learn with us

PHYSICS

الطريق نحو القمة في الفيزياء

د.منذر الوهوب

2024
2025

النواس المرن:

❖ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:**

1. **التابع الزمني للمطال:**

$$x = X_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

2. **النبض الخاص:**

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi f_0$$

- واحدته $rad.s^{-1}$

3. **الدور الخاص:**

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{f_0} = \frac{t}{n}$$

- واحدته s
- إن الدور **لا يتعلق** بسعة الاهتزاز X_{max}
- ويتناسب **طرداً** مع الجذر التربيعي لكتلة الجسم m
  وعكساً مع الجذر التربيعي لثابت صلابة النابض k
- ويمكن حساب الدور إذا أعطانا الزمن اللازم للانتقال بين الوضعين الطرفيين عندئذ نضرب الزمن المعطى بـ2 لإيجاد T_0

4. **ثابت صلابة النابض:**

$$k = m\omega_0^2 = 4\pi^2\frac{m}{T_0^2}$$

- واحدته $N.m^{-1}$

5. **شدة محصلة القوى**

F=ma

- تكون عظمى في الموضعين الطرفيين
  $F_{max}=m.a_{max}=m.\omega_0.X_{max}$
  F=0
  وتكون معدومة في مركز الاهتزاز حيث x=0

6. **كتلة الجسم:**

$$m = \frac{k}{w_0^2} = \frac{kT_0^2}{4\pi^2}$$

7. **لحساب سعة الحركة Xmax:**

- قد تعطى صراحة في نص المسألة **"بسعة اهتزاز"**
- إذا أعطانا طول القطعة المستقيمة التي يرسمها النواس أثناء حركته عندئذ **نقسم** الطول على **2** لإيجاد X_{max}.
- ويمكن حسابها من **شروط البدء** عندما تكون **t=0**

نستدل على أن **المطال أعظمي** $x = X_{max}$ في اللحظة **t=0:**

- بقولها **صراحةً** "مبدأ الزمن لحظة المرور بالمطال الأعظمي"
- نزيح الجسم..ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة t=0

لحساب طور الحركة الابتدائي φ:

نستخدم **شروط البدء** المذكورة في نص المسألة عندما تكون **t=0**

8. **السرعة:**

$$\bar{v} = \omega_0 X_{max}\, sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

- واحدتها $m.s^{-1}$
- السرعة العظمى (طويلةً):

$$V_{max} = \omega_0 X_{max}$$

- ويمكن حساب السرعة من العلاقة:

$$v = \omega_0\sqrt{{X_{max}}^2 - x^2}$$

9. **التسارع:**

$$\bar{a} = -{\omega_0}^2\bar{x}$$

- واحدته $m.s^{-2}$
- التسارع الأعظمي (طويلةً):

$$a_{max} = {\omega_0}^2 X_{max}$$

10. **كمية الحركة:** P=m.v
- واحدتها $kg.m.s^{-1}$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

11. **الطاقة الميكانيكية (الكلية):**

الطاقة الميكانيكية = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة المرونية

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

$E = E_p + E_K$

$$E = \frac{1}{2}kx_{max}^2$$

12. **لحساب t لحظة المرور الأول أو الثاني أو الثالث أو... طريقتان:**

حسابية:

$$x = 0 \Rightarrow \cos(\omega_0 t) = 0$$

$$\cos(\omega_0 t) = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right) \Rightarrow \omega_0 t = \frac{\pi}{2} + \pi k$$

ثم نختصر ونعزل t ثم نعوض k=0,1,2,3...

من أجل المرور: الرابع الثالث الثاني الأول

ذهنية: نطبق هذه الطريقة عندما تكون $x = X_{max}$ لحظات المرور تساوي أعداد فردية من ربع الدور:

أي أن t يكون من أجل المرور الأول $\frac{T_0}{4}$ الثاني $\frac{3T_0}{4}$

الثالث $\frac{5T_0}{4}$...

13. **قوة الإرجاع:**

$$\bar{F} = -k\cdot\bar{x}$$

- واحدتها نيوتن N
- إذا طلبت **شدة** قوة الإرجاع عندئذ نحسب قوة الإرجاع ثم نأخذ الإجابة بالقيمة المطلقة

14. **الاستطالة السكونية:**

$w = F_0 = k.\, x_0 \Rightarrow m.g = k.\, x_0$

ثم نعزل x_0

- واحدتها متر m
- إذا طلب استنتاج الاستطالة السطونية عندئذ ننطلق من شرط التوازن الانسحابي.

المسألة الأولى:

جسم كتلته0.1kg معلق بنابض مرن يهتز بحركة توافقية بسيطة بحيث ينطلق في مبدأ الزمن من نقطة مطالها X_{max}+ فيستغرق1s حتى يصل إلى المطال المناظر X_{max}- قاطعاً مسافة20cm والمطلوب:

1. استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام
2. احسب قيمة الاستطالة السكونية لهذا النابض
3. احسب سرعة الجسم لحظة المرور الثالث من مركز الاهتزاز
4. احسب التسارع الأعظمي(طويلةً)
5. احسب شدة قوة الإرجاع لحظة المرور بنقطة مطالها 5cm
6. احسب الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطاله x = - 4cm واحسب الطاقة الحركية عندئذ

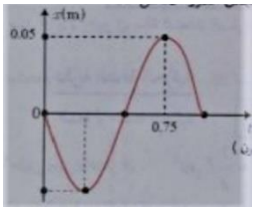
المسألة الثانية:

جسم كتلته500g يهتز بحركة توافقية بسيطة بمرونة نابض مهمل الكتلة حلقاته متباعدة شاقولي بدور4s وسعة اهتزازه8cm فإذا علمت أن الجسم كان في موضع مطاله $\frac{Xmax}{2}$ في بدء الزمن وهي متحركة بالاتجاه السالب والمطلوب:

1. استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام
2. احسب سرعة الجسم لحظة مروره الثاني بوضع التوازن
3. عين المواضع التي تكون فيها شدة محصلة القوى عظمى واحسب قيمتها
4. احسب ثابت صلابة النابض
5. احسب الكتلة التي تجعل الدور الخاص 1s

المسألة الثالثة:

يمثل الشكل المجاور تغيرات المطال بدلالة الزمن لحركة توافقية بسيطة (نواس مرن) والمطلوب:



1. استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام
2. احسب سرعة الجسم لحظة مروره الأول بوضع التوازن
3. احسب تسارع الجسم عند المرور بنقطة مطالها2.5cm
4. إذا علمت أن ثابت صلابة النابض 10 $N.m^{-1}$احسب كتلة الجسم
5. احسب الطاقة الكامنة المرونية والطاقة الحركية للجسم في نقطة مطالها 3cm

المسألة الرابعة:

هزازة توافقية بسيطة مؤلفة من جسم صلب كتلته m=2kg معلق بنابض مرن شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صلابته k=20$N.m^{-1}$. نزيح الجسم عن وضع توازنه شاقولياً نحو الأسفل بالاتجاه الموجب ضمن حدود مرونة النابض مسافة قدرها 8cm ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة t= 0 المطلوب:

1. احسب الدور الخاص لهذه الهزازة .
2. استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام
3. احسب سرعة الجسم لحظة مروره الأول في وضع التوازن.
4. احسب الطاقة الميكانيكية لهذه الهزازة ($\pi^2 = 10$)

نواس الفتل:

❖ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:**

1. التابع الزمني للمطال الزاوي:

$$\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

2. النبض الخاص:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{I_\Delta}} = 2\pi f_0$$

- واحدته $rad.s^{-1}$

3. الدور الخاص:

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{k}} = \frac{1}{f_0} = \frac{t}{n}$$

- واحدته s
- إن الدور **لا يتعلق** بسعة الزاوية θ_{max}
- ويتناسب **طرداً** مع الجذر التربيعي لعزم عطالة الجملة I_Δ **وعكساً** مع الجذر التربيعي لثابت فتل السلك k

4. ثابت فتل السلك:

$$k = I_\Delta\omega_0{}^2 = 4\pi^2\frac{I_\Delta}{T_0^2} = k'\frac{(2r)^4}{\ell}$$

- واحدته $m.N.rad^{-1}$
- حيث أن k' هو ثابت يتعلق بنوع السلك
- r: نصف قطر السلك
- ℓ: طول السلك

5. لحساب السعة الزاوية θ_{max} :

- قد تُعطى صراحةً في نص المسألة "بسعة اهتزاز"
- يمكن حسابها من شروط البدء عندما تكون t=0

نستدل على أن المطال أعظمي $\theta = \theta_{max}$ في اللحظة t=0 : -

- بقولها صراحةً "مبدأ الزمن لحظة المرور بالمطال الأعظمي"
- ندير الجسم .. ونتركه دون سرعة ابتدائية في اللحظة=t-0

6. لحساب **طور الحركة** الابتدائي φ:
نستخدم **شروط البدء** المذكورة في نص المسألة عندما تكون **t=0**

7. لحساب **طول الساق أو نصف قطر القرص** أو بعد نصف القطر أو الكتلة:
نستخدم الدور الخاص T_0 حيث يكون المطلوب موجوداً في عزم العطالة I_Δ

8. السرعة الزاوية:
$$\bar{\omega} = -\omega_0\theta_{max}\, sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$
- واحدتها $rad.s^{-1}$
- السرعة الزاوية العظمى (طويلةً):
$$\omega_{max} = \omega_0\theta_{max}$$

9. التسارع الزاوي:
$$\bar{a} = -{\omega_0}^2\bar{\theta}$$
- واحدته $rad.s^{-2}$
- التسارع الزاوي الأعظمي (طويلةً):
$$\alpha_{max} = {\omega_0}^2\theta_{max}$$

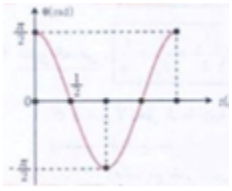
$E_p = \frac{1}{2}k\theta^2$

10. الطاقة الميكانيكية(الكلية):
الطاقة الميكانيكية = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة المرونية

$E_k = \frac{1}{2}I_\Delta w^2$ ، $E=E_p+E_k$ ، $E = \frac{1}{2}k\theta_{max}^2$

11. عزم الإرجاع: $\Gamma_\eta = -k\bar{\theta}$
- واحدته m.N

المسألة الأولى:



يمثل الشكل المجاور تغيرات المطال الزاوي بدلالة الزمن الحركة نواس فتل غير متخامد. والمطلوب:

1. استنتج التابع الزمني لمطال الحركة انطلاقاً من شكله العام
2. احسب سرعة الجسم لحظة مروره الثاني من وضع التوازن.
3. احسب التسارع الزاوي عند المرور من وضع مطاله الزاوي $-\frac{\pi}{4}$
4. إذا علمت أن النواس عبارة عن ساق متجانسة مهملة الكتلة طولها ℓ مثبت في طرفيها كتلتين نقطيتين m1=m2=100g ومعلقة بسلك ثابت فتله 8×10^{-2} m.N.rad^{-1} احسب طول الساق

5. احسب الطاقة الميكانيكية لحظة المرور في وضع التوازن.

