B كثافة الفيض، A المساحة، θ الزاوية بين خطوط الفيض والمساحة.

[Study Zone Note:] خلي بالك من الزاوية θ! هنا بناخد الزاوية المباشرة بين الملف وخطوط الفيض، لو الملف موازي الفيض بصفر، ولو عمودي الفيض قيمة عظمى.

2. كثافة الفيض المغناطيسي لسلك مستقيم

$$B_{wire} = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

حيث: B كثافة الفيض عند نقطة تبعد مسافة d عن محور سلك مستقيم يمر به تيار كهربي I.

μ: معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (للهواء $\mu = 4\pi \times 10^{-7}\ T.m.A^{-1}$).

كثافة الفيض للأشكال الهندسية والقوة المغناطيسية 📐

1. ملف دائري:

$$B_{coil} = \frac{\mu NI}{2r}$$

حيث: B كثافة افيض عند مركز ملف دائري عدد لفاته N ونصف قطره r يمر به تيار كهربي I.

2. ملف حلزوني (لولبي):

$$B_{solenoid} = \frac{\mu NI}{L} = \mu nI$$

حيث: B كثافة الفيض عند محور ملف حلزوني، عدد لفاته N وطول محوره L يمر به تيار كهربي I.

n: عدد اللفات الموجودة في وحدة الأطوال بمحور الملف ($n = \frac{N}{L}$).

3. القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم:

$$F = BIL\sin(\theta)$$

حيث: F القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك طوله الجزء المعرض للمجال منه L ويمر به تيار I موضوع في فيض كثافته B.

θ هي الزاوية بين السلك والمجال.

[Study Zone Note] القوة دي هي اللي بتحرك السلك، وعشان تتولد لازم السلك يقطع خطوط الفيض، يعني ميكونش موازي ليها!]

🧭 عزم الازدواج وأجهزة القياس (1)

عزم الازدواج وعزم ثنائي القطب:

عزم الازدواج: $\tau = BIANsin(\theta)$

عزم ثنائي القطب المغناطيسي:

$$|md| = IAN = \frac{\tau}{B}$$

حيث:
τ عزم الازدواج،
B كثافة الفيض،
I شدة التيار، A
A مساحة الملف،
θ الزاوية بين العمودي على الملف والمجال.

[Study Zone Note:
خد بالك جداً! الزاوية هنا θ بين "العمودي على الملف" والمجال، عكس قانون الفيض الفيض الأولاني]!

الجلفانومتر والأميتر:

حساسية الجلفانومتر: $= \frac{\theta}{I}$ (حيث Θ زاوية انحراف المؤشر، I شدة التيار).

تحويل الجلفانومتر إلى أميتر:
يتم بتوصيل مجزئ تيار (Rs) على التوازي:

$$Rs = \frac{IgRg}{I - Ig}$$

حساسية الأميتر: $\frac{Ig}{I} = \frac{Rs}{Rs + Rg}$

حيث: I أقصى تيار يتحمله الجلفانومتر بعد التعديل،
Ig أقصى تيار للجلفانومتر،
Rg مقاومة الجلفانومتر،
Rs مقاومة مجزئ التيار.

أجهزة القياس (2): الفولتميتر والأوميتر ⚡

تحويل الجلفانومتر إلى فولتميتر:

يتم بتوصيل مضاعف جهد (R_m) على التوالي:

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

حساسية الفولتميتر:

$$\frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

حيث: V الجهد الكلي، V_g أقصى جهد للجلفانومتر،
I_g أقصى تيار للجلفانومتر،
R_m مقاومة مضاعف الجهد.

تحويل الجلفانومتر إلى أوميتر (تطبيق لقانون أوم):

قبل إضافة مقاومة خارجية:

$$R_{ohmmeter} = \frac{V_B}{I_{max}}$$

حيث المقاومة الكلية للأوميتر:

$$R_{ohmmeter} = R_g + R_c + r + R_v$$

بعد إضافة المقاومة المجهولة (R_x):

$$I_{partial} = \frac{V_B}{R_{ohmmeter} + R_x}$$

لحساب النسبة:

$$\frac{I_{partial}}{I_{max}} = \frac{R_{ohmmeter}}{R_{ohmmeter} + R_x}$$

[Study Zone Note:][الأوميتر تدريجه عكسي، كل ما ما المقاومة الخارجية R_x تزيد، التيار اللي ماشي في الدائرة بيقل. منطقي جداً حسب قانون أوم]!

