حلول كتاب الفيزياء والكيمياء

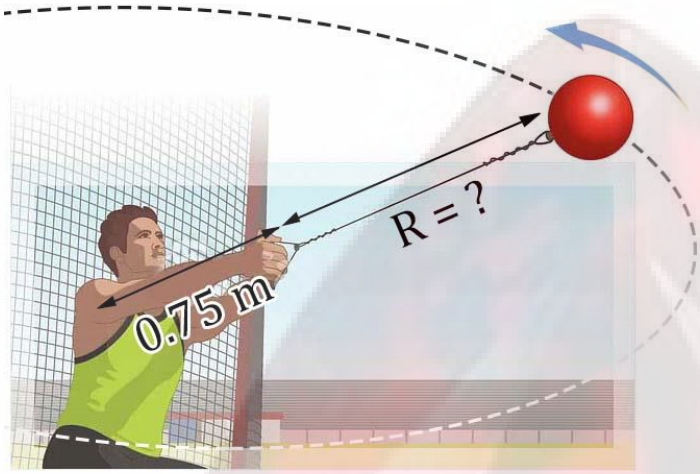
للثالث الثانوي الصناعي

الدرس الأول الحركة الدائرية

أختبر نفسي: صفحة 16 (نعتبر $4\pi = 12.5$)

أولاً:

اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:



1- تعتبر رياضة رمي المطرقة الحديدية إحدى ألعاب القوى ضمن المسابقات الأولمبية وهي كرة معدنية تتصل بحبل طوله R فإذا كانت سرعة الكرة لحظة انفلاتها من يد المتسابق $27.3 m.s^{-1}$ والسرعة الزاوية للمتسابق لحظة الدوران حول نفسه $14\ rad.s^{-1}$ فيكون طول الحبل حسب الشكل هو:

1.4m	D	1.3m	C	1.2m	B	1.1m	A

1- تستخدم الآلة الموضحة بالشكل كمنشار لقطع الحديد ويبلغ عدد دوراته 4800 دورة /الدقيقة فإذا كان قطر القرص 12cm فإنّ السرعة الخطية لنقطة تقع على محيط القرص تساوي:

$30\ m.s^{-1}$	A
$180\ m.s^{-1}$	B
$288\ m.s^{-1}$	C
$960\ m.s^{-1}$	D

2- تعمل آلة لقطع الأخشاب بواسطة محرك كهربائي، فعند وضعها قيد التشغيل تبدأ حركتها من السكون بحركة دائرية متغيرة بانتظام بتسارع زاوي ثابت $\alpha = 1.6\ rad.s^{-2}$ خلال زمن قدره 5s وبعدها تصبح حركتها دائرية منتظمة فإذا كان نصف قطر الدولاب 36cm فتكون السرعة الخطية للمنشار مساوية:

$0.576\ m.s^{-1}$	A
$2.88\ m.s^{-1}$	B
$1.8\ m.s^{-1}$	C
$1.44\ m.s^{-1}$	D

3- تقطع سيارة مسافة 420 m فإذا كان قطر كل إطار من إطارات السيارة يساوي 42cm فإنَّ عدد الدورات التي يدروها كل إطار أثناء قطع المسافة السابقة هو:

$\frac{1\times10^3}{\pi}$ دورة	D	$\frac{1.5\times10^2}{\pi}$ دورة	C	$\frac{1\times10^2}{\pi}$ دورة	B	$\frac{5\times10}{\pi}$ دورة	A

ثانياً: حل المسائل الآتية

المسألة الأولى:

يدور قرص صلب في حاسوب 7200 rpm (دورة/ دقيقة)، فإذا بدأ دوران القرص من السكون ليصل إلى أقصى سرعة خلال 1.5 s. **المطلوب حساب قيمة:**

1) التسارع الزاوي.
2) السرعة الزاوية للقرص.

الحل:

لدينا: تحويل من دورة بالدقيقة إلى دورة بالثانية أو(Hz): $f = \frac{7200}{60} = 120\,\text{Hz}$

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} = \frac{2\pi f - 0}{\Delta t} = \frac{2\pi \times 120}{1.5} = 500\,\text{rad.s}^{-2}$$

حساب السرعة الزاوية:

$$\omega = \alpha t + \omega_0$$

$$\omega = 500 \times 1.5 + 0 = 750\,\text{rad.s}^{-1}$$

المسألة الثانية:

يبدأ حوض غسالة آلية بالدوران من السكون ليصل إلى دوران أعظمي 1200 rpm وذلك بغية عملية تجفيف الملابس فإذا كان نصف قطر الحوض 22 cm ويستغرق الحوض زمنا قدره 10 s بدءاً من وضع السكون للوصول للدوران الأعظمي. **المطلوب حساب قيمة:**

1) السرعة الزاوية لدوران حوض عند الدوران الأعظمي.
2) التسارع الزاوي والتسارع المماسي للحوض.
3) السرعة الخطية لخروج الماء من ثقوب الحوض.

الحل:

- السرعة الزاوية للدوران العظمي: $\omega = 2\pi f$

$$\omega = 2\pi \times \frac{1200}{60} = 125\,\text{rad.s}^{-1}$$

- التسارع الزاوي: $\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t}$

$$\alpha = \frac{125 - 0}{10} = 12.5\ \text{rad.s}^{-1}$$

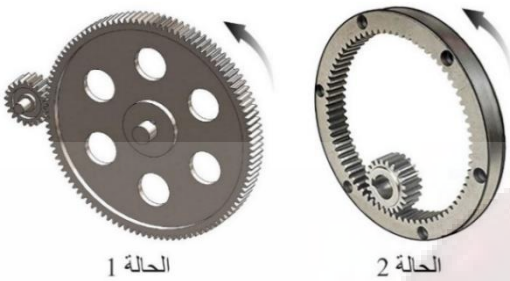
التسارع المماسي: $a_T = \alpha . R \Rightarrow a_T = 12.5 \times 22 \times 10^{-2} = 2.75\,\text{m.s}^{-2}$

$$v = \omega R = 125 \times 22 \times 10^{-2} = 27.5\,\text{m.s}^{-1}$$

المسألة الثالثة:

مسننان متماسّان كما في الشكل المرسوم جانباً حيث:

نصف قطر المسنن الكبير $r_2 = 10\,cm$ ونصف قطر المسنن الصغير $r_1 = 2.5\,cm$. **المطلوب:**



1- قارن بين شعاعي سرعتيهما الزاوية والخطية من حيث الجهة عندما يتحركان في كل من الحالتين:

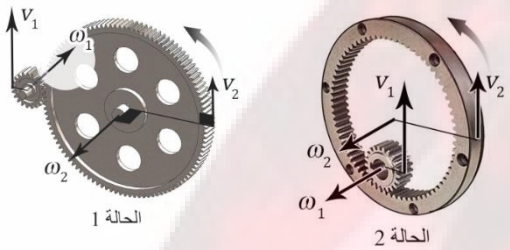
A) تماس خارجي (الحالة 1).

B) تماس داخلي. (الحالة 2)

2- يتصل المسنن الصغير في الرسم (1) بمحرك كهربائي فيدور بسرعة زاوية ثابتة تقابل $240\,rpm$. احسب قيمة السرعة الخطية للمسنن الكبير.

الحل:

-1



2- نستخدم القانون:

$$\frac{\text{محيط المسنن1}}{\text{محيط المسنن2}} = \frac{rpm_2}{rpm_1}$$

$$\frac{2\pi r_1}{2\pi r_2} = \frac{rpm_2}{rpm_1}$$

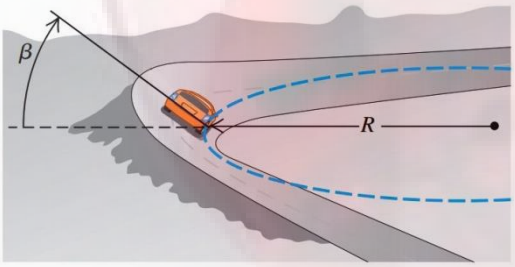
$$\frac{2.5}{10} = \frac{rpm_2}{240} \Rightarrow rpm_2 = 60 \ \frac{\text{دورة}}{\text{دقيقة1}}$$

$$f_2 = \frac{60}{60} = 1\,Hz$$

السرعة الخطية للمسنن الكبير:

$$v_2 = \omega_2 . r_2 = 2\pi f_2 . r_2 = 2\pi \times 1 \times 0.1 = 0.628\ m.s^{-1}$$