المسألة الثانية:

بتألف نواس فتل من قرص متجانس قطره 40cm معلق بسلك فتل شاقولي ، بهتر بدور خاص I_s وسعة زاوية مقدارها ثلث دورة فإذا علمت أن عزم عطالة القرص حول محور عمودي على مستويه ومار من مركز عطالته 0.01 kg.m^2، والمطلوب:

1. احسب كتلة القرص
2. احسب قيمة ثابت الفتل لسلك التعليق
3. استنتج التابع الزمني لمطال حركته انطلاقاً من شكله العام باعتبار أنه في بدء الزمن كان القرص في وضع التوازن وهو متحرك بالاتجاه الموجب.
4. إذا جعلنا طول سلك الفتل ربع ما كان عليه ، فاحسب الدور الخاص الجديد
علما أن (عزم عطالة القرص $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}mr^2$ ، الدورة= 2π)

المسألة الثالثة:

يتألف نواس فتل من ساق أفقية متجانسة طولها ℓ = ab = 50cm كتلتها m معلقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي ثابت فتله 10^{-2} m.N.rad^{-1} ندير الساق في مستو أفقي بزاوية $\theta = +\pi\ rad$ عن وضع توازنها ، ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة t= 0، فتهتز بدور خاص $T_0 = 4s$ المطلوب:

1. احسب كتلة الساق.
2. استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.
3. احسب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن.
4. نثبت بالطرفين a و b كتلتين نقطيتين متماثلتين m1=m2= 40g . احسب قيمة الدور الخاص الجديد T_0' في هذه الحالة.
(عزم عطالة ساق حول محور مار من منتصفها وعمودي على مستويها $I_{\Delta/c} = \frac{1}{12}m\ell^2$ ، $\pi^2 = 10$)

النواس الثقلي المركب:

❖ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:**

1. التابع الزمني للمطال الزاوي:

$$\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

2. النبض الخاص:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{mgd}{I_\Delta}} = 2\pi f_0$$

- واحدته $rad.s^{-1}$

3. الدور الخاص من أجل السعات الصغيرة:

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{I_\Delta}{mgd}} = \frac{1}{f_0}$$

- واحدته s
- حيث أن I_Δ هو عزم عطالة **الجملة** حول محور الدوران
- m: مجموع كتل مكونات **الجملة**
- d: بعد محور الدوران عن مركز عطالة **الجملة** وهي تحسب منة العلاقة:

$$d = \frac{\sum m_i \bar{r_i}}{\sum m_i}$$

حيث r: هي بعد محور الدوران عن الكتلة أو عن مركز عطالة الجسم تؤخذ اصطلاحاً (موجبة ⇑أو سالبة ⇓)

4. الدور الخاص في حال السعات الكبيرة:

$$T_0' = T_0\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]$$

- حيث أن الدور T_0 في حال السعات الصغيرة و θ_{max} حصراً بالراديان

5. نستخدم **نظرية الطاقة الحركية**.. إذا كان المطلوب هو **السرعة** أو **السعة** أو **الطاقة الحركية**...

$$\sum \bar{W} = \Delta\bar{E}_k$$

- آخذين بعين الاعتبار أن:

$$E_k = \frac{1}{2} I_\Delta w^2$$

- السرعة **الزاوية w ثابتة** لكل نقاط الجملة، أما السرعة **الخطية v متغيرة** حسب البعد عن محور الدوران r ، والعلاقة التي تربط بينهما هي v = r.w

المسألة الأولى:

يتألف نواس ثقلي مركب من قرص متجانس كتلته m1 نصف قطره r = $\frac{1}{6}$ m ، يمكن أن يهتز في مستو شاقولي حول محور أفقي ثابت مار من مركزه ، تُثبت في نقطة من محيط القرص كتلة نقطية m2=m1. المطلوب:

1. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة للدور الخاص لهذا النواس بدلالة نصف قطره r انطلاقاً من علاقة الدور الخاص للنواس الثقلي المركب في حالة السعات الزاوية الصغيرة ، ثم احسب قيمته.
2. احسب طول النواس الثقلي البسيط المواقت لهذا النواس.
3. نزيح الجملة السابقة عن وضع توازنها الشاقولي بسعة زاوية θ_{max}، ونتركها دون سرعة ابتدائية فتكون السرعة الخطية لمركز عطالة الجملة لحظة المرور بالشاقول v= $\frac{\pi}{6}$ $m.s^{-1}$ احسب القيمة السعة الزاوية θ_{max} (إذا علمت أن θ_{max} >0.24 rad).

(عزم عطالة قرص حول محور مار من مركزه وعمودي على مستويه $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2}m_1 r^2$ ، $\pi^2 = 10$ ، $g = 10m.s^{-2}$)

المسألة الثانية:

ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها 1m تثبت في منتصفها كتلة نقطية m_1 = 0.4kg ونثبت في طرفها السفلي كتلة نقطية m_2= 0.2kg لتؤلف الجملة تواساً ثقلياً مركباً يمكنه أن ينوس في مستو شاقولي حول محور أفقي مار من الطرف العلوي للساق ، والمطلوب:

1. احسب دور نوساتها صغيرة الشعة
2. نزيح الجملة عن موضع توازنها بزاوية $\theta_{max} = 60°$ ونتركها دون سرعة ابتدائية:
   a. استنتج بالرموز علاقة السرعة الزاوية لجملة النواس لحظة مرورها بشاقول محور التعليق ثم احسب قيمتها
   b. احسب السرعة الخطية للكتلة النقطية m_2

المسألة الثالثة:

يتألف نواس ثقلي من ساق شاقولية مهملة الكتلة طولها L تحمل في كل من طرفيها كتلة نقطية m' على الجملة بمحور دوران أفقي يبعد $\frac{L}{4}$ عن طرف الساق العلوي، نزيح الجملة عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية $\frac{1}{4\pi}$ rad ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة t=0 فتهتز بدور خاص T_0 = 2 والمطلوب:

1. استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي لحركة هذا النواس انطلاقاً من شكله العام.
2. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لطول الساق ، ثم احسب قيمته
3. نزيح الساق عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية $\theta_{max} = 60°$ ونتركها دون سرعة ابتدائية ، احسب قيمة علاقة السرعة

النواس الثقلي البسيط:

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

1. الدور الخاص في حال السعات الزاوية الصغيرة:

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = \frac{1}{f_0}$$

- واحدته s
- إن الدور **لا يتعلق** بكتلة الكرة ولا بنوع المادة التي صنعت منها وإن **النواسات صغيرة السعة** لها الدور نفسه.
- ويتناسب الدور **طرداً** مع الجذر التربيعي لطول الخيط **وعكساً** مع الجذر التربيعي لتسارع الجاذبية الأرضية

2. الدور الخاص في حال السعات الكبيرة:

$$T_0' = T_0\left[1 + \frac{\theta_{max}^2}{16}\right]$$

- حيث أن الدور T_0 في حال السعات الصغيرة و θ_{max} حصراً بالراديان

3. نستخدم **نظرية الطاقة الحركية**.. إذا كان المطلوب هو **السرعة** أو **السعة** أو **الطاقة الحركية**...

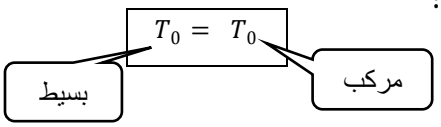
$$\sum \bar{W} = \Delta\bar{E}_k$$

- آخذين بعين الاعتبار أن:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

4. لحساب طول النواس البسيط المواقت للنواس المركب:

نستخدم العلاقة :



5. لاستنتاج علاقة **توتر الخيط T** أو لاستنتاج **التسارع الناظمي** a_c :

نطبق **العلاقة الأساسية في التحريك** الانسحابي..

ثم نسقط على المحور **الشاقولي** (الناظم) (محور له منحنى وجهة T)

فيظهر عندئذ التسارع الناظمي الذي يعوض بالقانون:

$$a_c = \frac{v^2}{\ell}$$

6. لاستنتاج علاقة **التسارع المماسي** a_t :

نطبق **العلاقة الأساسية في التحريك** الانسحابي..

ثم نسقط على المحور **المماس** للمسار(محور له منحنى وجهة الحركة) فيظهر عندئذ التسارع المماسي..

المسألة الأولى:

نواس ثقلي بسيط كتلة كرته 0.1 kg وطول خيط التعليق l m يزاح النواس عن وضع توازنه حتى يصنع الخيط مع الشاقول زاوية قدرها 60° ويترك دون سرعة ابتدائية ، والمطلوب:

1. استنتج بالرموز العلاقة المحددة للسرعة الخطية لكرة النواس لحظة مرورها بوضع توازنها الشاقولي ، ثم احسب قيمتها
2. استنتج بالرموز علاقة توتر الخيط لحظة مرور النواس بوضع توازنه الشاقولي. ثم احسب قيمته.