الفصل الثالث: الحث الكهرومغناطيسي 🔁

1. قانون فاراداي (للملفات):

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

حيث: emf ق.د.ك المستحثة المتوسطة المتولدة في ملف، N عدد اللفات، $\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$ المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي.

إشارة السالب (-): تدل الإشارة السالبة على الاتجاه (قاعدة لنز)، حيث يكون اتجاه التيار المستحث يعاكس التغير المسبب له.

[Study Zone Note: قاعدة لنز دي هي "المُعاندة" في الفيزياء! الملف دايماً بيحاول يقاوم التغيير اللي بيحصل في الفيض، لو بيزيد يحاول يقلله، ولو بيقل يحاول يزوده.]

2. القوة الدافعة الكهربية المستحثة في سلك مستقيم:

$$emf = -B\,L\,v\sin(\theta)$$

حيث: emf ق.د.ك المستحثة المتولدة في سلك، B كثافة الفيض، L طول السلك، v السرعة التي يتحرك بها السلك، θ الزاوية بين اتجاه حركة السلك والمجال.

الحث المتبادل والحث الذاتي 🧲

الحث المتبادل (بين ملفين)

القانون الأساسي: $emf_2 = -N_2 \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

حيث: emf_2 ق.د.ك المستحثة في الملف الثانوي، M معامل الحث المتبادل، $\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ معدل نمو التيار المار في الابتدائي.

قانون آخر لمعامل الحث المتبادل (لملفين متداخلين):

$$M = \sqrt{L_1 L_2}$$

(حيث L_1, L_2 معاملا الحث الذاتي لكل منهما).

الحث الذاتي (في نفس الملف)

القانون الأساسي: $emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

حيث: emf ق.د.ك المستحثة المتولدة بالحث الذاتي، L معامل الحث الذاتي، $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ معدل نمو التيار في الملف.

معامل الحث الذاتي لملف لولبي:

$$L = \frac{\mu A N^2}{l}$$

حيث: μ معامل النفاذية، A مساحة وجه الملف، N عدد اللفات، l طول محور الملف.

[Study Zone Note: الحث الذاتي بيعتمد على مواصفات الملف نفسه (شكله، عدد لفاته، والقلب بتاعه)، ملوش دعوة بالتيار اللي ماشي فيه!]

الفيزياء الحديثة: الذرة وأنبوبة أشعة الكاثود

1. طيف ذرة الهيدروجين:

طاقة المستوى: $E = \frac{-13.6}{n^2}$ eV (حيث n رقم المستوى).

فرق الطاقة عند انتقال الإلكترون:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

(للحصول على أقل طاقة فوتون: انتقال بين مستويين متتاليين. للحصول على أكبر طاقة فوتون: انتقال من ما لا نهاية).

2. أنبوبة أشعة الكاثود (CRT):

قانون بقاء الطاقة في الأنبوبة:

$$e.V = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = h\nu = \frac{hc}{\lambda_{min}}$$

حيث: e شحنة الإلكترون، V فرق الجهد بين الفتيلة والهدف، m كتلة الإلكترون، v سرعة الإلكترونات، h ثابت بلانك، ν أكبر تردد للفوتونات المنبعثة، λ_{min} أقل طول موجي لها.

[Study Zone Note: الأنبوبة دي بتعجل الإلكترونات بفرق جهد V علشان تديلها طاقة حركة، وطاقة الحركة دي ممكن تتحول لفوتون طاقته عالية جداً!]

الخلية الكهروضوئية وتكافؤ الكتلة والطاقة 💡

الخلية الكهروضوئية (التأثير الكهروضوئي):

القانون العام (معادلة أينشتاين):

$$E = K.E + E_w$$

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + h\nu_c$$

حيث:

- E طاقة الفوتون الساقط.
- $K.E$ طاقة حركة الإلكترون المنبعث ($\frac{1}{2}mv^2$).
- E_w دالة الشغل لسطح المعدن ($h\nu_c$).
- ν_c التردد الحرج للمعدن، v سرعة الإلكترون.