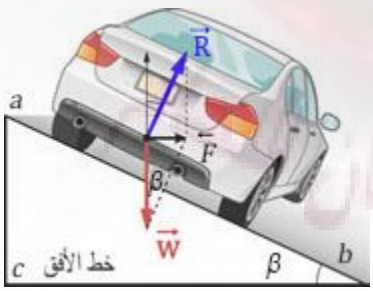
المسألة الرابعة:



تجتاز سيارة منعطفاً دائرياً نصف قطره $250\ m$ ويميل عن الأفق زاوية β فإذا كانت السرعة الخطية للسيارة ثابتة وتساوي $72\ km.h^{-1}$. **المطلوب** حساب:

1) ميل الطريق حتى لا تجنح خارج مسارها؟

2) ارتفاع الطرف الخارجي للطريق عن الأفق إذا كان عرض الطريق $4\,m$



الحل:1- يمكن إيجاد قيمة الزاوية:

ومن الشكل نجد:

$$tan\,\theta = \frac{F_C}{w} = \frac{m\,a_C}{m\,g} = \frac{v^2}{r\,g}$$

$$tan\,\theta = \frac{(20)^2}{250 \times 10} = \frac{400}{2500} = 0.16$$

2- بما أن الزاوية صغيرة $\tan\beta \approx \sin\beta \approx \beta$

$$\sin\beta = \frac{ac}{ab} \Rightarrow ac = ab\sin\beta = 4 \times 0.16 = 0.64\,m$$

الدرس الثاني التحريك الدوراني

اختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

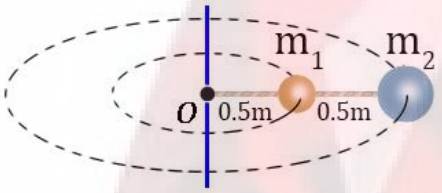
1- عزم عطالة ساق متجانسة كتلتها M وطولها L حول محور دوران يمر من طرفها العلوي حيث $I_{\Delta/C} = \frac{1}{12} M\ L^2$ يعطى بالعلاقة:

$\frac{1}{4}ML^2$	D	$\frac{1}{3}ML^2$	C	$\frac{1}{2}ML^2$	B	$\frac{1}{12}ML^2$	A

2- عزم عطالة قرص متجانس نصف قطره R وكتلته m حول محور دوران يمر من نقطة تقع على محيطه حيث $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2} m\ r^2$ يعطى بالعلاقة:

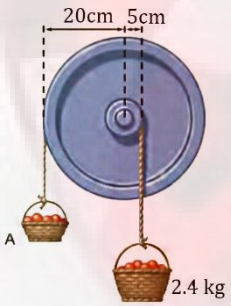
$\frac{1}{3} m\ r^2$	D	$\frac{3}{2} m\ r^2$	C	$\frac{1}{2} m\ r^2$	B	$\frac{2}{3} m\ r^2$	A

3- نربط كرة أولى كتلتها $m_1 = \frac{1}{4}$kg بخيط مهمل الكتلة طوله ℓ=0.5m إلى ساق تدور حول محور شاقولي بسرعة زاوية ثابتة في مستو أفقي ثم نربط بالكرة الأولى كرة ثانية كتلتها $m_2 = \frac{1}{2}$kg بخيط مماثل طوله ℓ=0.5m فإنّ عزم عطالة الجملة يساوي:



$\frac{6}{16}$ kg.m^2	D	$\frac{9}{16}$ kg.m^2	C	$\frac{8}{6}$ kg.m^2	B	$\frac{3}{4}$ kg.m^2	A

4- عُلِّقت سلتا فواكه بحبلين يمران على بكرتين قطراهما كما هو موضح بالشكل فاتزنتا فإن كتلة السلة A :



0.96 kg	D	1.2 kg	C	0.6 kg	B	0.9 kg	A

مسألة (1)

تتألف عجلة دراجة هوائية من حلقة معدنية كتلتها مع الإطار $m = 2\,\text{kg}$ ونصف قطرها $r = 0.3\ \text{m}$ وتحوي 36 سلك معدني كتلة كل سلك $M = 0.006\,\text{kg}$ وطوله $L = 0.3\ \text{m}$ علماً أن عزم عطالة الحلقة حول مركز عطالتها يعطى بالعلاقة $I_{\Delta/C} = m\,r^2$ وعزم عطالة كل سلك حول مركز عطالته يعطى بالعلاقة $I_{\Delta/C} = \frac{1}{12} m' L^2$. المطلوب: احسب عزم عطالة عجلة الدراجة.

الحل:

عزم عطالة العجلة: ملاحظة (لا ننسى تطبيق هايغنز على كل ساق أو سلك)

$$I_\Delta = m\,r^2 + 36(I'_\Delta + md^2)$$

$$I_\Delta = m\,r^2 + 36(\frac{1}{12} m'L^2 + m'(\frac{L}{2})^2)$$

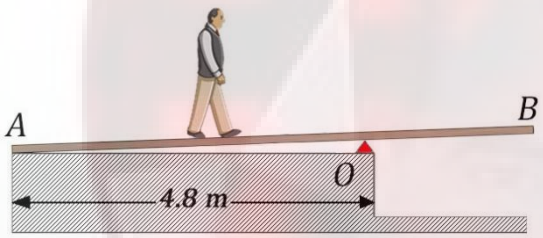
$$I_\Delta = m\,r^2 + 12m'L^2$$

بالتعويض:

$$I_\Delta = 2\times(0.3)^2 + 12\times 0.006\,(0.3)^2$$

$$I_\Delta = 0.18216\ \text{kg.m}^2$$

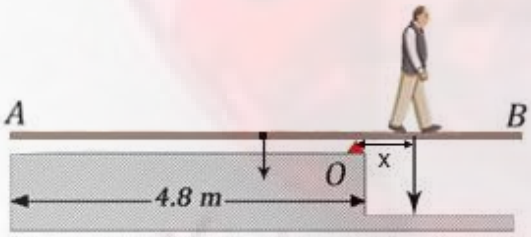
مسألة (2)



يبدأ شخص كتلته $m_1 = 60\ \text{kg}$ بالسير على لوح خشبي طوله $L = 7.2\,\text{m}$ وكتلته $m_2 = 24\ \text{kg}$ منطلقاً من النقطة A وصولا للنقطة O حسب الشكل الموضح بالشكل:

ما هي أبعد مسافة عن النقطة O يستطيع الوصول إليها بحيث يبقى اللوح الخشبي متوازناً؟

الحل:



شرط التوازن الدوراني: $\sum \overline{\Gamma} = 0$

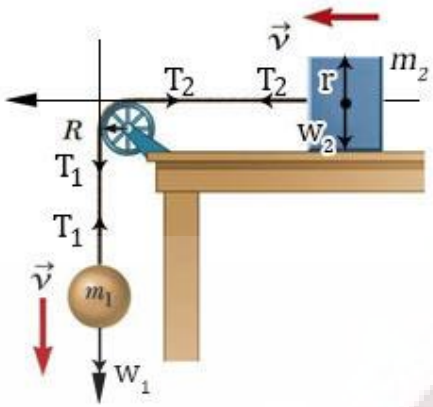
$$\overline{\Gamma}_1 + \overline{\Gamma}_2 = 0$$

نختار جهة موجبة للدوران عكس عقارب الساعة:

$$(4.8 - \frac{L}{2}) \times m_2 g - x\, m_1 g = 0$$

$$x = 0.48\ \text{m}$$

مسألة (3)



تتحرك الكتلة m_2 بدءاً من السكون على سطح طاولة دون احتكاك بتأثير هبوط الكرة m_1 نحو الأسفل، حيث ترتبط الكتلتان بخيط مهمل الكتلة لا يمتط يمر على محز بكرة كتلتها M ونصف قطرها R **المطلوب:**
استنتاج التسارع الخطي للجملة علماً أن عزم عطالة البكرة حول محور مار من مركزها يساوي $I_\Delta = M\,R^2$

الحل:

نطبق العلاقة الأساسية بالتحريك الإنسحابي على الكتلة m_2: $\sum \vec{F} = m_1 \vec{a}$

نسقط على محور موجه بجهة الحركة: $\vec{T}_2 + \vec{r} + \vec{W}_2 = m_2 \vec{a}$

$$T_2 = m_2 a \;.....(1)$$

نطبق العلاقة الأساسية بالتحريك الإنسحابي على الكتلة m_1:

بالإسقاط على محور موجه بجهة الحركة: $\vec{T}_1 + \vec{W}_1 = m_1 \vec{a}$

بالإصلاح: $W_1 - T_1 = m_1 a \;.....(2)$

بجمع العلاقتين (1) و (2) نجد: $W_1 + T_2 - T_1 = (m_1 + m_2)a \;.....(3)$

نطبق العلاقة الأساسية بالتحريك الدوراني على البكرة: $\sum \overline{\Gamma} = I_\Delta \alpha$

$$R T_1 - R T_2 = I_\Delta \alpha$$

$$R\,(T_1 - T_2) = MR^2 \frac{a}{R}$$

$$T_1 - T_2 = Ma \;.....(4)$$

نجمع العلاقتين (3) و (4) نجد:

$$a = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2 + M}$$

مسألة (4)

يجلس رياضي على كرسي دوّار يدور بسرعة زاوية ثابتة قدرها $\omega_1 = 4.614\ \text{rad.s}^{-1}$ ويبلغ عزم عطالته حول محور الدوران $I_1 = 0.36\ \text{kg.m}^2$ ، وعندما يمد ذراعيه نحو الخارج يصبح عزم عطالته الجديد $I_2 = 1.8456\ \text{kg.m}^2$ فما قيمة سرعته الزاوية الجديدة؟

الحل: إنّ شعاع العزم الحركي ثابت (لأن السرعة الزاوية ثابته)

$$\vec{L}_i = \vec{L}_f \;\Rightarrow\; L_i = L_f$$

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

$$0.36 \times 4.614 = 1.8456 \times \omega_2$$

$$\omega_2 = 0.9\,\text{rad.s}^{-1}$$

مسألة (5)

عادة ما يصاب أحد إطارات السيارة بنقص الكتلة الأمر الذي يؤدي إلى اهتزازات وارتجاج بجسم السيارة مما يسبب عدم ثبات السيارة على الطريق لذلك نعمد إلى عملية الترصيص أو وزن للإطار ويقصد بترصيص إطار السيارة توزيع موحَّد لكتلة الإطار على محيطه كي ينطبق مركز ثقل الإطار على محور الدوران:

تبلغ كتلة إطار إحدى السيارات $m = 15$ kg ونصف قطره $r = 16$ cm وعزم عطالة الإطار في الحالة الطبيعية $I_{\Delta} = 0.192$ kg.m^2 وعند قيام الفني بقياس عزم عطالة الإطار وجد أنه يساوي $I'_{\Delta} = 0.19136$ kg.m^2 بسبب نقص كتلة الإطار في الجانب الداخلي له.

احسب الكتلة الواجب إضافتها للإطار حتى ينطبق مركز ثقله على محور الدوران. علماً أن عزم عطالة الإطار $I_{\Delta/C} = \frac{1}{2} m r^2$

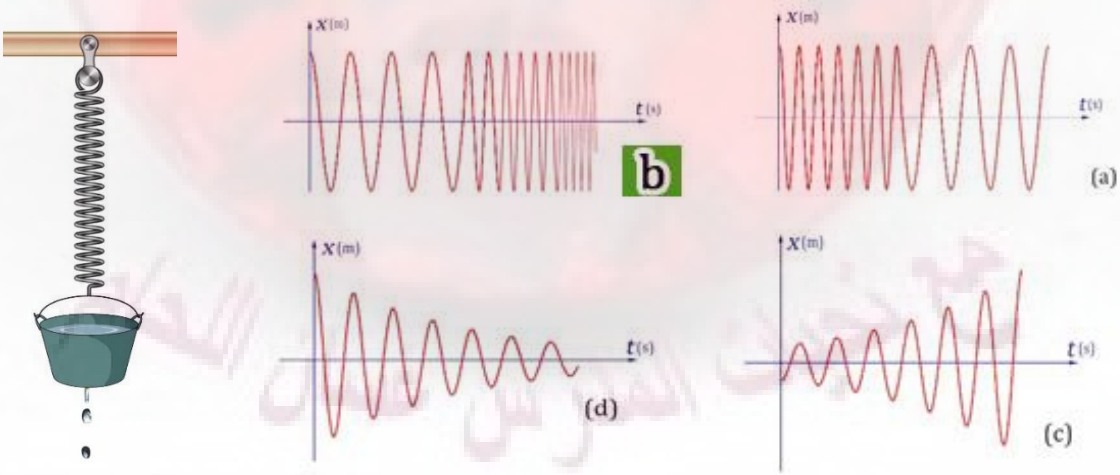
الحل: إن عزم عطالة الإطار:

$$I_{\Delta} = I'_{\Delta} + m' r^2$$
$$0.192 = 0.19136 + m'(16\times10^{-2})^2$$
$$64\times10^{-5} = m' \times 256\times10^{-4}$$
$$m' = 0.025 \text{ kg} = 25 \text{ g}$$

الدرس الثالث الحركة التوافقية البسيطة

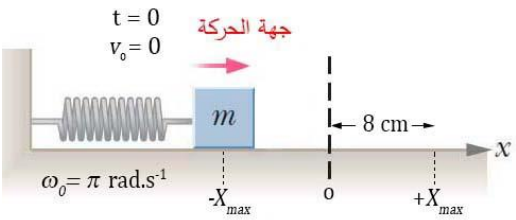
أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- نؤلّف نواساً مرناً من نابض حلقاته متباعدة ودلو يحوي ماء يهتز بدور T_0، وفي لحظة ما حدث ثقب في الدلو فإنّ الرسم البياني الذي يعبّر عن تغيّر المطال مع الزمن في هذه الحالة هو:



الجواب هو:(b) لأن الدور يتناسب طرداً مع الجذر الربيعي للكتلة و بالتالي نقص الكتلة يؤدي إلى تناقص الدور أي ازدياد التواتر.

2- تابع المطال الذي يصف حركة الهزازة الجيبية في الشكل المجاور هو:



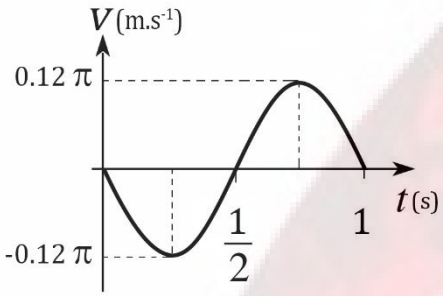
a) $x = 0.08\cos(\pi t + \pi)$

b) $x = 8\cos(\pi t - \pi)$

c) $x = 0.008\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$

d) $x = 0.8\cos \pi t$

3- الرسم البياني جانباً يمثّل تغيّرات السرعة مع الزمن لجسم مرتبط بنابض مرن يتحرّك بحركة توافقية بسيطة،
فيكون التابع الزمني للسرعة هو:



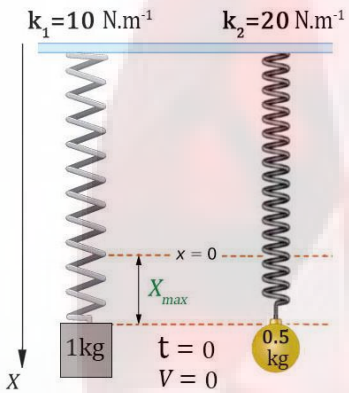
a) $v = 0.06\pi\cos \pi t$

b) $v = -0.06\pi\cos 2\pi t$

c) $v = -0.12\pi\sin 2\pi t$

d) $v = 0.12\pi\sin \pi t$

4- يمثّل الشكل المجاور هزازتان توافقيتان تنطلقان من الموضع نفسه، وفي اللحظة نفسها، فإنّهما بعد مضي 3s من بدء حركتهما:



a) تلتقيان في مركز الاهتزاز.

b) تلتقيان في الموضع $+X_{max}$.

c) لا تلتقيان لأنّ مطال الأولى $+X_{max}$ ومطال الثانية $-X_{max}$.

d) لا تلتقيان لأنّ مطال الأولى $-X_{max}$ ومطال الثانية $+X_{max}$.

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية

1- أثبت صحة العلاقة: $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2}$ في الحركة التوافقية البسيطة.