المسألة الثانية:

تعلق كرة صغيرة نعدها نقطة مادية ، كتلتها 0.5 kg بخيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله 1.6m لتؤلف نواساً ثقلياً بسيطاً ، ثم تزيح الكرة إلى مستو أفقي يرتفع h=0.8m عن المستوي الأفقي المار منها وهي في موضع توازنها الشاقولي ، ليصنع خيط النواس مع الشاقول زاوية θ_{max} ونتركها دون سرعة ابتدائية والمطلوب:

1. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لسرعة الكرة عند مرورها بالشاقول ، ثم احسب قيمتها ، موضحاً بالرسم
2. استنتج قيمة الزاوية θ_{max}. ثم احسب قيمتها.
3. احسب دور هذا النواس.
4. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لشدة قوة توتر الخيط عند المرور بالشاقول ، ثم احسب قيمتها

المسألة الثالثة:

يتألف نواس ثقلي بسيط من خيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله 40 cm يحمل في نهايته كرة صغيرة نعدها نقطة مادية كتلتها m = 100g والمطلوب:

1. يحرف الخيط عن وضع التوازن الشاقولي بسعة زاوية كبيرة θ_{max} وتترك الكرة من دون سرعة ابتدائية فتكون سرعتها لحظة مروره بالشاقول v = 2m.s^{-1} استنتج قيمة الزاوية θ_{max} بدلالة إحدى نسبها المثلثية ثم احسب قيمتها.
2. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لتوتر خيط النواس لحظة مروره بوضع توازنه الشاقولي ، ثم احسب قيمته.
3. استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة للتسارع المماسي لكرة النواس عندما يصنع الخيط مع الشاقول زاوية θ= 30° ثم احسب قيمته

$$(g = 10m.s^{-2}, \pi^2 = 10)$$

ميكانيك السوائل المتحركة:

❖ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:**

1. المنسوب الكتلي: Q' (معدل التدفق الكتلي)
هو كمية السائل التي تعبر مقطع الأنبوب s خلال واحدة الزمن

$$Q = \frac{m}{\Delta t}$$

2. المنسوب الحجمي: Q (التدفق الحجمي) (معدل الضخ)

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{s.\Delta x}{\Delta t} = s \cdot v$$

- سرعة التدفق: $v = \frac{Q'}{s}$
- زمن التفريغ: $\Delta t = \frac{V}{Q'}$

3. معادلة الاستمرارية: تستخدم لحساب **سرعة** دخول وخروج السائل..

$$Q' = s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 \qquad \frac{v_1}{v_2} = \frac{s_2}{s_1}$$

- سرعة التدفق عند فتحتي الدخول والخروج:
$$v_1 = \frac{Q'}{s_1}, v_2 = \frac{Q'}{s_2}$$
- إذا كانت فتحة الخروج مثقبة (n ثقباً) فتصبح $s_2 = ns_2$ في معادلة الاستمرارية.

4. معادلة برنولي: تستخدم لحساب **ضغط** دخول وخروج السائل..

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 + \rho g z_2$$

- حيث: P_1 : ضغط الدخول
P_2 : ضغط الخروج
$P_1 - P_2$: فرق الضغط
- في حال كان الأنبوب أفقياً فإن $z_1 = z_2$

5. سرعة تدفق سائل: من فتحة صغيرة أسفل خزان واسع جداً:

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

6. لحساب العمل الميكانيكي اللازم لضخ السائل:

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$
$$= P_1\Delta V - P_1\Delta V - mg(z_2 - z_1)$$

7. الكتلة الحجمية: تستخدم لحساب **ضغط** دخول وخروج السائل..

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- وتقدر بـ $kg.m^{-3}$

بعض التحويلات الهامة:

مسافة: $cm \xrightarrow{10^{-2}} m$

مساحة: $cm^2 \xrightarrow{10^{-4}} m^2$

حجم: $cm^3 \xrightarrow{10^{-6}} m^3$

حجم: $L \xrightarrow{10^{-3}} m^3$

كتلة: $g \xrightarrow{10^{-3}} kg$

الكتلة الحجمية: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{Q}{Q'}$ $(kg.m^{-3})$

$gcm^{-3} \xrightarrow{10^{3}} kgm^{-3}$

المسألة الأولى:

لملء خزان حجمه 600L بيترين كتلتهkg450 استعمال خرطوم مساحة مقطعه 5cm2 فاستغرقت العملية 300s والمطلوب:

1. معدلي التدفق الحجمي والكتلي
2. احسب سرعة تدفق البنزين من فتحة الخرطوم.
3. كم تصبح سرعة تدفق البنزين من فتحة الخرطوم إذا نقص مقطعها ليصبح ربع ما كان عليه ؟

المسألة الثانية:

يجري الماء داخل الأنابيب الموضع في الشكل من (a) الى (b) حيث نصف قطر الانبوب عند (a) r_1 = 5cm و نصف قطر الانبوب عند (b) r_2 = 5cm والمسافة الشاقولية بين (a) و (b) h = 50cm والمطلوب:

1. احسب سرعة جريان الماء عند النقطة (b) علماً ان سرعة جريان الماء عند النقطة (a) $v_1 = 4m.s^{-1}$
2. احسب قيمة فرق الضغط (P_{a-b}) علماً أن: $(P_{H_2O} = 1000kg.m^{-3})$

المسألة الثالثة:

ترفع مضخة الماء من خزان أرضي عبر أنبوب مساحة مقطعه s_1=10cm^2 إلى خزان يقع على سطح بناء ، فإذا علمت أن مساحة مقطع الأنبوب الذي يصب في الخزان العلوي s_2=5cm^2 وأن معدل الضخ Q = 0.005 $m^3.s^{-1}$ والمطلوب:

1. احسب سرعة الماء عند دخوله الأنبوب وعند فتحة خروجه من الأنبوب.
2. احسب قيمة ضغط الماء عند دخوله الأنبوب علماً بأن الضغط الجوي 1×10^5Pa ، والارتفاع بين الفوهتين 20m.
3. احسب العمل الميكانيكي اللازم لضخ 100L من الماء إلى الخزان العلوي

$(g = 10m.s^{-2}, P_{H_2O} = 1000kg.m^{-3})$

المسألة الرابعة:

ينتهي أنبوب ماء مساحة مقطعه $10cm^2$ إلى رشاش الاستحمام ، وفيه 25 ثقباً متماثلاً ، مساحة مقطع كلّ ثقب $0.1cm^2$، فإذا علمت أن سرعة تدفق الماء عبر الأنبوب $50cm.s^{-1}$ والمطلوب:

1. احسب معدلي التدفق الحجمي للماء.
2. احسب سرعة تدفق الماء من كل ثقب.

النسبية الخاصة:

❖ **الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:**

1. عامل التمدد:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

2. تمدد الزمن:

$$\frac{t}{t_0} = \gamma \Rightarrow t = \gamma t_0 \Rightarrow \boxed{t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}}$$

3. تقلص الطول:

$$\frac{L_0}{L} = \gamma \Rightarrow L = \frac{L_0}{\gamma} \Rightarrow \boxed{L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

4. ازدياد الكتلة:

$$\frac{m}{m_0} = \gamma \Rightarrow m = \gamma m_0 \Rightarrow \boxed{m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}}$$

5. الطاقة الكلية:

$$E = E_K + E_0$$
$$E = m.c^2$$

حيث أن: الطاقة الحركية: $E_K = E - E_0$

والطاقة السكونية: $E_0 = m_0.c^2$

- للتحويل من **سنة ضوئية** إلى **متر** نضرب بـ c أي بـ $3\times10^{+8}$
- للتحويل من **جول** إلى **إلكترون فولط** وبالعكس:

$1ev = 1.6\times10^{-19}J$

الكتل		المسافات		الأطوال		الأزمنة	
مراقب خارجي	مراقب داخلي	مراقب خارجي	مراقب داخلي	مراقب خارجي	مراقب داخلي	مراقب خارجي	مراقب داخلي
m	m_0	L_0'	L'	L	L_0	t	t_0

المسألة الأولى:

جسم مستطيل الشكل طوله وهو ساكن b_0 يساوي ضعفي عرضه a ، يتحرك هذا الجسم بحيث يكون طوله موازياً لشعاع سرعته v بالنسبة لمراقب في الجملة الساكنة ، فيبدو له مربعاً ، احسب قيمة سرعة الجسم.

المسألة الثانية:

مركبة فضاء شكلها مستطيل مسارها مستقيم شعاع سرعتها موازي لطولها تُسجل أجهزتها القياسات الآتية: طول المركبة 100m وعرضها 25m ، المسافة المقطوعة 4 سنة ضوئية ، زمن الرحلة $\frac{8}{\sqrt{3}}$ سنة احسب كلاً من سرعة المركبة وطولها وعرضها في أثناء الرحلة والمسافة التي قطعتها وزمن الرحلة وفق قياسات المحطة الأرضية.

المسألة الثالثة:

إذا علمت أنّ الكتلة السكونية للبروتون $1.67\times10^{-27}kg$ وفي أحد التجارب كانت طاقته الكلية تساوي ثلاثة أضعاف طاقته السكونية ، والمطلوب:

1. احسب الطاقة السكونية للبروتون مقاسة بالإلكترون فولط
2. احسب سرعة البروتون في هذه التجربة.
3. احسب الطاقة الحركية لهذا البروتون.
4. احسب كمية الحركة له.

د.منذر الوهّوب

المغناطيسية

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

التيارات الكهربائية تولد حقولاً مغناطيسية في		
سلك مستقيم	ملف دائري	وشيعة
$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d}$	$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{r}$	$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{\ell}$

لحساب عدد اللفات في طبقة واحدة	لحساب عدد اللفات الكلي
عدد لفات طبقة واحدة×قطر السلك = طول الوشيعة	عدد اللفات×محيط اللفة = طول السلك
$\ell = 2r'.N_1$	$\ell' = 2\pi r \cdot N$
$N_1 = \frac{\ell}{2r'}$	$N = \frac{\ell'}{2\pi r}$

لحساب عدد الطبقات

$$\text{عدد الطبقات} = \frac{\text{عدد اللفات الكلي}}{\text{عدد لفات طبقة واحدة}} = \frac{N}{N_1}$$

عامل النفاذية المغناطيسي

$$\text{عامل النفاذية المغناطيسي } \mu = \frac{\text{شدة الحقل المغناطيسي الكلي}}{\text{شدة الحقل المغناطيسي الأصلي}} = \frac{B_t}{B}$$

زاوية انحراف إبرة البوصلة	زاوية ميل إبرة البوصلة
$\tan\theta = \frac{B}{B_H}$	المركبة الأفقية $\cos i = \frac{B_H}{B}$
	المركبة العامودية $\sin i = \frac{B_V}{B}$

التدفق المغناطيسي

$\Phi = B \cdot s \cdot \cos\alpha$ واحدته ويبر *weber*

إذا كان لدينا N لفة $\Phi = N \cdot B \cdot s \cdot \cos\alpha$

أعظمي $\alpha = 0$	معدوم $\alpha = \frac{\pi}{2}$	أصغري $\alpha = \pi$

الدورانات:

- عندما يكون B يوازي سطح الإطار فإن $\alpha = \frac{\pi}{2}$ (وتكون زاوية دوران الإطار θ' والزاوية α متتامتان أي $\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}$)
- عندما يك ون B يعامد سطح الإطار فإن $\alpha = 0$(وتكون زاوية دوران الإطار θ' والزاوية α متساويتان أي $\alpha = \theta'$)

المسألة الأولى:

سلكان طويلان ومتوازيان البعد بينهما 1m يمر فيهما تياران كهربائيان بجهة واحدة. فإذا كانت شدة التيار المار في السلك الأول تساوي ثلث شدة التيار المار في السلك الثاني ، والمطلوب:

1. أوجد بعد النقطة عن السلك الأول التي تقع على الخط العمودي الواصل بين السلكين حيث تكون محصلة الحقل المغناطيسي عندها تساوي الصفر.
2. إذا علمت أن شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في السلك الأول هو 2×10^{7} وذلك في منتصف المسافة بين السلكين ، فاحسب شدتي التيار في السلكين.
3. احسب الزاوية التي تتحرفُ فيها إبرة بوصلة موضوعة في منتصف المسافة بين السلكين عن منحاها الأصلي بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B = 2 \times 10^{-6}$
4. هل يمكن أن تنعدم شده محصلة الحقلين في نقطة واقعة خارج السلكين ؟ وضح أجابتك. ثم اقترح طريقة لجعلها تنعدم في هذه النقطة
5. إذا جعلنا شدة التيار المار في السلك الأول ربع ما كانت عليها فاحسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن هذا التيار في نقطة تقع على السلك الثاني.