[Study Zone Note: دالة الشغل E_w دي عاملة زي "الفيزيا" أو التذكرة اللي لازم الفوتون يدفعها للمعدن علشان يحرر الإلكترون. الباقي بياخده الإلكترون كطاقة حركة يطير بيها!]

قانون أينشتاين لتكافؤ الكتلة والطاقة:

$$E = m\,c^2 = P_L\,c$$

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{P_L}{c}$$

حيث: E الطاقة، m الكتلة المكافئة، c سرعة الضوء ($3\times10^8 m/s$)، P_L كمية التحرك.

خصائص الفوتون، دي براولي، وأشباه الموصلات🔬

1. خصائص الفوتون والقوة الناتجة عن شعاع فوتونات:

طاقة الفوتون: $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

كمية التحرك: $P_L = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

القوة الناتجة من الفوتونات على السطح: $F = 2h\nu\phi_L = \frac{2P_w}{c}$

(حيث ϕ_L معدل سقوط الفوتونات، P_w قدرة الشعاع الضوئي، c سرعة الضوء).

2. معادلة دي براولي (الطبيعة الموجية للجسيم):

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$$

(حيث λ الطول الموجي، h ثابت بلانك، P_L كمية التحرك، m الكتلة، v السرعة).

3. أشباه الموصلات وقانون فعل الكتلة:

في حالة السيليكون النقي: $np = n_i^2$

في حالة (n-type): $p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$ ، $n \approx N_D^+$

في حالة (p-type): $n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$ ، $p \approx N_A^-$

(حيث n تركيز الإلكترونات، p تركيز الفجوات، N_D^+ الشوائب المعطية، N_A^- الشوائب المستقبلة).

الترانزستور (Transistor):

1. تيارات الترانزستور ونسب التكبير والتوزيع:

العلاقة الأساسية للتيارات: $I_e = I_c + I_b$

(حيث I_e تيار الباعث، I_c تيار المجمع، I_b تيار القاعدة).

نسبة التكبير (β_e):

$$\beta_e = \frac{I_c}{I_b} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

[Study Zone Note: دايماً الـ α_e أقل من الواحد الصحيح بحاجة بسيطة جداً، لأن الباعث بيدي إلكترونات، القاعدة بتسرق حبة صغيرين، والباقي بيروح للمجمع!]

ثابت التوزيع (α_e):

$$\alpha_e = \frac{I_c}{I_e} = \frac{\beta_e}{1 + \beta_e}$$

2. الترانزستور كمفتاح (Switch):

المعادلة الحاكمة لدائرة المجمع:

$$V_{cc} = V_{CE} + I_c R_c$$

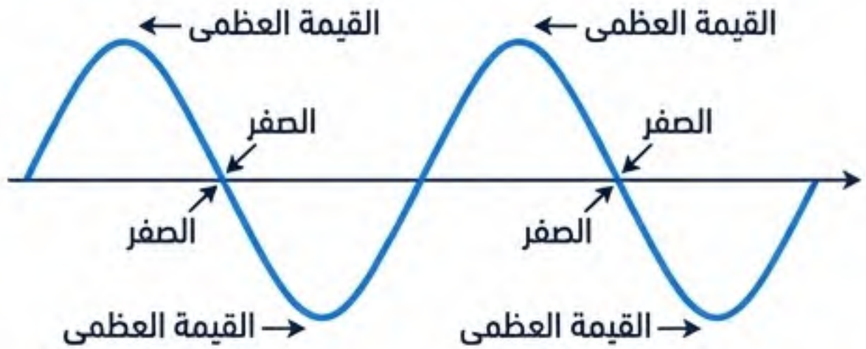
حيث: V_{cc} جهد البطارية الكلي. V_{CE} فرق الجهد بين الباعث والمجمع. R_c مقاومة دائرة المجمع.

الدينامو (المولد الكهربي) 🔄⚡

1. مرات الوصول في الدينامو (بدءاً من وضع الصفر):

- عدد مرات الوصول للقيمة العظمى = $2ft$
- عدد مرات الوصول للصفر = $2ft + 1$
- عدد مرات الوصول لأي قيمة أخرى = $4ft$

(حيث f التردد، t الزمن، N عدد الدورات).