الجواب: لدينا من تابع المطال ومن تابع السرعة:

$$x = X_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi) \quad \Rightarrow \cos^2(\omega_0 t + \varphi) = \frac{x^2}{X_{max}^2} \text{.....(1)}$$

$$v = -\omega_0 X_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow \sin^2(\omega_0 t + \varphi) = \frac{v^2}{\omega_0^2 X_{max}^2} \text{.....(2)}$$

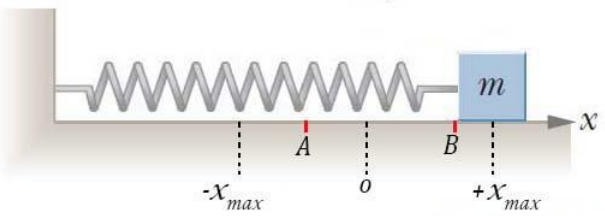
نجمع (1) مع (2) فنجد:

$$\frac{v^2}{\omega_0^2 X_{max}^2} + \frac{x^2}{X_{max}^2} = 1$$

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

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

2- نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته متباعدة ثابت صلابته k، مثبّت من أحد طرفيه، ويربط بطرفه الآخر جسم صلب كتلته m يمكنه أن يتحرّك على سطح أفقي أملس، كما في الشكل المجاور، نشدّ الجسم مسافة أفقية مناسبة، ونتركه دون سرعة ابتدائية. **المطلوب:**



a) ادرس حركة الجسم، واستنتج التابع الزمني للمطال.

b) استنتج علاقة الطاقة الحركية للجسم بدلالة X_{max} في كلّ من الموضعين A و B:

$x_A = -\frac{X_{max}}{2}$ و $x_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$، ماذا تستنتج؟

الجواب:

a) من العلاقة الاساسية بالتحريك الانسحابي: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{F_S} + \vec{R} + \vec{w} = m\vec{a}$ بالاسقاط على محور موجه $\vec{OX}$

$$-F_S = m\,a \Rightarrow -kx = m\,(x)''_t$$

$$(x)''_t = -\frac{k}{m}x$$

معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلا جيبيا من الشكل $x = X_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$ وهو التابع الزمني للمطال.

b)

$$E_k = E_{tot} - E_P$$

من المعادلة: $E_k = \frac{1}{2}kX^2_{max} - \frac{1}{2}kx^2$

$$E_k = \frac{1}{2}k\,(X^2_{max} - x^2)$$

من أجل $x_A = -\frac{X_{max}}{2}$ نعوض فنجد $E_k = \frac{1}{2}k\,(X^2_{max} - \frac{X^2_{max}}{4}) \Leftarrow E_k = \frac{3}{8}kX^2_{max}$

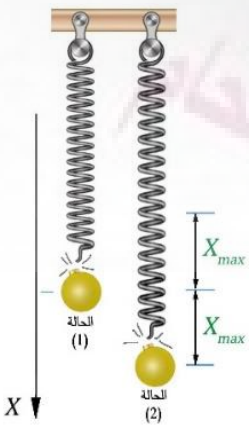
من أجل $x_B = +\frac{X_{max}}{\sqrt{2}}$ نعوض فنجد $E_k = \frac{1}{2}k\,(X^2_{max} - \frac{X^2_{max}}{2}) \Leftarrow E_k = \frac{1}{4}kX^2_{max}$

نستنتج أن الطاقة الحركية في الموضع A أكبر من الطاقة الحركية في الموضع B

3- جسم معلّق بنابض مرن شاقولي حلقاته متباعدة يهتز بدوره الخاص، ما نوع حركة الجسم؟ ولماذا؟ بعد انفصاله عن النابض في:

a) مركز الاهتزاز، وهو يتحرّك بالاتجاه السالب؟

b) المطال الأعظمي الموجب؟



الحل: a) قذف شاقولي نحو الاعلى.

لأن $\sum \vec{F} = \vec{0}$ والجسم معه سرعة نحو الأعلى

b) سقوط حر

لأن الجسم يخضع بعد الانفصال يخضع لقوة ثقله فقط وسرعته معدومة)

ثالثاً: حلّ المسائل الآتية: (في جميع المسائل $g = 10\,\text{m.s}^{-2}$ ، $\pi^2 = 10$ ، $4\pi = 12.5$)

المسألة الأولى:

تتألف هزازة جيبية بسيطة من نابض مرن شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة، ثابت صلابته $k = 10\,\text{N.m}^{-1}$ ، مثبّت من أحد طرفيه، ويحمل في طرفه الآخر جسم كتلته m ، ويعطى التابع الزمني لمطال حركتها بالعلاقة $x = 0.1\cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$.

المطلوب:

1- أوجد قيم ثوابت الحركة ودورها الخاص.

2- احسب كتلة الجسم m .

3- احسب قيمة السرعة في موضع مطاله $x = 6\text{ cm}$ ، والجسم يتحرّك بالاتجاه الموجب للمحور.

الحل:

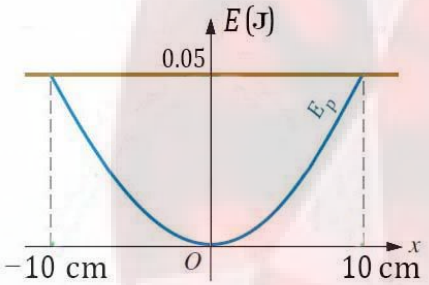
1- ثوابت الحركة: نطابق مع التابع الزمني فنجد: ($X_{max} = 0.1\text{m}$, $\omega_0 = \pi\,\text{rad.s}^{-1}$, $\varphi = \frac{\pi}{2}\text{rad}$)

2- من العلاقة: $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega_0^2} \Rightarrow m = \frac{10}{\pi^2} = 1\text{kg}$

3- من العلاقة: $v = \omega_0\sqrt{X_{max}^2 - x^2} \Rightarrow v = \pi\sqrt{(0.1)^2 - (0.06)^2} = +0.08\pi\,\text{m.s}^{-1}$

المسألة الثانية:

يوضّح الرسم البياني المجاور تغيّرات الطاقة الكامنة بتغيّر الموضع لهزازة توافقية بسيطة مؤلفة من نابض مرن حلقاته متباعدة ثابت صلابته k معلق به جسم كتلته $0.4\ kg$. **المطلوب:**



1- استنتج قيمة ثابت صلابة النابض k .

2- احسب الدور الخاص للحركة.

3- احسب قيمة السرعة عند المرور في مركز الاهتزاز.

الحل:

1- من العلاقة $E_{tot} = \frac{1}{2}kX_{max}^2 \Rightarrow 0.05 = \frac{1}{2}k\,(0.1)^2 \Rightarrow k = 10\,\text{N.m}^{-1}$

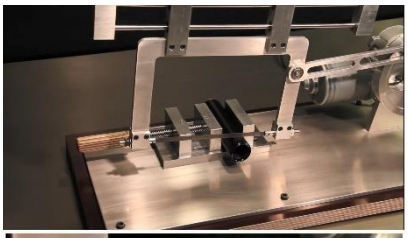
2- حساب الدور الخاص: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{0.4}{10}} \Rightarrow T_0 = 4\pi \times 10^{-1} = 1.25\text{s}$

3- عند المرور بمركز الاهتزاز السرعة عظمى: $v_{max} = |\mp\omega_0 X_{max}|$ لنحسب ω_0

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{4\pi \times 10^{-1}} = 5\,\text{rad.s}^{-1}$$

$$v_{max} = |\mp 5 \times 0.1| = 0.5\ \text{m.s}^{-1}$$

المسألة الثالثة:



نريد قطع أسطوانة معدنية باستخدام منشار كهربائي مخصص لذلك فإذا فرضنا أنّ حركة المنشار توافقية بسيطة حيث يرسم المنشار أثناء حركته قطعة مستقيمة طولها $16\,\text{cm}$ ويستغرق لقطع تلك المسافة زمناً قدره $0.5\,\text{sec}$ وقد بدأ حركته في اللحظة $t=0$ دون سرعة ابتدائية، وهو في مطاله الأعظمي الموجب. **المطلوب:**

1- أوجد التابع الزمني لحركة المنشار انطلاقاً من شكله العام.
2- احسب قيمة سرعة المنشار لحظة مروره الأول في مركز الاهتزاز.
3- إذا افترضنا أن قطر الأسطوانة المراد قطعها $5\,\text{cm}$ ويتم نشر $0.5\,\text{mm}$ في كل ثانية من قطرها فما هو الزمن اللازم لقطع تلك الأسطوانة كاملة؟

الحل: التابع الزمني $x = X_{max}\cos(\omega_0 t+\varphi)$

1- ايجاد ثوابت الحركة: $2X_{max} = 16\times10^{-2} \Rightarrow X_{max} = 0.08\,\text{m}$

$$\frac{T_0}{2} = 0.5 \Rightarrow T_0 = 1\,s \Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\,\text{rad.s}^{-1}$$

ايجاد φ: من شروط البدء: ($t=0 \;\; x = X_{max}$) نعوض بالتابع الزمني:

$$X_{max} = X_{max}\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$$

التابع الزمني للمطال: $x = 0.08\cos 2\pi t$

2- تابع السرعة $v = -0.08\pi\sin 2\pi t$ وعند المرور بالمركز ينقضي زمن ربع دور:

$$v = -0.08\pi\sin 2\pi\times\frac{1}{4} \Rightarrow v = -0.08\pi\ \text{m.s}^{-1}$$

3- كل 1 ثانية يتم نشر $0.05\,\text{cm}$

كل t ثانية يتم نشر $5\,\text{cm}$ $\Leftarrow$ $t = \frac{5\times1}{0.05} = 100\,s$

المسألة الرابعة:

نشكّل هزازة توافقية بسيطة من جسم كتلته $m = 1\,\text{kg}$ معلّق بطرف نابض مرن شاقولي مهمل الكتلة حلقاته متباعدة فينجز 10 هزات خلال $8\,\text{s}$، ويرسم في أثناء حركته قطعة مستقيمة طولها $24\,\text{cm}$. **المطلوب:**

1- استنتج قيمة الاستطالة السكونية لهذا النابض، ثم احسب قيمتها.
2- احسب قيمة السرعة العظمى (طويلة).
3- احسب قيمة التسارع في مطال $x = 10\,\text{cm}$.
4- احسب الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطاله $x = -4\,\text{cm}$، واحسب الطاقة الحركية عندئذٍ.