المسألة الثانية:

ملف دائري قطره الوسطي 5cm وعدد لفاته 100 لفة نمرر فيه تياراً كهربائياً شدته 0.5A المطلوب:

1. احسب التدفق المغناطيسي الذي يجتاز لفات الملف
2. نقطع التيار السابق عن الملف احسب التغير الحاصل في قيمة التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف ذاته
3. نضع الملف بعد ذلك في حقل مغناطيسي منتظم شدته 0.5T حيث تكون خطوط الحقل عمودية على مستوي الملف. ثم ندير الملف في الاتجاه الموجب بزاوية 60 ، فاحسب التغير في التدفق المغناطيسي
4. احسب طول سلك الملف الدائري

المسألة الثالثة:

وشيعة طولها 40cm مؤلفة من 400 لفة محورها الأفقي يعامد خط الزوال المغناطيسي ، نضع في مركزها إبرة بوصلة صغيرة ثم نمرر في الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدته1.6A والمطلوب:

1. احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد في مركز الوشيعة
2. إذا علمت أن قطر سلك الوشيعة 2mm فاحسب عدد طبقات الوشيعة
3. نضع داخل الوشيعة في مركزها حلقة دائرية مساحتها $2cm^2$ بحيث يصنع الناظم على سطح الحلقة مع محور الوشيعة زاوية 60. احسب التدفق المغناطيسي عبر الحلقة الناتج عن تيار الوشيعة.

فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

1. القوة المغناطيسية:

$$F = q.v.B.sin(\theta)$$

- واحدته N
- حيث: $\theta = (q\vec{v}\hat{}\vec{B})$
- شعاع السرعة ناظمي (عمودي) على شعاع الحقل $\Leftarrow \vec{v} \perp \vec{B}$
  $\Leftarrow sin(\theta) = 1$

2. نصف قطر المسار الدائري:

كمية الحركة $\longrightarrow r = \frac{m_e v}{eB} = \frac{P}{eB}$

$$P = m.v \Rightarrow P = reB$$

3. القوة الكهرطيسية:

$$F = ILB.sin(\theta)$$

- $I\vec{L} \perp \vec{B} \Rightarrow sin(\theta) = 1$
- $I\vec{L} \parallel \vec{B} \Rightarrow sin(\theta) = 0 \Rightarrow F = 0$ (كهرطيسية)
- من أجل N لفة:

$$F = ILB.sin(\theta)$$

4. تجربة السكتين (عمل المزدوجة الكهرطيسية):

$$W = F\Delta x$$
$$\Delta x = v\Delta t$$
$$W = I\Delta\emptyset \quad (J)$$

دولاب بارلو:

5. شدة القوة الكهرطيسية:

$$F = IrB.sin(\theta)$$

6. عزم القوة الكهرطيسية:

$$\Gamma = dF = \frac{r}{2}F \quad (m.N)$$

7. الاستطالة الدورانية:

$$P = \Gamma\omega$$

- واحدتها W
- حيث ω: السرعة الزاوية $\omega = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi f$
  Γ: عزم القوة

8. شرط التوازن (السكون) (منع الدوران):

$$\sum\vec{\Gamma} = 0$$

الإطار:

سلك عديم الفتل (سلك تعليق)

9. عزم المزدوجة الكهرطيسية:

$$\Gamma_0 = NISB.\sin(\alpha)$$

- مربع: $S = \ell^2$
- مستطيل: $S = L.d$
- دائرة: $S = \pi r^2$

$$\alpha = (\vec{B}\hat{}\vec{n})$$

- زاوية دوران الإطار
  $\theta' + \alpha = 90^0$
- لحظة إمرار التيار (التيار لسع ما دار)
- $\Rightarrow \theta' = 0 \Rightarrow \alpha = 90^0$

خطوط الحقل توازي سطح الدارة

$\vec{B} \perp \vec{n}$ // سطح الدارة

- بعد دوران الإطار بزاوية مثلاً $\theta' = 60^0$
  $\Rightarrow \alpha = 30^0$

10. العزم المغناطيسي:

$$M = NIS$$

11. التدفق المغناطيسي:

$$\emptyset = NBS.\cos(\alpha)$$

- تدفق معدوم: لحظة إمرار التيار $\alpha = 90^0$ ← سطح الدارة // $\vec{B} \perp \vec{n}$
- تدفق أعظمي: (توازن مستقر $\alpha = 0$)

12. تغير التدفق:

$$\Delta\emptyset = \emptyset_2 - \emptyset_1$$

$$\Delta\emptyset = NBS.\cos\alpha_2 - NBS.\cos\alpha_1$$

$$\Delta\emptyset = NBS(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$$

13. عمل المزدوجة الكهرطيسية:

$$W = I\Delta\emptyset = I(\emptyset_2 - \emptyset_1)$$

14. سلك الفتل:

استنتاج النظري وصلنا لعند:

$$NISB = k\,\theta'$$

$$\theta' = \frac{NISB}{k} \quad (rad)$$

$$k = \frac{NISB}{\theta'}$$

15. حساسية المقياس الغلفاني:

1. $$G = \frac{NBS}{k}$$

2. $$\theta' = GI \Rightarrow G = \frac{\theta'}{I}$$

- $$\downarrow k = \frac{k'(2r')''}{\uparrow L}$$
- $$\uparrow G = \frac{NSB}{\downarrow k}$$

G, L ⇐ تناسب طردي بزيادة L تزداد G

- واحدته $rad.A^{-1}$

المسألة الأولى:

في تجربة السكتين الكهرطيسية تستند ساق نحاسية إلى سكتين أفقيتين ، حيث يؤثر على طول L=4cm من الجزء المتوسط منها حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدته B=0.02T المطلوب:

1. احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في الساق عندما يمر فيها تيار كهربائي متواصل شدّته I=10A.
2. احسب قيمة العمل الذي تنجزه القوة الكهرطيسية السابقة عندما تنتقل الساق مسافة $\Delta x = 8cm$
3. نميل السكتين فقط عن الأفق بزاوية مقدارها $\alpha' = 0.1rad$ احسب شدة التيار الكهربائي الواجب إمراره في الدارة لتبقى الساق ساكنة (بإهمال قوى الاحتكاك) علماً أن كتلتها m =32g

$(g = 10ms^{-2})$

المسألة الثانية:

ساق نحاسية متجانسة طولها L=1.5m وكتلها 100g معلقة من طرفها العلوي شاقولياً نغمس طرفها السفلي في حوض يحتوي الزئبق ونمرر فيها تياراً كهربائياً شدته 20A وتؤثر بحقل مغناطيسي منتظم أفقي على طول ab =10cm منها بحيث يكون مركز عطالة الساق c منتصف القطعة ab فتنحرف بزاوية 0.1rad ثم تتوازن. والمطلوب استنتاج العلاقة المحددة لشدة الحقل المغناطيسي المؤثر ثم احسب قيمته موضحاً بالرسم.

المسألة الثالثة:

دولاب بارلو نصف قطر قرصه 10cm نمرر فيه تياراً كهربائياً شدته5A ونُخضع نصف القطر الشاقولي السفلي لحقل مغناطيسي أفقي منتظم شدته $2\times10^{-2}T$، والمطلوب:

1. احسب شدة القوة الكهرطيسية التي يخضع لها الدولاب موضحاً بالرسم
2. احسب عزم القوة الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب
3. احسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة عندما يدور الدولاب بسرعة تقابل $\frac{5}{\pi}Hz$
4. احسب عمل القوة الكهرطيسية بعد مضي 4s من بدء حركة الدولاب ، وهو يدور بالسرعة الزاوية السابقة.

المسألة الرابعة:

إطار مربع الشكل طول ضلعه 4cm يحوي 100 لفة من سلك نحاسي معزول:

A. نعلق الإطار بسلك عديم الفتل شاقولي ونخضعه لحقل مغناطيسي منتظم أفقي شدته 0.06T خطوطه توازي مستوى الإطار الشاقولي ، نمرر في الإطار تياراً شدته 0.1A ، والمطلوب حساب:

1. عزم المزدوجة الكهرطيسية التي يخضع هذا الإطار لها لحظة إمرار التيار.
2. عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار من وضعه السابق إلى وضع التوازن المستقر.

B. نقطع التيار ونستبدل سلك التعليق بسلك فتل شاقولي ثابت فتله k بحيث يكون مستوي الإطار يوازي خطوط الحقل المغناطيسي السابق ، نمرر في الإطار تياراً شدته 1mA فيدور الإطار بزاوية مقدارها 0.012rad ثم يتوازن ، والمطلوب حساب:

1. احسب التَّدفق المغناطيسي في الإطار عندما يتوازن.
2. استنتج العلاقة المحدّدة لثابت فتل سلكِ التعليق انطلاقاً ، شرط التَّوازُن الدوراني ، ثمَّ احسب قيمته ، ثم احسب قيمة ثابت المقياس الغلفاني G
3. نزيد حساسية المقياس 10 مرات من أجل التيار نفسه، احسب ثابت فتل سلك التعليق بالوضع الجديد.

المسألة الخامسة:

نُخضع إلكتروناً يتحرّك بسرعة $8 \times 10^3\ Km.s^{-1}$ إلى تأثير حقل مغناطيسي منتظم ناظمي على شعاع سرعته شدته $5\times10^{-3}T$، والمطلوب:

1. وازن بالحساب بين شدّة ثقل الإلكترون وشدّة قوة لورنز المؤثرة فيه. ماذا تستنتج ؟
2. برهن أنَّ حركة الإلكترون ضمن المنطقة التي يسودها الحقل المغناطيسي هي حركة دائرية منتظمة ، ثم استنتج العلاقة المحدّدة لنصف قطر المسار الدائري ، واحسب قيمته.
3. احسب دور الحركة.