2. قوانين ق.د.ك المستحثة في الدينامو:

اللحظية: $emf_{inst} = NBA\omega \sin(\theta) = NBA2\pi f \sin(360ft)$

العظمى: $emf_{max} = NBA\omega$ (تصبح $emf_{inst} = emf_{max} \sin(360ft)$)

الفعالة: $emf_{eff} = emf_{max} \times 0.707$ والتيار الفعال: $I_{eff} = I_{max} \times 0.707$

3. متوسط ق.د.ك خلال أجزاء الدورة (من الوضع العمودي):

- خلال ربع دورة = $emf_{max}\frac{2}{\pi}$
- خلال نصف دورة = $emf_{max}\frac{2}{\pi}$
- خلال $\frac{3}{4}$ دورة = $emf_{max}\frac{2}{3\pi}$

المحول الكهربي والمحرك (الموتور) 🔌

1. المحول الكهربي (Transformer):

- في المحول المثالي (كفاءة 100%):

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

- كفاءة المحول (غير المثالي):

$$\eta = \frac{P_w(s)}{P_w(p)} \times 100 = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100 = \frac{V_s N_p}{V_p N_s} \times 100$$

حيث: V_p, V_s جهد الابتدائي والثانوي، N_p, N_s عدد اللفات، I_p, I_s التيارات، P_{wp}, P_{ws} قدرة الملفين.

[Study Zone Note] المحول المثالي ده خيال علمي! دايماً في طاقة بتضيع على شكل حرارة، علشان كده بنحسب الكفاءة η اللي دايماً بتكون أقل من 100%.].

2. المحرك الكهربي (الموتور):

- حساب شدة التيار اللحظي أثناء دوران الملف:

$$I_{inst} = \frac{V_B - emf_{back}}{R}$$

حيث: V_B جهد المصدر، emf_{back} القوة الدافعة الكهربية العكسية المتولدة في الملف، R مقاومة الملف.

الفصل الرابع: دوائر التيار المتردد (AC Circuits)

1. المكثفات والمفاعلات:

سعة المكثف: $C = \frac{Q}{V}$ (حيث Q الشحنة، V الجهد).

توصيل المكثفات (حساب السعة الكلية C العكسية):

- على التوالي: $\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots$ - على التوازي: $C_t = C_1 + C_2 + \cdots$

المفاعلة السعوية: $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ المفاعلة الحثية: $X_L = \omega L = 2\pi f L$

2. المعاوقة الكلية وزاوية الطور (دائرة RLC):

$$\tan(\theta) = \frac{X_L - X_C}{R} \qquad Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \qquad V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

3. دائرة الرنين (Resonance):

شرط الرنين: $X_L = X_C$ ، ويصبح $Z = R$

تردد الرنين: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (لتعيين تردد الرنين تصبح السعة: $C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$)

الوحدات المكافئة (1): الكميات الكهربية الأساسية 📊

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	الوحدات المكافئة الأساسية
الشحنة الكهربية (Q)	C	$A.s$, $V.\Omega^{-1}.s$, $J.V^{-1}$, $W.s.V^{-1}$
شدة التيار (I)	A	$C.s^{-1}$, $V.\Omega^{-1}$, $W.V^{-1}$, $J.C^{-1}.s^{-1}$
فرق الجهد (V)	V	$A.\Omega$, $J.C^{-1}$, $W.A^{-1}$, $W.s.C^{-1}$, $\Omega.C.s^{-1}$
المقاومة الكهربية (R)	Ω	$V.A^{-1}$, $W.A^{-2}$, $V^2.W^{-1}$, $V^2.J^{-1}.s$, $J.C^{-1}.A^{-1}$
المقاومة النوعية (ρ_e)	Ω.m	$V.A^{-1}.m$, $W.A^{-2}.m$, $V^2.W^{-1}.m$, $J.C^{-1}.A^{-1}.m$
التوصيلية الكهربية (σ)	$\Omega^{-1}.m^{-1}$	$A.V^{-1}.m^{-1}$, $A^2.W^{-1}.m^{-1}$, $W.V^{-2}.m^{-1}$, $C.s^{-1}.V^{-1}.m^{-1}$

[Study Zone Note: الجداول دي كنز في الامتحانات! لو نسيت وحدة قياس معينة، تقدر تستنتجها بسهولة من أي قانون بيربط الكمية دي بالكميات التانية.]