الحل:

1- من العلاقة: لنحسب الدور ومن ثم النبض

$$T_0 = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد الهزات}} = \frac{8}{10} = 0.8s \quad \Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0.8} = \frac{\pi}{0.4}\ \text{rad.s}^{-1}$$

$$kx_0 = mg \Rightarrow \quad x_0 = \frac{m}{k}g = \frac{g}{\omega_0^2} = \frac{10}{\frac{\pi^2}{0.16}} = 0.16\,\text{m}$$

2- قيمة السرعة العظمى: إنّ قيمة $2X_{max} = 24\times10^{-2} \Rightarrow X_{max} = 0.12\,\text{m}$

$$v_{max} = \left|\mp\omega_0 X_{max}\right| = \left|\mp\frac{\pi}{0.4}\times0.12\right| = 0.3\pi\ \text{m.s}^{-1}$$

3- حساب قيمة التسارع في مطال $x = 10\,\text{cm}$:

$$a = -\omega_0^2 x = -(\frac{\pi}{0.4})^2(0.1) = -6.25 \text{ m.s}^{-2}$$

4- حساب الطاقة الكامنة المرونية في موضع مطاله $x = -4\text{cm}$، والطاقة الحركية :

لنحسب ثابت صلابة النابض: $k = m\,\omega_0^2 = 1\times\frac{\pi^2}{0.16} = 62.5\,\text{N.m}^{-1}$

الطاقة الكامنة المرونية $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times 62.5\times(-0.04)^2 = 0.05 \text{ J}$

الطاقة الكلية $E_{tot} = \frac{1}{2}kX_{\max}^2 = \frac{1}{2}\times 62.5\times(0.12)^2 = 0.45 \text{ J}$

والطاقة الحركية: $E_k = E_{tot} - E_P = 0.45 - 0.05 = 0.4 \text{ J}$

المسألة الخامسة:

تهتزّ كرة معدنية كتلتها m بمرونة نابض شاقولي مهمل الكتلة، حلقاته متباعدة، ثابت صلابته $k = 16\,\text{N.m}^{-1}$، بحركة توافقية بسيطة دورها الخاص $1\,\text{s}$، وبسعة اهتزاز $X_{\max} = 0.1\text{ m}$، وبفرض مبدأ الزمن لحظة مرور الكرة بنقطة مطالها $\frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$ وهي تتحرك بالاتجاه السالب. **المطلوب:**

1- استنتج التابع الزمني لمطال حركة الكرة انطلاقاً من شكله العام.
2- عيّن لحظتي المرور الأول والثالث للكرة في موضع التوازن.
3- احسب شدّة قوة الارجاع في نقطة مطالها $x = +0.1\text{m}$
4- احسب كتلة الكرة.

الحل:

1- إيجاد ثوابت الحركة:

- من النص نلاحظ أن $X_{\max} = 0.1\text{ m}$
- $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad.s}^{-1}$
- إيجاد φ: من شروط البدء حيث ($x = \frac{X_{\max}}{\sqrt{2}}$, $t = 0$) نعوض بالتابع الزمني:

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

$$\frac{X_{\max}}{\sqrt{2}} = X_{\max}\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{4}$$

نختار قيمة φ التي تعطي سرعة سالبة وهي القيمة $\varphi = +\frac{\pi}{4}$

ويصبح التابع الزمني هو $x = 0.1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{4})$

2- تعيين لحظتي مرور الكرة في موضع التوازن: من تابع السرعة:

$v = -\omega_0 X_{\max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$ نعوض ثوابت الحركة:

$$v = -2\pi(0.1)\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$$

وعند المرور بموضع التوازن تكون السرعة عظمى أي : $\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4}) = 1$

$$\sin(2\pi t+\frac{\pi}{4})=\sin\frac{\pi}{2}$$

$$2\pi t+\frac{\pi}{4}=\frac{\pi}{2}+\pi n$$

$$t=\frac{1}{8}+\frac{n}{2}$$

من أجل المرور الأول $n=0 \Leftarrow t_1=\frac{1}{8}\ \text{s}$

من أجل المرور الثاني $n=1 \Leftarrow t_2=\frac{5}{8}\ \text{s}$

من أجل المرور الثالث $n=2 \Leftarrow t_3=\frac{9}{8}\ \text{s}$

3- حساب شدة قوة الارجاع: $F=-k\,x=-16\times0.1=-1.6\ \text{N}\Rightarrow F=1.6\text{N}$

4- حساب كتلة الكرة: من العلاقة

$$m=\frac{k}{\omega_0^2}=\frac{16}{4\pi^2}=0.4\ \text{kg}$$

المسألة السادسة:

نشكّل هزّازة توافقيّة بسيطة مؤلّفة من نابض مرن، شاقولي مهمل الكتلة، حلقاته متباعدة، ثابتُ صلابته $k=10\ \text{N.m}^{-1}$ مثبَّت من إحدى نهايتيه إلى نقطة ثابتة، ويحمل بنهايته الثانية جسمٌ كتلته $m=0.1\text{kg}$ فإذا علمت أنّ مبدأ الزمن لحظة مرور الجسم في مركز التوازن، وهو يتحرك بالاتجاه السالب بسرعة $v=-3\ \text{m.s}^{-1}$. **المطلوب:**

1- احسب نبض الحركة.

2- استنتج التابع الزمني لمطال الحركة

3- احسب شدة قوة الارجاع عند المطال الأعظمي الموجب

الحل:

1- حساب نبض الحركة من العلاقة: $\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{10}{0.1}}=10\ \text{rad.s}^{-1}$

2- استنتاج التابع الزمني لمطال الحركة:

- استنتاج X_{max}: $v_{max}=-\omega_0 X_{max}\ \Rightarrow\ -3=-10X_{max}\ \Rightarrow X_{max}=0.3\ \text{m}$
- إيجاد φ: من شروط البدء حيث $(t=0\quad,\quad x=0)$ نعوض بالتابع الزمني:

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

$$0=X_{max}\cos\varphi\ \Rightarrow\ \cos\varphi=0\ \Rightarrow\varphi=\pm\frac{\pi}{2}$$

نختار قيمة φ التي تعطي سرعة سالبة وهي القيمة $\varphi=+\frac{\pi}{2}$

ويصبح التابع الزمني هو $x=0.3\cos(10t+\frac{\pi}{2})$

3- حساب شدة قوة الارجاع: $F=-k\,X_{max}=-10\times0.3=-3\text{N}\Rightarrow F=3\text{N}$

درس الاهتزازات غير التوافقية
النوّاس الثقلي البسيط غير المتخامد

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- يتألف نواس بسيط من كرة صغيرة معدنية معلقة بخيط مهمل الكتلة طوله (ℓ)، ودوره $T_0 = 2s$ عند مستوى سطح البحر حيث $g \simeq 10 m.s^{-2}$، ننقله إلى سطح القمر فيصبح دوره $T_0 = 5s$ ، فيكون تسارع الجاذبية للقمر مساوياً:

$g_m = 0.1\ m.s^{-2}$	D	$g_m = 6.1\ m.s^{-2}$	C	$g_m = 1.6\ m.s^{-2}$	B	$g_m = 5\ m.s^{-2}$	A

2- نواس بسيط مؤلف من كرة معدنية صغيرة كتلتها m معلقة بخيط طويل نسبياً طوله (ℓ) دوره T_0، وعند استبدال الكرة المعدنية بكرة أخرى كتلتها $4m$ مع نفس الخيط يصبح الدور الجديد:

$T_0' = T_0\sqrt{2}$	D	$T_0' = \frac{T_0}{2}$	C	$T_0' = 2T_0$	B	$T_0' = T_0$	A

3- لديك نواس بسيط دوره في حالة السعات الصغيرة $T_0 = 2\ s$ وفي حالة السعات الكبيرة $T_0' = 2.02\ s$ فتكون السعة الزاوية θ_{max} التي أزيح بها مساويةً:

$\theta_{max} = 0.4 rad$	D	$\theta_{max} = 4\ rad$	C	$\theta_{max} = 2\ rad$	B	$\theta_{max} = 0.2 rad$	A

ثانياً: حل المسائل الآتية: (في جميع المسائل $g = 10 m.s^{-2}$، $\pi^2 = 10$، $4\pi = 12.5$)

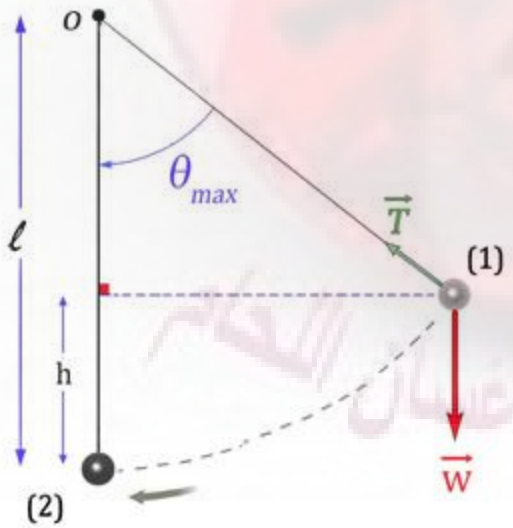
المسألة الأولى:

نعلّق كرة صغيرة نعدّها نقطة مادية، كتلتها $m = 0.5\ kg$ بخيط مهمل الكتلة، لا يمتط طوله $\ell = 1.6 m$، لتؤلّف نواساً ثقلياً بسيطاً، ثمّ نزيح الكرة إلى مستوٍ أفقي يرتفع $h = 0.8 m$ عن المستوي الأفقي المار منها وهي في موضع توازنها الشاقولي، ليصنع خيط النواس مع الشاقول زاوية θ_{max}، ونتركها دون سرعة ابتدائية، **المطلوب**:

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

الحل:

1- لإيجاد العلاقة المحددة لسرعة الكرة عند المرور بالشاقول:



القوى الخارجية المؤثرة:

ثقل الكرة $\vec{W}$، توتر الخيط $\vec{T}$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: حيث يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية θ_{max}

الثاني: عند المرور بالشاقول

$$\overline{\Delta E}_{k(1\to2)} = \sum \overline{W}_{\vec{F}}$$

$$E_{k2} - E_{k1} = \overline{W}_{\vec{W}} + \overline{W}_{\vec{T}}$$

$$W_{\vec{W}} = m\,g\,h$$

$W_{\vec{T}} = 0$ لأنّ حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = m\,g\,h + 0$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times10\times0.8} = 4 m.s^{-1}$$

2- حساب قيمة الزاوية θ_{max}: من العلاقة $h = \ell(1-\cos\theta_{max})$

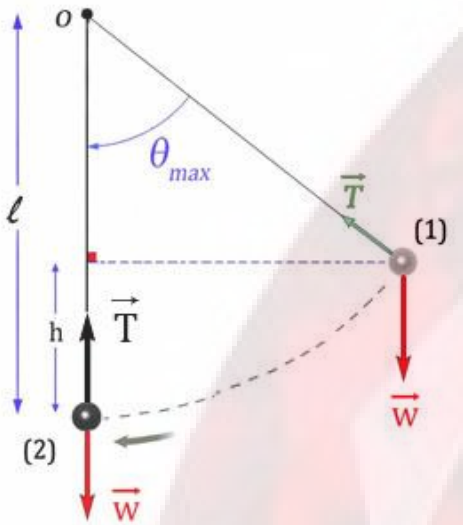
$$\cos\theta_{max} = 1-\frac{h}{\ell} = 1-\frac{0.8}{1.6} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{max} = \frac{\pi}{3}\text{rad}$$

3- حساب الدور: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.6}{10}} = 2\pi\times 0.4 = 2.5\text{s}$

4- لحساب قوة التوتر نطبق العلاقة الأساسية في التحريك:

$$\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$$

$$\vec{W} + \vec{T} = m\,\vec{a}$$



بالإسقاط على محور ينطبق على حامل $\vec{T}$ بوضع الشاقول:

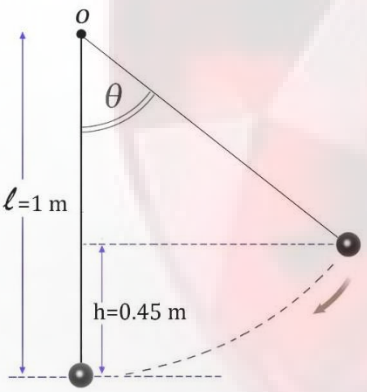
$$-W + T = m\,a_c$$

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

$$T = m\frac{v^2}{\ell} + m\,g$$

$$T = 0.5\times\frac{(4)^2}{1.6} + 0.5\times 10 = 10\ \text{N}$$

المسألة الثانية:



يتألف نواس بسيط من كرة فولاذية صغيرة كتلتها $m_1 = 0.2$ kg، معلّقة بخيط خفيف، لا يمتطّ، طوله $\ell = 1\text{m}$، كما في الشكل، نزيح الكرة عن وضع توازنها الشاقولي بزاوية $\theta_{max} = 56.6^\circ$، ونتركها دون سرعة ابتدائية. **المطلوب:**

1- احسب دوره في حالة السعات الصغيرة
2- استنتج بالرموز العلاقة المحدّدة لسرعة الكرة عند مرورها بالشاقول، ثمّ احسب قيمتها إذا علمت أنّ $\cos 56.6^\circ = 0.55$.
3- استنتج بالرموز العلاقة المحددة لشدة قوة توتر الخيط لحظة التوقف الآني في المطال الزاوي $\theta_{max} = 56.6^\circ$

الحل:

1- حساب الدور: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10}} = 2\text{s}$

2- لإيجاد العلاقة المحددة لسرعة الكرة عند المرور بالشاقول:

القوى الخارجية المؤثرة:

ثقل الكرة $\vec{W}$، توتر الخيط $\vec{T}$

نطبق نظرية الطاقة الحركية بين وضعين:

الأول: حيث يصنع الخيط مع الشاقول الزاوية $\theta_{max} = 56.6^0$

الثاني: عند المرور بالشاقول

$$\overline{\Delta E}_{k(1\to 2)} = \sum \overline{W}_{\vec{F}}$$

$$E_{k2} - E_{k1} = \overline{W}_{\vec{W}} + \overline{W}_{\vec{T}}$$

$$W_{\vec{W}} = m\,g\,h$$

$W_{\vec{T}} = 0$ لأنّ حامل $\vec{T}$ يعامد الانتقال في كل لحظة

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = m\,g\,h + 0$$

$$h = \ell(1-\cos\theta_{\max})$$

$$v = \sqrt{2g\,\ell(1-\cos\theta_{\max})}$$

$$v = \sqrt{2\times 10\times 1(1-0.55)} = 3\,\text{m.s}^{-1}$$

3- لإيجاد العلاقة المحدّدة لقوة توتر الخيط نطبق العلاقة الأساسية في التحريك:

$$\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$$

$$\vec{W} + \vec{T} = m\,\vec{a}$$

بالإسقاط على محور ينطبق على حامل $\vec{T}$ وبجهة (الناظم):

$$-W\cos\theta + T = m\,a_c$$

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

$T = m\frac{v^2}{\ell} + m\,g\cos\theta$ ولحظة التوقف الآني $v = 0$

$$T = 0.2\times\frac{(0)^2}{1} + 0.2\times 10\times 0.55 = 1.1\ \text{N}$$

درس المكثفات

أوّلًا: اختر الإجابة الصّحيحة فيما يأتي:

1. مكثّفة مستوية غير مشحونة عازلها الهواء، نطبّق بين لبوسيها توتّرًا كهربائيًّا 100V ، ثمّ نعزلها عن المنبع، ونباعد بين لبوسيها ليصبح البُعد مثلي ما كان عليه، فتصبح قيمة التوتّر الكهربائيّ المطبّق بين لبوسيها مساوية:

a) 200V b) 100 V c) 50 V d) 25 V

2. عند ضمّ n مكثّفة متماثلة على التفرّع، الشّحنة الكهربائيّة لكلّ منها q_1 فإنّ الشّحنة الكهربائيّة للمكثّفة المكافئة q تساوي:

a) $q = \frac{n}{q_1}$ b) $q = \frac{q_1}{n}$ c) $q = q_1$ d) $q = n q_1$

3. مكثّفة مستوية، عازلها الخلاء، مشحونة ومعزولة، التوتّر بين لبوسيها U ، نملأ الفراغ بين لبوسيها بعازل جديد ثابت عزله $k=5$ ، فيصبح التوتّر الكهربائيّ الجديد بين لبوسيها U' مساويًا:

a) $U' = 5U$ b) $U' = \frac{U}{5}$ c) $U' = \frac{U}{10}$ d) $U' = 10U$

4. مكثّفة مستوية مشحونة ومعزولة، البُعد بين لبوسيها d ، عازلها الخلاء، نضع بين لبوسيها صفيحة معدنيّة ثخنها $\frac{d}{5}$ توازي السّطحين، ولها مساحة كلّ منهما فتصبح سعة الجملة C' مساوية:

a) $C' = \frac{5}{4}C$ b) $C' = \frac{4}{5}C$ c) $C' = \frac{6}{5}C$ d) $C' = \frac{5}{6}C$

5. وصلت 6 مكثّفات متساوية السّعة على التفرّع فكانت سعتها المكافئة 9mF ، فإذا أعيد توصيلها على التّسلسل فإنّ سعتها المكافئة تساوي:

a) $9\mu F$ b) $1.5\mu F$ c) $0.25\mu F$ d) $2\mu F$

6. مكثّفتان سعتاهما: $12\mu F$ ، $6\mu F$ ، وصلتا على التّسلسل فتكون السّعة المكافئة لهما مساوية:

a) $25\mu F$ b) $7\mu F$ c) $6\mu F$ d) $4\mu F$

7. مكثّفة مستوية، عازلها الهواء، مشحونة ومعزولة، طاقتها الكهربائيّة 12J ، نملأ الفراغ بين لبوسيها بعازل آخر ثابت عزله $k=6$، فتصبح طاقتها مقدّرة بواحدة الجول مساوية:

a) 2 b) 4 c) 12 d) 48

ثانياً: اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1- يحدد على المكثفة أقصى فرق كمون يمكن أن يطبق بين لبوسيها.
ج: من اجل فرق كمون أكبر من القيمة المكتوبة على المكثفة تزداد شدة الحقل الكهربائي بين اللبوسين بشكل كبير جدا فينهار العازل ويمر تيار كهربائي داخله (تفريغ داخلي) مما يسبب تلف المكثفة.

2- لا تسمح المكثفة بمرور التيار الكهربائي المتواصل فيها.
ج: بسبب وجود العازل بين اللبوسين

3- تتوضع الشحنات الكهربائية على السطحين المتقابلين للبوسي المكثفة عند شحنها.
ج: بسبب تكاثف الشحنات الكهربائية المتعاكسة على السطحين المتقابلين

4- يجب عدم لمس لبوسي المكثفة المشحونة ذات التوتر العالي مباشرة باليد.
ج: بسبب حدوث تفريغ بشدة تيار كبيرة تشكل خطر على حياة الانسان.

ثالثاً: أجب عن السؤال الآتي:

مكثّفة مستوية عازلها الهواء، مشحونة ومعزولة، نستبدل بعازلها عازلاً آخر ثابت عزله $\varepsilon_r = 2$ ، بيّن ماذا يحصل لكلّ من:

a . الشّحنة المختزنة.

b .السّعة.

c .فرق الكمون بين لبوسيها.

d .الحقل الكهربائيّ بينهما.

e .الطّاقة الكهربائيّة المختزنة فيها.

a) تبقى الشحنة ثابتة.
b) تزداد سعتها لتصبح $C' = 2C$
c) ينقص فرق الكمون ليصبح $U' = \frac{U}{2}$
d) تنقص شدة الحقل الكهربائي إلى النصف
e) تصبح طاقتها $E' = \frac{E}{2}$

رابعاً: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى:

A. مكثّفة مستوية سعتها $4\mu F$ ، عازلها الهواء، طبّق بين لبوسيها توتُّرًا كهربائيًّا متواصلًا $100V$. **المطلوب حساب:**

1 - شحنة كلّ من لبوسيها.

2 - الطَّاقة الكهربائيَّة المختزنة فيها.

B. نعزل المكثّفة عن المنبع ونباعد بين لبوسيها حتَّى يصبح البُعد مثلي ما كان عليه. بيّن بالحساب هل يتغيَّر مقدار الطَّاقة التي تختزنها المكثّفة؟ علّل إجابتك.

الحل: A :

1- حساب شحنة كل لبوس:

$$q = CU = 4\times10^{-6}\times100 = 4\times10^{-4}\,C$$

$$q_a = +4\times10^{-4}\,C \quad , \quad q_b = -4\times10^{-4}\,C$$

2- حساب الطاقة:

$$E = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\times4\times10^{-6}\times10^4 = 2\times10^{-2}\,J$$

B : $d' = 2d \Leftarrow C' = \frac{C}{2} \Leftarrow U' = 2U$:

تصبح الطاقة في $E = \frac{1}{2}C'U'^2 = \frac{1}{2}\times2\times10^{-6}\times4\times10^4 = 4\times10^{-2}\,J$ تزداد الطاقة للضعف.

المسألة الثَّانية:

وصلت مكثّفتان سعتاهما $2\mu F$ ، $1\mu F$ على التفرُّع مع منبع كهربائيّ متواصل فأصبحت الشّحنة المكافئة لجملة المكثّفتين تساوي $300\mu C$. **المطلوب حساب:**

1 - السّعة المكافئة للمكثّفتين.

2 - التوتُّر المطبَّق بين طرفي الجملة.

3 - شحنة كلّ من المكثّفتين.

4 - الطَّاقة المختزنة في جملة المكثّفتين.

الحل:

1- السعة المكافئة: $C_{eq} = C_1 + C_2 = 1\times10^{-6} + 2\times10^{-6} = 3\times10^{-6}\,F$

2- التوتر: $U = \frac{q}{C_{eq}} = \frac{300\times10^{-6}}{3\times10^{-6}} = 100\text{ volts}$

3- شحنة المكثفة الأولى: $q_1 = C_1U = 1\times10^{-6}\times100 = 1\times10^{-4}C$

شحنة المكثفة الثانية: $q_2 = C_2U = 2\times10^{-6}\times100 = 2\times10^{-4}C$

4- الطاقة المختزنة في الجملة: $E = \frac{1}{2}C_{eq}U^2 = \frac{1}{2}\times3\times10^{-6}\times10^4 = 1.5\times10^{-2}\,J$

المسألة الثَّالثة:

تتألّف مكثّفة مستوية من سطحين مستطيلين متوازيين مساحة كلّ منهما $36\pi cm^2$ ، والبُعد بينهما 2cm ، عازلها الخلاء. **المطلوب:**

1 - حساب سعة هذه المكثّفة.

2 - نطبّق على لبوسيها توتُّرًا كهربائيًّا متواصلًا 6000V . احسب الطاقة الكهربائيَّة المختزنة فيها وشحنة كلّ من لبوسيها.

3 - نفصل المكثّفة عن التوتُّر الكهربائيّ السَّابق وندخل بين السَّطحين صفيحة معدنيَّة بكاملها ثخنها 1cm توازي السَّطحين، ولها مساحة كلّ منهما. احسب السّعة الجديدة للجملة.