حيث أن: $m_e = 9 \times 10^{-31}Kg$, $e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$

المسألة السادسة:

دولاب بارلو قطره 20cm، يمرر فيه تيار كهربائي متواصل ، I ويخضع نصف القرص السفلي لحقل مغناطيسي منتظم عمودي على مستوي الدولاب الشاقولي شدّته $B = 10^{-2}\ T$ ، فيتأثرُ الدُّولاب بقوَّةٍ كهرطيسية شدتها $F = 4\times10^{-2}N$ المطلوب:

1. بين بالرسم جهة كل من $(\vec{Ir}, \vec{B}, \vec{F})$
2. احسب شدة التيار المار في الدولاب
3. احسب عزم القوَّةِ الكهرطيسية المؤثرة في الدولاب
4. احسب قيمة الكتلة الواجب تعليقها على طرف نصف القطر الأفقي للدولاب لمنعه عن الدوران.

التحريض الكهرطيسي

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

1. حساب شدة التيار المتحرض:

ما دلالة المقياس (الغلفاني - μA - mA)

المقاومة الكهربائية: $i = \frac{\varepsilon}{R}$

2. القوة المحركة الكهربائية المتحرضة:

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\emptyset}{\Delta t} \begin{cases} \Delta B \\ \Delta S \\ \Delta cos\alpha \end{cases}$$

a) تغير الحقل المغناطيسي:

- من نص المسألة نضاعف شدة الحقل $B_2=2B_1$
- تزداد شدة الحقل من B_1 إلى B_2
- تنقص شدة الحقل من B_1 إلى B_2
- التيار يعطي حقل:

ملف: $B = 2\pi \cdot 10^{-7}\frac{NI}{r}$

وشيعة: $B = 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{NI}{\ell}$

- نغلق القاطعة (تزداد شدة التيار من I_1 إلى I_2)
- نفتح القاطعة (تنقص شدة التيار من I_1 إلى I_2)

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{-\Delta\emptyset}{\Delta t} = -\frac{NAB\Delta cos\alpha}{\Delta t}$$

حيث: $\Delta B = B_2 - B_1$

b) تغير $\Delta cos\alpha$ (ندوّر)

$\Delta cos\alpha = \cos\alpha_2 - \cos\alpha_1$

$\alpha = (\vec{B}\hat{}\vec{n})$

$\vec{B} \perp \vec{n}$, $\vec{B}$ // سطح الدارة $\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} rad$

$\vec{B}//\vec{n}$, $\vec{B}$ $\perp$ سطح الدارة $\Rightarrow \alpha = 0\ rad$

$\alpha = 0 \Rightarrow$ توازن مستقر

$\theta' + \alpha = 90^0 \Rightarrow \alpha = 90^0 - \theta'$ ← زاوية الدوران

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\emptyset}{\Delta t} = -\frac{NBS(cos\alpha_2 - cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

c) تغير ΔS:

- عند تحريك الساق بسرعة v تعامد $\vec{B}$ حيث تتنقل مسافة

$$\Delta x = v\Delta t \Rightarrow S = L\Delta x$$
$$\Rightarrow S = Lv\Delta t$$

- فيغير التدفق: $\Delta\emptyset = B\Delta S$

$$\Rightarrow \Delta\emptyset = BLv\Delta t$$

$$|\varepsilon| = \frac{\Delta\emptyset}{\Delta t} = -\frac{BLv\Delta t}{\Delta t} = BLv$$

- التيار في حال دارة **مغلقة**: $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{BLv}{R}$
- التيار بحالة دارة **مفتوحة**

فرق الكمون يساوي القيمة المطلقة للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة

$$U_{AB} = |\varepsilon| = BLv$$

3. تعيين جهة التيار المتحرض:

a. الحقل المتحرض **يعاكس** الحقل المحرض لأنه **متزايد**

من نص المسألة لأنه يقول يزداد الحقل أو يزداد التيار أو تقريب قطب مغناطيسي أو ε سالبة $\varepsilon < 0 \Leftarrow \Delta\emptyset > 0$ موجب

B محرض و'B متحرض على حامل واحد وبجهتين متعاكستين

b. الحقل المتحرض **يوافق** الحقل المحرض لأنه **متناقص**

يتناقص الحقل أو يتناقص التيار أو إبعاد قطب مغناطيسي

موجبة $\varepsilon > 0 \Leftarrow \Delta\emptyset < 0$ محرض متناقص

B محرض و'B متحرض على حامل واحد وبجهة واحدة

- تقريب قطب مغناطيسي من وجه ملف يعطي قطب مشابه
- تبعيد قطب مغناطيسي من وجه ملف يعطي قطب مخالف

4. القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية المتناوبة الجيبية:

$$\varepsilon = \varepsilon_{max} sin\omega t$$

- القوة المحركة **العظمى**: $\varepsilon_{max} = NBS\omega$
- تابع التيار المتحرض:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{max} sin\omega t}{R}$$

- كمية الكهرباء المتحرضة Δq:

$$\Delta q = i\Delta t \qquad (C)(\text{واحدته كولوم})$$

5. التحريض الذاتي:

- عدد الطبقات = $\frac{\text{عدد اللفات الكلية}}{\text{عدد اللفات الطبقة الواحدة}}$
- لحساب عدد اللفات في طبقة واحدة:

$$N' = \frac{\ell}{2r'} = \frac{\text{طول}}{\text{قطر السلك}}$$

- **لحساب عدد اللفات الكلي:**

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r} = \frac{\text{طول سلكها}}{2\pi r}$$

- **وجود نواة حديدية عامل إنفاذها μ:**

$$\mu = \frac{B_t}{B} = \frac{\text{حقل مع نواة}}{\text{حقل بدون نواة}}$$

- **ذاتية الوشيعة:**

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell}$$

$$L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}$$

6. القوة المحركة الكهربائية المتحرضة الذاتية:

$$\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$$

$$\frac{di}{dt} = (i)'_t$$

- **مثال:** $i = 5-2t$

$$\Rightarrow (i)'_t = -2$$

احسب شدة التيار في اللحظة t=0:

$$i = 5 - 0 = 5A$$

7. التدفق المغناطيسي الذاتي:

$$\emptyset = Li$$

- تغير التدفق:

$$\Delta\emptyset = L(i_2 - i_1)$$

8. الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة:

$$E_l = \frac{1}{2}Li^2$$

$$E_l = \frac{1}{2}\emptyset i$$

المسألة الأولى:

إطار مربع الشكل مساحة سطحه $16cm^2$ مؤلف من 100 لفة متماثلة من سلك نحاسي معزول رفيع مقاومته 4Ω المطلوب:

A. نعلق الإطار من منتصف أحد أضلاعه بسلك شاقولي عديم الفتل ضمن حقل مغناطيسي أفقي منتظم خطوطه توازي مستوي الإطار شدته 5×10^{-2} T نمرر في الإطار تياراً كهربائياً شدته 0.5A والمطلوب:
1. احسب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة على كل من الضلعين الشاقوليين للإطار.
2. احسب عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار لحظة إمرار التيار
3. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية عندما يدور الإطار ليصبح في حالة توازن مستقر
4. نقطع التيار السابق عن الإطار وهو في حالة التوازن المستقر ونصل طرفيه بمقياس غلفاني ثم نديره حول محوره الشاقولي زاوية مقدارها $\frac{\pi}{2} rad$ خلال 0.5s فما دلالة المقياسي عندئذ ؟

B. ندير الإطار حول محور شاقولي مار من مركزه ومن ضلعين أفقيين متقابلين بحركة دائرية منتظمة تقابل $\frac{10}{\pi} Hz$ ضمن الحقل المغناطيسي السابق حيث تكون خطوطه ناظمية على سطح الإطار قبل الدوران ، والمطلوب:
1. اكتب التابع الزمني للقوة المحركة الكهربائية المتحرضة الآنية الناشئة في الإطار
2. عين اللحظتين الأولى والثانية التي تكون فيها قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة الآنية الناشئة معدومة.
3. اكتب التابع الزمني للتيار الكهربائي المتحرض اللحظي الماز في الإطار.

المسألة الثانية:

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$m وعدد لفاتها 200 لفة ومساحة مقطعها $20cm^2$ حيث المقاومة الكلية لدارتها المغلقة5Ω:

1. نضع الوشيعة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي ثابت المنحى وجهة خطوطه توازي محور الوشيعة ، نزيد شدة هذا الحقل بانتظام خلال 0.5s من 0.04T إلى 0.06T
   a. حدّد على الرسم جهة كل من الحقلين المغناطيسيين المحرّض والمتحرّض في الوشيعة وعين جهة التيار المتحرض
   b. احسب القيمة الجبرية لشدة التيار الكهربائي المتحرّض المار في الوشيعة
   c. احسب ذاتية الوشيعة.
2. نزيل الحقل المغناطيسي السابق ثمَّ نمرّر في الوشيعة تياراً كهربائياً شدته اللحظية $\bar{\imath} = 6 + 2t$
   a. احسب القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية الذاتية في الوشيعة
   b. احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي لحقل الوشيعة في اللحظتين $t_1 = 0, t_2 = 1s$
   c. نمرر في سلك الوشيعة تياراً كهربائياً متواصلاً شدّته 10A بدل التيار السابق. احسب الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الوشيعة.
   (يهمل تأثير الحقل المغناطيسي الأرضي)

المسألة الثالثة:

وشيعة طولها $\frac{2\pi}{5}$ m وعدد لفاتها 1000 لفة نصف قطر مقطعها 2cm ومقاومة دارتها الكهربائية المغلقة5Ω مؤلفة من سلك نحاسي معزول قطر مقطعه $\frac{\pi}{500}$ m المطلوب:

1. احسب طول سلك الوشيعة واحسب عدد الطبقات.
2. احسب ذاتية الوشيعة.
3. تعلّق الوشيعة من منتصفها بسلك شاقولي عديم الفتل ونجعل محورها أفقياً عمودياً على خطوط حقل مغناطيسي منتظم أفقي شدّته 10^{-2}T ونمرّر فيها تياراً كهربائياً شدته 4A المطلوب:
   a. احسب قيمة عزم المزدوجة الكهرطيسية عندما تكون قد دارت بزاوية 60^0.
   b. احسب عمل المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الوشيعة من لحظة مرور التيار حتى اللحظة التي تكون فيها قد دارت بزاوية 30^0.
4. نقطع التيار السابق عن الوشيعة وهي في وضع التّوازن المستقر ثم ندير ها حول السلك الشاقولي خلال 0.5s ليصبح محورها عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي المطلوب:
   a. احسب شدة التيار المتحرّض المتولد في الوشيعة.
   b. احسب كمية الكهرباء المتحرّضة خلال الزمن السابق.
5. نعيد الوشيعة إلى وضع التوازن المستقر ثم ندخل بداخلها نواة حديدية عامل نفاذيتها المغناطيسي 50 احسب شدة الحقل المغناطيسي داخل النواة الحديدية، واحسب قيمة التدفق المغناطيسي داخل الوشيعة.