الوحدات المكافئة (2): الطاقة والقدرة والفيض المغناطيسي

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	الوحدات المكافئة (كهربية, مغناطيسية, !)
الطاقة / الشغل (E / W)	J	$W.s$, $V.C$, $V.A.s$, $V^2.\Omega^{-1}.s$, $A^2.\Omega.s$, $\Omega.C.A$ (ميكانيكا) : $N.m$, $Kg.m^2.s^{-2}$
القدرة الكهربية (P_w)	W	$J.s^{-1}$, $V.C.s^{-1}$, $V.A$, $V^2.\Omega^{-1}$, $A^2.\Omega$, $\Omega.C.A.s^{-1}$ (ميكانيكا) : $N.m.s^{-1}$, $Kg.m^2.s^{-3}$
الفيض المغناطيسي (ϕ_m)	Wb	$J.A^{-1}$, $\Omega.C$, $V.s$, $V.C.A^{-1}$, $W.s.A^{-1}$ (مغناطيسية): $T.m^2$, $H.A$ (ميكانيكا): $N.m.A^{-1}$, $Kg.m^2.s^{-2}.A^{-1}$

الوحدات المكافئة (3): الكثافة والنفاذية والثوابت المغناطيسية 📊

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس	الوحدات المكافئة (كهربية ومغناطيسية وميكانيكا)
كثافة الفيض (B)	T	$J.A^{-1}.m^{-2}$, $W.s.A^{-1}.m^{-2}$, $\Omega.C.m^{-2}$, $V.s.m^{-2}$ (مغناطيسية) : $Wb.m^{-2}$, $H.A.m^{-2}$ (ميكانيكا): $N.m^{-1}.A^{-1}$, $Kg.s^{-2}.A^{-1}$
معامل النفاذية (μ)	$T.m.A^{-1}$	$J.A^{-2}.m^{-1}$, $\Omega.s.m^{-1}$, $\Omega.C.m^{-1}.A^{-1}$, $V.s.m^{-1}.A^{-1}$ (مغناطيسية) : $Wb.m^{-1}.A^{-1}$, $H.m^{-1}$ (ميكانيكا): $N.A^{-2}$, $Kg.m.s^{-2}.A^{-2}$
القوة (F)	N	$J.m^{-1}$, $W.s.m^{-1}$, $C.V.m^{-1}$, $V.A.s.m^{-1}$ (مغناطيسية): $Wb.A.m^{-1}$, $T.m.A$ (ميكانيكا): $Kg.m.s^{-2}$
عزم الازدواج (τ)	$N.m$	J , $W.s$, $V.C$, $V.A.s$ (مغناطيسية): $Wb.A$, $T.m^2.A$

طريقة الأكواد لاستنتاج الوحدات

[شبكة الوحدات الأساسية]

الكود	
2	الطول (m)
3	الكتلة (Kg)
5	الزمن (s)
7	الشحنة (C)

[شبكة الوحدات المشتقة والتيارات]

الكود		الكود
7	شدة التيار (A)	$\frac{7}{5}$
$\frac{120}{7}$	فرق الجهد (V)	$\frac{120}{7}$
5	القوة (N)	$Kg.m/s^2 = \frac{3\times2}{25} = \frac{6}{25}$
J	الشغل / الطاقة (J)	$Kg.m^2/s^2 = \frac{3\times4}{25} = \frac{12}{25}$
$\frac{12}{125}$	القدرة $(P_w \ / \ W)$	$\frac{12}{125}$
$\frac{12}{35}$	الفيض المغناطيسي (Wb)	$\frac{12}{35}$
$\frac{3}{35}$	كثافة الفيض (T)	$\frac{3}{35}$
$\frac{12}{49}$	معامل الحث (H)	$\frac{12}{49}$
$\frac{1225}{12}$	سعة المكثف (F)	$\frac{1225}{12}$
$\frac{6}{5}$	كمية التحرك $(Kg.m/s)$	$\frac{6}{5}$
$\frac{12}{5}$	ثابت بلانك $(J.s)$	$\frac{12}{5}$

Study Zone Note:[طريقة الأكواد دي سحر! بتديلك رقم لكل وحدة، وتضرب وتقسم الأرقام دي مكان الوحدات علشان تتأكد في ثانية إن استنتاجك للوحدة صح 100%.]