المسألة الرابعة:

سكتان نحاسيتان متوازيتان. تميل كل منهما على الأفق بزاوية 45 تستند إليهما ساق نحاسية طولها 40cm تخضع بكاملها لتأثير حقل مغناطيسي منتظم شاقولي شدّته 0.8T تعلق الدارة ثم تترك لتنزلق دون احتكاك بسرعة ثابتة ، قيمتها $2m.s^{-1}$ ،والمطلوب:

1. استنتج العلاقة المحددة للمقاومة الكلية للدارة ، ثم احسب قيمتها إذا كانت شدة التيار المتحرض المتولد فيها $\sqrt{2}A$
2. استنتج العلاقة المحددة لكتلة الساق،ثم احسب قيمتها

الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

1. الدور والواتر:

- الدور: $T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$
- التواتر: $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$

2. المكثفة:

- شحنة المكثفة: $q = cu$ (كولوم C)
- فرق الكمون: $u = \frac{q}{c}$ (فولط V)
- سعة المكثفة: $c = \frac{q}{u}$ (فاراد F)

في اللحظة t=0 تكون سعة المكثفة عظمى:

$q = q_{max}$ ، $U = U_{max}$

3. الطاقة:

- الطاقة المخزنة في المكثفة: $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{c}$
- الطاقة المخزنة في الوشيعة: $E_L = \frac{1}{2}Li^2$
- الطاقة الكية للدارة المهتزة: $E = E_c + E_L$

$E = \frac{1}{2}\frac{q^2{}_{max}}{c}$ ، $E = \frac{1}{2}LI^2{}_{max}$

4. الوشيعة: (الذاتية) $L = 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N^2 S}{\ell}$

- عدد اللفات: $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$
- عدد اللفات في الطبقة الواحدة: $N' = \frac{\ell}{2r'}$

5. تابع الشحنة: $q = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

6. تابع الشدة: $i = \omega_0 q_{max}\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$

الشدة **العظمى** $I_{max} = \omega_0 q_{max}$

7. طول موجة الاهتزاز: $\lambda = \frac{v}{f}$

8. النبض الخاص: $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{1}{\sqrt{Lc}} = 2\pi f_0$

المسألة الأولى:

تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C والقيمة العظمى لشحنتها $q_{max} = 10^{-6}C$ ، ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L = 10^{-5}H$ فيكون النبض الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة فيها $10^5 rad.s^{-1}$ المطلوب حساب:

1. الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة فيها
2. سعة المكثفة
3. شدة التيار الأعظمي I_{max} المار في الدارة.

المسألة الثانية:

نطبق بين لبوسي مكثفة سعتها $C = 10^{-6}F$ فرقاً في الكمون U_{max} فتشحن بشحنة عظمى $q_{max} = 10^{-4}C$ ثم نصلها في اللحظة t = 0 مع وشيعة مهملة المقاومة مهملة ذاتيتها $L = 10^{-2}H$ لتتكون دارة مهتزة. المطلوب حساب:

1. فرق الكمون المطبق بين لبوسي المكثفة U_{max}
2. الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة المارة في هذه الدارة.
3. شدة التيار الأعظمي I_{max} المار في هذه الدارة، واكتب التابع الزمني لشدته اللحظية

المسألة الثالثة:

نشحن مكثفة سعتها $C = 10^{-12}F$ بتوتر كهربائي $U_{max} = 10^3 V$ ، ثم نصلها في اللحظة t = 0 بين طرفي وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L = 10^{-3}H$ لتتكون دارة مهتزة. المطلوب:

1. احسب القيمة العظمى لشحن المكثفة.
2. احسب التواتر الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرّة المارة في هذه الدارة.
3. اكتب التابع الزمني للشدة اللحظية للتيار في هذه الدارة ($\pi^2 = 10$)

المسألة الرابعة:

احسب طول موجة اهتزازسرعة انتشاره $3 \times 10^8 m.s^{-1}$ الذي تحققه دارة مهتزة مؤلفة من:

- وشيعة قطرها 2cm وقطر سلكها 2mm وعدد لفاتها 50
- مكثفة شحنة كل من لبوسها 5nC وفرق الكمون بين لبوسيها 50v

المسألة الخامسة:

نشحن مكثفة سعتها $C = 1\mu F$ تحت توتر كهربائي U=100V ثم تصلها في اللحظة t = 0 بين طرفي وشيعة ذاتيتها $L = 10^{-3}H$ ومقاومتها مهملة المطلوب حساب:

1. الشحنة الكهربائية للمُكثفة والطاقة الكهربائية المختزنة فيها عند اللحظة t = 0
2. تواتر الاهتزازات الكهربائية المارة فيها.
3. شدة التيار الأعظمي المار في الدارة ، ثم اكتب التابع الزمني للشدة اللحظية فيها.

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_1} + I^2_{eff_2} + 2I_{eff_1}I_{eff_2}cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

وشيعة ذات المقاومة		وشيعة مهملة المقاومة		المكثفة		المقاومة الصرفة	
الممانعة $Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$		الردية $X_L = L\omega$		الاتساعية $X_C = \frac{1}{\omega C}$		الممانعة $X_R = R$	
تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل	تفرع	تسلسل
حادة سالبة	حادة موجبة	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	$\varphi = 0$	

التيار المتناوب الجيبي

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

الممانعة الكلية في الدارة:

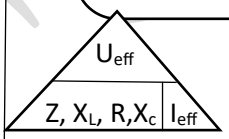
تحوي(مقاومة صرفة R، وشيعة L مقاومتها r، مكثفة C)

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + (X_L - X_C)^2}$$

يمكن حساب Z من إحدى قوانين الجذر..
حسب محتويات الدارة .. وذلك بعد حذف الرموز الغير موجودة في الدارة

يمكن استخدام **المثلث** للدارة بشكل عام..

أو لأي جزء من أجزاء الدارة بشكل مستقل



الاستطاعة المتوسطة المستهلكة	
على **التسلسل** (وفي أجزاء الدارة)	على **التفرع**
$P_{avg} = I_{eff}U_{eff}\cos\bar{\varphi}$	$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} + \cdots$
$P_{avg} = RI^2_{eff}$(للمقاومة حرارياً)	

عامل الاستطاعة	
على **التسلسل** (وفي أجزاء الدارة)	على **التفرع**
$\cos\bar{\varphi} = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}} = \frac{R}{Z}$	$\cos\bar{\varphi} = \frac{P_{avg}}{I_{eff}U_{eff}}$
	أو من المجموع الشعاعي لشدات التيار المنتجة

المقاومة الداخلية للوشيعة r		
تيار متواصل $r = \frac{u}{i}$	من قانون الجذر $Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$	من عامل الاستطاعة $cos\varphi = \frac{r}{Z_L}$

ذاتية الوشيعة L		
$L = 4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$	الوشيعة **مهملة** المقاومة	الوشيعة **ذات** مقاومة
	من $X_L = L\omega$	$Z_L = \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}$

شدة التيار المنتجة I_{eff}	التوتر المنتج U_{eff}
$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$
ويمكن حسابهما من المثلث	
$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2}$	$U_{max} = U_{eff}\sqrt{2}$

التابع الزمني للتيار	التابع الزمني للتوتر
$i = I_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$	$\bar{u} = U_{max}\cos(\omega t + \bar{\varphi})$
في الوصل على التسلسل	**في الوصل على التفرع**
I ثابتة $(\varphi = 0)$	U مجموع	U ثابتة $(\varphi = 0)$	I مجموع

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}}$$

خصائص التجاوب الكهربائي (الطنين) في الوصل على التسلسل	
الممانعة **أصغر** ما يمكن	$Z = R$
شدة التيار المنتجة أكبر ما يمكن	$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$
الاتساعية = الردية	$X_L = X_C \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C}$ حيث C السعة المكافئة لجملة السعات
التوتر على توافق بالطور مع الشدة	$\varphi = 0$
الاستطاعة المتوسطة المستهلكة أكبر ما يمكن	$P_{avg} = I'_{eff} U_{eff} \cos\bar{\varphi}$
عامل الاستطاعة يساوي الواحد	$cos\varphi = 1$

- **لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة بعد حدوث التجاوب**
نأخذ بعين الاعتبار أن I_{eff} (تغيرت) وأن U_{eff} (لم تتغير) و $cos\varphi = 1$

- التجاوب الكهربائي يحدث عادة بعد إضافة جهاز إلى الدارة الموصولة على التسلسل

- عند إضافة جهاز إذا بقيت الشدة المنتجة للتيار نفسها عندئذ: نستخدم (بعد الإضافة) $Z = Z'$ (قبل الإضافة)

- في الوصل على التفرع إذا أصبحت شدة التيار على وفاق بالطور مع فرق الكمون عندئذ نستخدم إنشاء فرينل في إيجاد المطلوب...

- "جهاز ذاتيته مهملة" ⇐ "مقاومة صرفة"

- "جهاز ذاتيته صرفة " ⇐ "وشيعة مقاومتها مهملة"

- "الوصل بين طرفي جهاز" ⇐ "الوصل على التفرع"

- إذا غمسنا مقاومة في **مسعر** يحوي ماء.. أو إذا كان مردود التسخين 100% تطبق مبدأ مصونية الطاقة:
كمية الحرارة التي يأخذها الماء = الطاقة الحرارية التي تقدمها المقاومة

$$P_{avg}.t = m.c_0.\Delta t \Rightarrow I_{eff}U_{eff}\cos\bar{\varphi}.t = m.c_0.\Delta t$$

تذكرة **مكثفات**		
نوع الضم	تسلسل	تفرع
السعة المكافئة	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots$	$C_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots$
المكثفات متماثلة	$C_{eq} = \frac{C_1}{n}$	$C_{eq} = nC_1$
لتحديد طريقة الضم	$C_{eq} < C_1$	$C_{eq} > C_1$
إذا كان البسط نفسه فالكسر صاحب المقام الأكبر هو الكسر الأصغر		

المسألة الأولى:
يعطى تابع التوتر اللحظي بين طرفي مأخذ بالعلاقة $\bar{u} = 180\sqrt{2}\cos 100\pi t$ المطلوب:

1. احسب التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار.
2. نضع بين طرفي المأخذ مصباحاً كهربائياً ذاتيتُه مُهملة فيمر تيار شدته المنتجة 9A احسب قيمة المقاومة أومية للمصباح ، واكتب تابع الشِدَّةِ اللحظية المارة فيها.
3. نصل بين طرفي المصباح في الدارة السابقة وشيعة عامل استطاعتها $\frac{1}{2}$ فيمر في الوشيعة تيار شدّته المنتجة 15A احسب ممانعة الوشيعة والاستطاعة المستهلكة فيها، ثم اكتب تابع الشدة اللحظية المارة فيها.
4. احسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل.
5. احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين وعامل استطاعة الدارة
6. احسب سعة المكثّفة الواجب ربطها على التفرُّع بين طرفي المأخذ لتصبح شدة التيار الأصلية الجديدة على وفاق بالطُّور معَ التَّوتُّر المطبق عندما تعمل الفروع الثلاثة معاً.

المسألة الثانية:
مأخذ لتيار متناوب جيبي التوتر اللحظي بين طرفيه $\bar{u} = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t$:

A. نصل طرق المأخذ بدارة تحوي على التسلسل مقاومة صرف 30Ω ووشيعة مقاومتها مهملة ذاتيتها $\frac{2}{5\pi}H$
والمطلوب حساب:
1. التوتر المنتج بين طرفي المأخذ 2. ردية الوشيعة
3. الممانعة الكلية للدارة
4. الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة
5. عامل استطاعة الدارة والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها

B. نضيف إلى الدارة السابقة مكثفة مناسبة سعتها C تجعل الشدة في الدارة على توافق مع التوتر المطبق، والمطلوب حساب:

1. الشدة المنتجة للتيار في هذه الحالة
2. حساب سعة المكثفة المضافة
3. إذا كانت المكثفة السابقة مؤلفة من ضم مجموعة من المكثفات المتماثلة لكل منها سعة $\frac{1}{4\pi} \times 10^{-4} F$

حدد طريقة ضم هذه المكثفات، ثم احسب عددها.

المسألة الثالثة:

مأخذ تيار متناوب جيبي التوتر المنتج بين طرفيه 50v وتواتره 50Hz نصل بين طرفي المأخذ بدارة كهربائية تحوي على التسلسل مقاومة صرف R ومكثفة اتساعيتها 20Ω فإذا علمت أن التوتر المنتج بين طرفي المقاومة 30v، والمطلوب:

1. احسب التوتر المنتج بين لبوسي المكثفة باستخدام إنشاء فرينل
2. احسب الشدة المنتجة للتيار في الدارة
3. احسب قيمة المقاومة R
4. احسب الاستطاعة الكهربائية المتوسطة المستهلكة في الدارة.
5. نضيف على التسلسل إلى الدارة السابقة وشيعة مناسبة مقاومتها مهملة فتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها، احسب قيمة ذاتية هذه الوشيعة

المسألة الرابعة:

نضع بين طرفي مأخذ لتيار متناوب توتره المنتج ثابت، مقاومة صرفة R موصولة على التسلسل مع وشيعة مقاومتها الأومية "R وردیتها 30Ω عامل استطاعتها 0.8 فيمر تيار شدّته اللحظية تعطى بالعلاقة

$\bar{\imath} = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (A) المطلوب:

1. احسب القيمة للشدة المنتجة للتيار وتواتره.
2. احسب كلاً من المقاومة الأومية للوشيعة R وممانعتها
3. إذا علمت أن فرق الكمون المنتج بين طرفي المقاومة يساوي نصف فرق الكمون المنتج بين طرفي الوشيعة، فاحسب كل من:
   a. المقاومة الصرفة.
   b. الاستطاعة المستهلكة فيها.
   c. الاستطاعة المستهلكة في الدارة.
4. نضيف بين طرفي المأخذ السابق على التسلسل مع المقاومة R والوشيعة مكثفة سعتها C فتبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها، احسب قيمة سعة هذه المكثفة.
5. نضيف إلى المكلفة C في الدارة السابقة مكلفة C' تجعل الشدة على توافق بالطور مع التوتر المطبق احسب السعة المكافئة للمكتفتين وحدد طريقة الضم واحسب سعة المكلفة المضافة C'.

المسألة الخامسة:

يغذي تيار متناوب جيبي يعطى توتره اللحظي بالعلاقة $\bar{u} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ الجهازين الآتيين المربوطين فيما بينهما على التفرع

a. جهاز تسخين كهربائي ذاتيته مهملة يرفع درجة حرارة 1Kg من الماء من الدرجة 0 C° إلى الدرجة 72 C° خلال 7min بمردود تسخين 100%.

b. محرك استطاعته 600watt وعامل استطاعته $\frac{1}{2}$ فيه التيار متأخر بالطور عن التوتر. المطلوب:

1. احسب الشدّة المنتجة للتيار في كل من الفرعين واكتب تابع الشدة اللحظية في كل منهما.
2. احسب الشدة المنتجة الكلية باستخدام إنشاء فرينل ، واحسب عامل استطاعة الدارة.
3. احسب سعة المكثفة التي إذا ضمت أيضاً على التفرع في الدارة جعلت الشدة الكلية متفقة بالطور مع فرق الكمون المطبق عندما تعمل الأجهزة جميعاً، واحسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأصلية عندئذ.
4. نستعمل التوتر السابق لتغذية دارة تتألف من فرعين يحوي أحدهما المكثفة السابقة ويحوي الآخر وشيعة مهملة المقاومة احسب ردية الوشيعة التي تنعدم من أجلها شدة التيار في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل.

(الحرارة الكتلية للماء $C_0 = 4200\ J.kg^{-1}.C^{-1}$)

هانت

المحولة الكهربائية

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

1. نسبة التحويل:

$$\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} = \frac{N_s}{N_p}$$

2. المردود:

$$\eta = 1 - R\frac{I_{eff}}{U_{eff}}$$

- رافعة للتوتر خافضة للشدة:

$$N_s > N_p \Rightarrow U_{eff_s} > U_{eff_p} \Rightarrow I_{eff_p} > I_{eff_s}$$

- خافضة للتوتر رافعة للشدة:

$$N_s < N_p \Rightarrow U_{eff_s} < U_{eff_p} \Rightarrow I_{eff_p} < I_{eff_s}$$

(ملاحظة ليست أصغر من الصفر)

$$\mu < 1$$

3. نحسب **الشدة المنتجة** أو **التوتر المنتج**:

من إحدى الخطوات الآتية:

- من نسبة التحويل.
- من الاستطاعة المتوسطة المستهلكة.
- من إحدى القوانين المناسبة التي مرت معنا في درس التيار المتناوب.

4. الاستطاعة الضائعة حرارياً:

$$P' = R\, I_{eff_s}{}^2$$

- إذا غمسنا مقاومة في **مسعر** يحوي ماء.. نطبق مبدأ مصونية الطاقة:

كمية الحرارة التي يأخذها الماء = الطاقة الحرارية التي تقدمها المقاومة

$$P_s.t = m.c_0.\Delta t \quad \Rightarrow \quad RI_{eff_s}{}^2.t = m.c_0.\Delta t$$

$$\Rightarrow \frac{U_{eff_s}{}^2}{R}.t = m.c_0.\Delta t$$

المسألة الأولى:

A. محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 2$ ، والشدة المنتجة في دارتها الثانوية $I_{eff_s} = 5A$ والتوتر اللحظي بين طرفي الثانوية يُعطى وفق التابع:
$\overline{u_s} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$، والمطلوب:
1. هل المحولة رافعة للتوتر أم خافضة له؟
2. احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي الدارة الثانوية وتواتر التيار
3. احسب قيمة الشدة المنتجة في الدارة الأولية

B. نربط بين طرفي الدارة الثانوية فرعين الأول يحوي مقاومة R ويمر فيه تيار شدته المنتجة $I_{eff_s} = 4A$ والفرع الثاني يحوي مكثفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi}F$ والمطلوب حساب:
1. قيمة المقاومة في الفرع الأول، والاستطاعة المتوسطة المستهلكة فيها
2. قيمة اتساعية المكثفة.
3. قيمة الشدة المنتجة المارة في فرع المكثفة باستخدام إنشاء فرينل واكتب التابع الزمني للشدة اللحظية في هذا الفرع.

المسألة الثانية:

بلغ عدد لفات الدارة الأولية لمحولة كهربائية N_p= 250 لفة وعدد لفات دارتها الثانوية N_s= 750 لفة والتوتر اللحظي بين طرفي دارتها الثانوية يعطى بالمعادلة $\overline{u_s} = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$، والمطلوب:

1. احسب نسبة التحويل، وحدد نوع المحولة إن كانت رافعة للتوتر أم خافضة له؟
2. احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي الثانوية.
3. نصل طرفي الثانوية بمقاومة صرفة فيمر بها تيار شدته $I_{eff_s} = 4A$ احسب قيمة المقاومة R والشدة المنتجة في الدارة الأولية I_{eff_p}.
4. نصل بين طرفي الثانوية فرع ثاني يحوي وشيعة مهملة المقاومة ، فتصبح الشدة المنتجة الكلية في الدارة الثانوية $I_{eff_s} = 5A$، احسب الشدة المنتجة للتيار المار في فرع الوشيعة I_{eff_L} باستخدام إنشاء فرينل ، ثم اكتب تابع الشدة اللحظية للتيار المار في فرع الوشيعة.
5. احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين ، وعامل استطاعة الدارة.

المسألة الثالثة:

يبلغ عدد لفات أولية محولة 3750 لفة وعدد لفات ثانويتها 125 لفة تطبق بين طرفي الأولية توتراً منتجاً U_{eff_p} = 3000v وتربط بين طرفي الثانوية دارة تحوي على التفرع:

- مقاومة صرف الاستطاعة المستهلكة فيها $P_{avg} = 1000w$
- وشيعة لها مقاومة أومية ، الاستطاعة المستهلكة فيا $P_{avg} = 1000w$ يمر فيها تيار يتأخرُ بالطور عن التوتر المطبق بمقدار $\frac{\pi}{3}rad$ احسب:

1. قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في المقاومة.
2. قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الوشيعة.
3. قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في ثانوية المحولة.
4. الشدَّة المنتجة للتيار المار في الدارة الأولية للمحولة.