قواعد تحديد الاتجاهات (1): المجالات المغناطيسية 🧭

1. اليد اليمنى لأمبير (Right Hand Rule)

الاستخدام: تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربي في سلك مستقيم.

2. البريمة اليمنى لماكسويل (Maxwell's Right Hand Grip/Screw)

الاستخدام: تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري أو محور ملف حلزوني يمر بهما تيار كهربي. وتحديد اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي.

3. اتجاه حركة عقارب الساعة (Clock Face Rule)

الاستخدام: معرفة نوع القطب في كل من وجهي ملف دائري أو ملف حلزوني يمر بهما تيار كهربي.

Study Zone Note: [كل القواعد دي بتتعامل مع "المجال المغناطيسي الناتج عن تيار"، دايماً استخدم إيدك اليمين هنا وإنت مطمن!]

قواعد تحديد الاتجاهات (2): القوة والحث الكهرومغناطيسي ⚡

1. اليد اليسرى لفلمنج (Fleming's Left Hand Rule)

الاستخدام: تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة عمودياً على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي موضوع عمودياً على مجال مغناطيسي.

2. اليد اليمنى لفلمنج (Fleming's Right Hand Rule)

الاستخدام: تحديد اتجاه التيار المستحث في سلك مستقيم يتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي بحيث يقطع خطوط الفيض.

3. قاعدة لنز (Lenz's Law)

الاستخدام: تحديد اتجاه التيار المستحث في ملف يتعرض لمجال مغناطيسي متغير بحيث يكون معاكساً للتغير المسبب له.

[Study Zone Note: افتكر دايماً: اليسرى للقوة والحركة (Motor)، واليمنى واليمنى للتيار المستحث (Dynamo/Generator)!]

استنتاجات وإثباتات (1): أشباه الموصلات والترانزستور 📉

إثبات قانون فعل الكتلة (السيليكون النقي والشوائب)

قانون فعل الكتلة: $n \times p = n_i^2$

في حالة الشوائب المعطية (n-type):

$$\because n \approx N_D^+$$

$$\because p = \frac{n_i^2}{n}$$

$$\therefore p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$$

في حالة الشوائب المستقبلة (p-type):

$$\because p \approx N_A^-$$

$$\because n = \frac{n_i^2}{p}$$

$$\therefore n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$$

استنتاج نسبة التكبير في الترانزستور

نبدأ بالعلاقة الأساسية للتيارات:

$$I_e = I_c + I_b$$

بالقسمة على I_e:

$$1 = \frac{I_c}{I_e} + \frac{I_b}{I_e}$$

بما أن $\left(\alpha_e = \frac{I_c}{I_b}\right)$ و $\left(\beta_e = \frac{I_c}{I_b}\right)$:

$$\alpha_e = \frac{I_c}{I_e}$$

$$I_b = I_e - I_c$$

إذن لحساب البيتا:

$\beta_e = \frac{I_c}{I_e - I_c}$ (بالقسمة على I_e للتبسيط)

$$\therefore \beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

استنتاجات وإثباتات (2): قوة شعاع الفوتونات ودي براولي 🌟

1. إثبات أن القوة التي يؤثر بها شعاع ضوئي قدرته P_w هي $F = \frac{2P_w}{c}$:

- كمية الحركة قبل التصادم = mc
- كمية الحركة بعد التصادم = $-mc$
- التغير في كمية الحركة $\Delta P = 2mc$
- معدل التغير في كمية الحركة (القوة):