الأمواج المستقرة العرضية

❖ الملاحظات والأفكار والقوانين اللازمة لحل المسائل:

1. النهاية المقيدة:

- في الانعكاس على **نهاية مقيدة** تكون جهة الإشارة المنعكسة **تعاكس** جهة الإشارة الواردة فيكون **فرق الطور**

$\varphi' = \pi\ rad$

- معادلة مطال نقطة n من وتر خاضع لتأثير موجتين واردة ومنعكسة معاً

$\overline{Y_n}(t) = Y_{max/n} sin\omega t$

حيث أن سعة اهتزاز النقطة n

$Y_{max/n} = 2Y_{max}\left|sin\frac{2\pi\bar{x}}{\lambda}\right|$

- معادلة أبعاد عقد الاهتزاز N:

$x = n\frac{\lambda}{2} \quad ; n = 0,1,2,\dots$

- معادلة أبعاد عقد الاهتزاز A:

$x = (2n+1)\frac{\lambda}{4} \quad ; n = 0,1,2,\dots$

المسافة بين			
بطنين متتاليين	متشابهين	**بطن وعقدة** متتاليين	مختلفين
عقدتين متتاليين		**عقدة وبطن** متتاليين	
نقطتين لهما **نفس الحالة الاهتزازية**		$\frac{\lambda}{4}$	
$\frac{\lambda}{2}$			

طول الوتر	$L = n\frac{\lambda}{2}$
عدد المغازل	$n = \frac{2L}{\lambda}$

طول الموجة	$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{v}{f}$
التواترات	$L = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \frac{nv}{2L}$ حيث n=1,2,3,... عدد المغازل وتسمى **المدروجات** (الأساسي n=1)

- عدد أطوال الموجة = طول الوتر ÷ طول الموجة = $\frac{L}{\lambda}$
- عند تغيير عدد المغازل n يتغير طول الموجة λ فنحسبه من جديد..

سرعة الانتشار	
$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ حيث الكتلة الخطية $\mu = \frac{m}{L} = \rho\pi r^2$	$v = \lambda . f$

- لا تتغير الكتلة الخطية μ بتغير طول الوتر L

قوة الشد	
$F_T = \mu v^2$	$f = \frac{n}{2L}.v = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$ نربع ثم نعزل F_T

- لحساب كتلة الوتر m من F_T بتعويض μ ثم عزل m..

2. النهاية الطليقة:

- في الانعكاس على **نهاية طليقة** تكون جهة الإشارة المنعكسة **توافق** جهة الإشارة الواردة فيكون **فرق الطور**

$\varphi' = 0\ rad$

طول الوتر	$L = (2n-1)\frac{\lambda}{4}$
طول الموجة	$\lambda = \frac{4L}{2n-1} = \frac{v}{f}$

التواترات الخاصة	$L=(2n-1)\frac{v}{4f} \Rightarrow f=(2n-1)\frac{v}{4L}$ حيث n=1,2,3,... عدد المغازل وتسمى **المدروجات** (الأساسي n=1)

المسألة الأولى:

وتر مشدود كتلته 16g يهتز بالتجاوب بوساطة رنانة كهربائية تواترها 50Hz بحيث يتشكل فيه أربعة مغازل ، فإذا علمت أن سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر $20m.s^{-1}$ المطلوب حساب:

1. طول موجة الاهتزاز.
2. طول الوتر.
3. مقدار قوة الشد المطبقة على الوتر.

المسألة الثانية:

خيط مرن أفقي طوله 1m قطر مقطعه 0.4mm وكثافة مادته $8gcm^{-3}$ نربط أحد طرفيه برنّانة كهربائية شعبتاها أفقيّتان تواترها 50Hz ونشد الخيط على محزّ بكرة بثقل مناسب لتكون نهايته مقيَّدة ، فإذا علمت أنّ طول الموجة المتكوّنة 40cm، والمطلوب:

1. ما عدد المغازل المتكونة على طول الخيط؟
2. احسب السعة بنقطة تبعد 20cm عن النهاية المقيَّدة للخيط إذا كانت سعة اهتزاز المنبع 1cm.
3. احسب الكتلة الخطّيّة للخيط، واحسب قوة شدّ هذا الخيط،وسرعة انتشار الاهتزاز فيه.
4. احسب قوَّة شدّ الخيط التي تجعله يهتز بمغزلين ، وحدّد أبعاد العقد والبطون عن النهاية المقيَّدة في هذه الحالة.
5. نجعل طول الوتر نصف ما كان عليه. هل تتغيّر كتلته الخطّيّة باعتبار أنه متجانس.

المسألة الثالثة:

احسب تواتُرَ الصَّوت الأساسي لوتر مشدود طوله 0.7m وكتلته 7g شُدَّ بقوَّةٍ قدرها 49N.

المسألة الرابعة:

وتر طوله L = 1.5m ، وكتلته m = 15g نجعله يهتز بالتجاوب بواسطة هزازة تواترها f=100Hz يتشكل فيه ثلاثة مغازل المطلوب حساب:

1. طول موجة الاهتزاز.
2. الكتلة الخطية للوتر.
3. سرعة انتشار الاهتزاز في الوتر
4. مقدار قوة الشد المطبقة على الوتر.
5. بعد أماكن عقد وبطون الاهتزاز عن نهايته المقيدة.

الأمواج المستقرة الطولية

الأعمدة الهوائية والمزامير	
عمود هوائي (أنبوب صوتي) **مفتوح** مزمار **متشابه** الطرفين	عمود هوائي (أنبوب صوتي) **مغلق** مزمار **مختلف** الطرفين
ذو **فم** نهايته **مفتوحة**	ذو **فم** نهايته **مغلقة**
طول العمود / المزمار $L=n\frac{\lambda}{2}$	$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$
التوترات $L=n\frac{v}{2f} \Rightarrow f=\frac{nv}{2L}$	التوترات $L=(2n-1)\frac{v}{4f}$ $\Rightarrow f=(2n-1)\frac{v}{4L}$
حيث n=1,2,3,... مدروجات الصوت (رتبة)(الرنين) (الأساسي n=1)	حيث 2n-1=1,3,5,... مدروجات الصوت (رتبة)(الرنين) (الأساسي 2n-1=1)
التواتر الأساسي $f_1=\frac{v}{2L} \Rightarrow f=n.f_1$	التواتر الأساسي $f_1=\frac{v}{4L} \Rightarrow f=n.f_1$

- في الأعمدة الهوائية المغلقة والمزامير مختلفة الطرفين لا يوجد مدروجات زوجية بل فردية فقط حيث نضع رقم المدروج مباشرة 2n-1
- إن **بطون الاهتزاز** هي **عقد للضغط** أما **عقد الاهتزاز** هي **بطون للضغط**

سرعة انتشار الصوت في الغازات	
$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ T(K)=T(°C)+273	$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{D_2}{D_1}}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$ حيث كثافة الغاز $D=\frac{M}{29}$ $M(H_2)=1\times2=2$, $M(O_2)=16\times2=32$

- تبقى **السرعة نفسها** إذا بقي **الغاز نفسه ودرجة الحرارة نفسها**
- عندما يكون الصوت **مواقتاً** لصوت آخر فيكون لهما **نفس التواتر**
- عندما يطلب منا حساب طول مزمار آخر فهذا يعني أن تكتب قانون طول المزمار الجديد 'L ثم نرى هل تغير كل من التواتر f والسرعة v... ثم نعوض...
- البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رنينين متعاقبين) $L = \frac{\lambda}{2}$
- في المزمار **مختلف** الطرفين n هو عدد العقد الكلي فإذا كتب في نفس المسألة **"يتشكل في داخله"** عندئذ **نزيد** على العدد المعطى **واحد**...
- نجعل مزمار ذي **فم متشابه** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مفتوحة**
- نجعل مزمار ذي **فم مختلف** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مغلقة**
- نجعل مزمار ذي **لسان متشابه** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مغلقة**
- نحمل مزمار ذي **لسان مختلف** الطرفين من الناحية الاهتزازية بجعل نهايته **مفتوحة**

المسألة الأولى:

مزمار ذو قم نهايته مفتوحة طوله 1m مملوء بالهواء يُصدر صوتاً أساسياً نواتره 150Hz في درجة حرارة مناسبة والمطلوب:

1. احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار.
2. طول مزمار آخر مختلف الطرفين تواتر صوته الأساسي مساو لتواتر الصوت السابق في درجة الحرارة نفسها.

المسألة الثانية:

مزمار دو فم نهايته مغلقة طوله L يحوي هواء في درجة حرارة معينة حيث سرعة انتشار الصوت $320m.s^{-1}$ وتواتر صوته الأساسي 160Hz. المطلوب حساب:

1. طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار.
2. طول المزمار.
3. طول مزمار آخر ذو فم نهايته مفتوحة تواتر صوته الأساسي مساو لتواتر الصوت البسيط السابق في شروط التجربة نفسها.

المسألة الثالثة:

مزمار دو لسان نهايته مغلقة يحوي الهيدروجين يُصدر صوتاً أساسياً تواتره 648Hz في درجة حرارة مناسبة حيث سرعة انتشار الصوت فيه $1296m.s^{-1}$ المطلوب:

1. احسب طول الموجة المتكونة.
2. احسب طول المزمار.
3. نستبدل بغاز الهيدروجين في المزمار غاز الأكسجين في درجة الحرارة نفسها ، احسب سرعة انتشار الصوت في غاز الأكسجين ، ثم احسب تواتر الصوت الأساسي الذي يصدره هذا المزمار في هذه الحالة (علماً أن: O:16 ، H:1)

المسألة الرابعة:

استعملت رنانة تواترها 445Hz فوق عمود هوائي مفتوح طوله 5m لتحديد سرعة انتشار الصوت في غاز الهيليوم فإذا كان البعد بين صوتين شديدين متتاليين (رئيتين متعاقبين)1m

1. احسب سرعة انتشار الصوت في غاز الهيليوم.
2. إذا تكونت داخل العمود عقدة واحدة فقط في منتصفه في الدرجة نفسها من الحرارة، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ.

المسألة الخامسة:

مزمار ذو فم نهايته مفتوحة طوله L = 3.4m مملوء بالهواء يصدر صوتاً تواتره f = 1000Hz حيث سرعة انتشار الصوت في هواء المزمار $v=340m.s^{-1}$ في درجة حرارة التجربة:

1. احسب عدد أطوال الموجة التي يحويها المزمار.
2. إذا تكونت داخله عقدة واحدة فقط في منتصف المزمار في الدرجة نفسها من الحرارة، فاحسب تواتر الصوت البسيط عندئذ.
3. إذا كانت سرعة انتشار الصوت في الهواء $v=331m.s^{-1}$ في الدرجة 0° C، فاحسب درجة حرارة التجربة.

المسألة السادسة:

يصدر مزمار ذو فم نهايته مفتوحة صوتاً بإمرار هواء بدرجة t = 15 ° C ، فيتكون داخله عقدتان للاهتزاز البعد بينهما 50cm المطلوب:

1. طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار.
2. طول المزمار.
3. تواتر الصوت البسيط الصادرعن المزمار.
4. طول مزمار آخر ذي فم نهايته مغلقة يعطي في الدرجة t = 15 ° C صوتاً أساسياً مواقتاً للصوت الصادر عن المزمار السابق (سرعة انتشار الصوت في الهواء بالدرجة t = 0° C تساوي $v=331m.s^{-1}$)