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{2mc}{\Delta t}$$

- بضرب البسط والمقام في c وتعويض $\frac{1}{\Delta t}$ بمعدل سقوط الفوتونات ϕ_L:

$$F = \frac{2mc^2\phi_L}{c}$$

- بما أن طاقة الفوتون $h\nu = mc^2$ والقدرة $P_w = h\nu\phi_L$:

$$\therefore F = \frac{2P_w}{c}$$

2. استنتاج العلاقة بين الطول الموجي للفوتون وكمية تحركه (دي براولي)

- من قانون بقاء الطاقة لأينشتاين وطاقة بلانك:

$$mc^2 = h\nu$$

- بالقسمة على c:

$$mc = \frac{h\nu}{c}$$

- بما أن $\frac{\nu}{c} = \frac{1}{\lambda}$ و $P_L = mc$:

$$\therefore \lambda = \frac{h}{P_L}$$

استنتاجات وإثباتات (3): توصيل الملفات والمكثفات

توصيل الملفات على التوالي
(التيار ثابت، الجهد يتجزأ):

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$IX_L = IX_{L1} + IX_{L2} + IX_{L3}$$

$$\therefore X_L = X_{L1} + X_{L2} + X_{L3}$$

$$\therefore L_t = L_1 + L_2 + L_3$$

توصيل الملفات على التوازي
(الجهد ثابت، التيار يتجزأ):

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{X_L} = \frac{V}{X_{L1}} + \frac{V}{X_{L2}} + \frac{V}{X_{L3}}$$

$$\therefore \frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

توصيل المكثفات على التوالي
(الشحنة ثابتة، الجهد يتجزأ):

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{Q}{C} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

$$\therefore \frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

توصيل المكثفات على التوازي
(الجهد ثابت، الشحنة تتجزأ):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$VC_t = VC_1 + VC_2 + VC_3$$

$$\therefore C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

استنتاجات وإثباتات (4): المقاومات وقانون أوم للدوائر المغلقة 🔌

1. توصيل المقاومات على التوالي:

(استنتاج المقاومة المكافئة)

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

(بقسمة المعادلة على I الثابت) $IR_t = IR_1 + IR_2 + IR_3$

$$\therefore R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

توصيل المقاومات على التوازي:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

(بقسمة المعادلة على V الثابت) $\frac{V}{R_t} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$

$$\therefore \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

2. قانون أوم للدوائر المغلقة (إثبات أن $V = V_B - Ir$):

- القوة الدافعة الكهربية للمصدر (V_B) هي الشغل الكلي المبذول خارج وداخل المصدر.
- $V_B = V_{out} + V_{in}$
- ($I = \frac{V_B}{R+r}$ (حيث) $V_B = IR + Ir = I(R + r)$
- بما أن $V = IR$ (فرق الجهد الخارجي):

$$\therefore V_B = V + Ir \Rightarrow V = V_B - Ir$$

استنتاجات وإثباتات (5): القوة المغناطيسية وكفاءة البطارية 🔋

1. إثبات القوة المغناطيسية المؤثرة عمودياً على سلك مستقيم:

- بالتجارب العملية وُجد أن القوة المغناطيسية تتناسب طردياً مع:
  * طول السلك: $F \propto L$
  * شدة التيار: $F \propto I$
  * كثافة الفيض: $F \propto B$
- بدمج العلاقات: $F \propto BIL$

$$\therefore F = (\text{const})\, BIL$$

- إذا اتخذت وحدة كثافة الفيض (التسلا) بحيث تولد قوة مقدارها $1\ N$ على سلك طوله $1\ m$ يمر به تيار $1\ A$، فإن الثابت = 1.

$$\therefore F = BIL$$

- وإذا كان السلك يميل بزاوية θ على المجال:

$$\therefore F = BIL\sin(\theta)$$

2. إثبات كفاءة البطارية:

- الكفاءة هي النسبة بين الشغل المستفاد به خارجياً إلى الشغل الكلي:

$$\text{الكفاءة} = \frac{W_{out}}{W_{total}} \times 100$$

- بفك الشغل لـ (القدرة × الزمن) أو (الجهد × الشحنة):

$$\text{الكفاءة} = \frac{P_{w(out)} \times t}{P_{w(total)} \times t} \times 100 = \frac{V \times I}{V_B \times I} \times 100$$

- بما أن $V = IR$ و $V_B = I(R + r)$:

$$\therefore \text{الكفاءة} = \frac{V}{V_B} \times 100 = \frac{R}{R + r} \times 100$$

Cairo

استنتاجات وإثباتات (6): ق.د.ك في الدينامو والسلك المستقيم 🔁

1. إثبات ق.د.ك المتولدة في سلك مستقيم متحرك:

- عند تحريك سلك طوله L مسافة Δx بسرعة v لقطع خطوط فيض كثافته B.

- التغير في المساحة: $\Delta A = L \times \Delta x$

- التغير في الفيض: $\Delta \phi_m = B \times \Delta A = B \times L \times \Delta x$

- من قانون فاراداي: $emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$ (للسلك $N = 1$)

$$emf = -\frac{BL\,\Delta x}{\Delta t}$$

- بما أن السرعة $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$:

$\therefore emf = -BLv$ (ولأي زاوية نضرب في $\sin\theta$)

2. إثبات ق.د.ك اللحظية في الدينامو:

- القوة المؤثرة على كل من الضلعين الطوليين أثناء الدوران:

$$emf_{wire} = BL\,v \sin(\theta)$$

- لدينا ضلعان، إذن:

$$emf = 2BL\,v \sin(\theta)$$

- بما أن السرعة الخطية $v = \omega r$ (حيث r نصف عرض الملف):

$$emf = 2BL\,(\omega r) \sin(\theta) = B\,(2r \times L)\,\omega \sin(\theta)$$

- المساحة $A = 2r \times L$:

$$emf = BA\,\omega \sin(\theta)$$

- لملف عدد لفاته N:

$$\therefore emf = NBA\,\omega \sin(\theta)$$

استنتاجات وإثباتات (7): المحول الكهربي والحث المتبادل 🔌

1. إثبات العلاقة في المحول المثالي:

- بفرض عدم وجود فقد في الطاقة (محول مثالي).
- الطاقة المستنفدة في الملف الابتدائي = الطاقة المتولدة في الثانوي.

$$W_p = W_s \Longrightarrow V_p I_p t = V_s I_s t$$

- بقسمة الطرفين على t:

قدرة الدخل للابتدائي = قدرة الخرج للثانوي $(P_{wp} = P_{ws})$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$\therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

- وبما أن ق.د.ك تتناسب طردياً مع اللفات (فاراداي):

$$\therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

2. إثبات قانون الحث المتبادل:

- بما أن التغير في الفيض يتناسب طردياً مع التغير في تيار الابتدائي:

$$\Delta\phi_m \propto \Delta I_1$$

- ومن قانون فاراداي للثانوي:

$$emf_2 = -N_2 \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$$

- إذن $emf_2 \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

$$\therefore emf_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

(حيث M هو معامل الحث المتبادل، والسالب لقاعدة لنز).

استنتاجات وإثباتات (8): أجهزة القياس وعزم الازدواج ⊘

1. استنتاج مجزئ التيار (الأميتر R_s):

- مجزئ التيار R_s يوصل على التوازي مع R_g، إذن فرق الجهد ثابت:

$$V_s = V_g$$

$$I_s R_s = I_g R_g$$

- من قانون كيرشوف:

$$I = I_g + I_s \Longrightarrow I_s = I - I_g$$

- بالتعويض: $(I - I_g)R_s = I_g R_g$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

2. استنتاج مضاعف الجهد (الفولتميتر R_m):

- المضاعف R_m يوصل على التوالي مع R_g، إذن الجهد يتجزأ والتيار ثابت I_g:

$$V = V_g + V_m$$

$$V = I_g R_g + I_g R_m$$

- إذن: $I_g R_m = V - V_g$

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

3. إثبات عزم الازدواج لملف مستطيل:

- الضلعان الطوليان L_1, L_2 يتأثران بقوتين متساويتين متضادتين $F = BIL$.

- المسافة العمودية بينهما (العرض) = x.

- عزم الازدواج = إحدى القوتين × البعد العمودي:

$$\tau = F \times x = (BIL) \times x$$

- بما أن المساحة $A = L \times x$:

$$\therefore \tau = BIA$$

- لملف عدد لفاته N ويميل بزاوية θ مع العمودي:

$$\therefore \tau = BIAN \sin(\theta)$$