4 - نربط مع الجملة السَّابقة على التفرُّع مكثّفة غير مشحونة سعتها $2x10^{-11}F$. احسب شحنة هذه المكثّفة بعد الوصل

الحل:

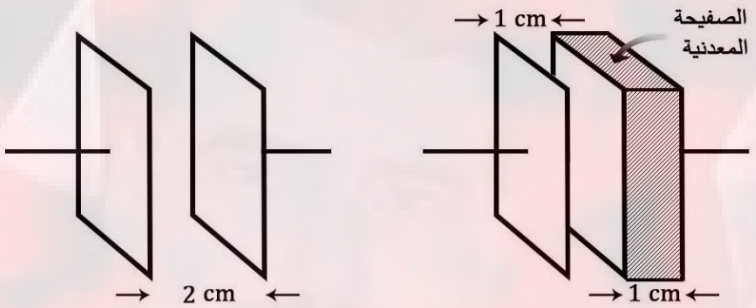
1- من قانون سعة المكثفة المستوية: $C = \frac{1}{4\pi \times 9\times 19^9}\varepsilon_0 \frac{A}{d}$

$$C = \frac{1}{4\pi \times 9\times 19^9}\times \frac{36\pi \times 10^{-4}}{2\times 10^{-2}} = 0.5\times 10^{-11}\text{F}$$

2- حساب الطاقة: $E = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\times 0.5\times 10^{-11}\times 36\times 10^6 = 9\times 10^{-5}\text{J}$

وشحنتها: $q = CU = 0.5\times 10^{-11}\times 6000 = 3\times 10^{-8}\text{C}$

3- عند ادخال صفيحة معدنية بين اللبوسين ولها نفس مساحة كل منهما أي كأننا قاربنا بين اللبوسين بمسافة 1cm



وبالتالي $d' = \frac{d}{2}$:

سعة المكثفة قبل ادخال الصفيحة $C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$

سعة المكثفة بعد ادخال الصفيحة $C' = \varepsilon_0 \frac{A}{d'}$ بالتقسيم:

$$\frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} = \frac{d}{d}\times 2 \Rightarrow C' = 2C = 2\times 0.5\times 10^{-11} = 1\times 10^{-11}\text{F}$$

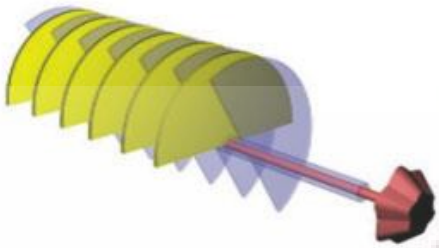
4- الكمون المشترك لجملة المكثفتين: $U_{eq} = \frac{q+q'}{C+C'} = \frac{0+3\times 10^{-8}}{1\times 10^{-11}+2\times 10^{-11}} = 1000\ volts$

$$q = CU_{eq} = 2\times 10^{-11}\times 1000 = 2\times 10^{-8}\text{C}$$

$$q' = C'U_{eq} = 1\times 10^{-11}\times 1000 = 1\times 10^{-8}\text{C}$$

المسألة الرَّابعة:

مكثّفة متغيّرة السّعة تتألّف من 13 صفيحــة معدنيَّة، شكل كلّ منها نصف دائرة قطرها 9cm بحيث يكون البُعد بين كلّ صفيحتين 0.5cm، كما في الشّكل، والعازل بينهما الهواء. احسب السّعــة العظمى لهذه المكثّفة، ثمَّ احسب السّعة عندما ندير الصَّفائح القابلة للتدوير زاوية 60° بدءًا من الوضع الموافق للسّعة العظمى.



الحل: عدد المكثفات = 13-1 = 12

- حساب السعة العظمى لهذه المكثفة: $C=(n-1)C'=(13-1)\times\frac{1}{4\pi\times9\times19^9}\times\varepsilon_r\frac{A}{d}$

$$C=12\times\frac{1}{4\pi\times9\times19^9}\times\frac{0.5\pi(4.5)^2}{0.5\times10^{-2}}=6.75\times10^{-11}\text{F}$$

من أجل زاوية قيمتها $\pi\ \text{rad}=180^0$ تتقابل الصفائح لتشكل مكثفة سعتها العظمى $6.75\times10^{-11}\text{F}$

من اجل زاوية قيمتها $\frac{2\pi}{3}\ \text{rad}=120^0$ تتقابل الصفائح لتشكل مكثفة سعتها العظمى C'

$$C'=\frac{120\times6.75\times10^{-11}}{180}=4.5\times10^{-11}\text{F}$$

المسألة الخامسة:

لدينا ثلاث مكثّفات سعاتها $5\mu\text{F}$ ، $10\mu\text{F}$ ، $30\mu\text{F}$ نصل فيما بينها على التَّسلسل، ونصل الطَّرفين النهائيين بقطبي منبع ساكن بينهما توتُّر 100V . **المطلوب حساب:**

a) سعة المكثّفة المكافئة. **b)** فرق الكمون بين لبوسي كل مكثّفة

نقطع الاتصال مع قطبي المنبع ونعيد وصل المكثّفات على التفرُّع فيما بينها. **المطلوب حساب:**

a) شحنة المكثّفة الجديدة **b)** شحنة كلّ مكثّفة بعد الوصل.

الحل:

- الوصل تسلسل

a) سعة المكثفة المكافئة:

$$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}\Rightarrow$$

$$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{5}+\frac{1}{10}+\frac{1}{30}\Rightarrow C_{eq}=3\times10^{-6}\text{F}$$

b) فرق الكمون بين لبوسي كل مكثفة:

نحسب شحنة المكثفة المكافئة: $q_{eq}=C_{eq}U=3\times10^{-6}\times100=3\times10^{-4}\text{C}$ والشحنات في التسلسل متساوية

$$U_1=\frac{q_1}{C_{1`}}=\frac{3\times10^{-4}}{5\times10^{-6}}=60\text{ volts}$$

$$U_2=\frac{q_2}{C_{2`}}=\frac{3\times10^{-4}}{10\times10^{-6}}=30\text{ volts}$$

$$U_3=\frac{q_3}{C_{3`}}=\frac{3\times10^{-4}}{30\times10^{-6}}=10\text{ volts}$$

- الوصل تفرع:

a) شحنة المكثفة الجديدة في هذه الحالة هي مجموع شحنات المكثفات الثلاث أي:

$$q_{eq} = 3q_1 = 3\times 3\times 10^{-4} = 9\times 10^{-4}\ \text{C}$$

سعة المكثفة الجديدة هي:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_{eq} = 5\times 10^{-6} + 10\times 10^{-6} + 30\times 10^{-6} = 45\times 10^{-6}\,\text{F}$$

التوتر بين طرفي كل مكثفة:

شحنة كل مكثفة:

$$q_1 = C_1 U = 5\times 10^{-6}\times 20 = 1\times 10^{-4}\,\text{C}$$

$$q_2 = C_2 U = 10\times 10^{-6}\times 20 = 2\times 10^{-4}\,\text{C}$$

$$q_3 = C_3 U = 30\times 10^{-6}\times 20 = 6\times 10^{-4}\,\text{C}$$

المسألة السَّادسة:

لدينا ثلاث مكثّفات سعاتها $6\mu\text{F}$ ، $9\mu\text{F}$ ، $18\mu\text{F}$ موصولة على التَّسلسل، شحنت بشحنة كليَّة $300\mu\text{C}$.

المطلوب حساب:

1 - السّعة المكافئة.

2 - فرق الكمون الكليّ المطبَّق.

3 - فرق الكمون بين لبوسي كلّ مكثّفة.

نعزل الجملة ثمَّ نعيد وصل المكثّفات على التفرُّع فيما بينها. **احسب:**

4 - سعة المكثّفة المكافئة.

5 - شحنة كلّ مكثّفة بعد الوصل.

الحل:

1- السعة المكافئة:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} \Rightarrow C_{eq} = 3\times 10^{-6}\,\text{F}$$

2- فرق الكمون الكلي المطبق: $U_{eq} = \dfrac{q_{eq}}{C_{eq`}} = \dfrac{3\times 10^{-4}}{3\times 10^{-6}} = 100\ \text{volts}$

3- فرق الكمون بين طرفي كل مكثفة: في وصل التسلسل تكون الشحنات متساوية:

$$U_1 = \frac{q_1}{C_{1`}} = \frac{3\times 10^{-4}}{6\times 10^{-6}} = 50\ \text{volts}$$

$$U_2 = \frac{q_2}{C_{2`}} = \frac{3\times 10^{-4}}{9\times 10^{-6}} = 33.333\ \text{volts}$$

$$U_3 = \frac{q_3}{C_{3`}} = \frac{3\times 10^{-4}}{18\times 10^{-6}} = 16.666\ \text{volts}$$

4- سعة المكثفة المكافئة عند الوصل على التفرع:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_{eq} = 6\times10^{-6} + 9\times10^{-6} + 18\times10^{-6} = 33\times10^{-6}\,\text{F}$$

الكمون المشترك في حالة الوصل على التفرع:

$$U_{eq} = \frac{q_{eq}}{C_{eq}} = \frac{3\times10^{-4}}{33\times10^{-6}} \approx 9.09 \text{ volts}$$

5- شحنة كل مكثفة:

$$q_1 = C_1 U = 6\times10^{-6}\times9.09 = 54.54\times10^{-4}\,\text{C}$$

$$q_2 = C_2 U = 9\times10^{-6}\times9.09 = 81.81\times10^{-4}\,\text{C}$$

$$q_3 = C_3 U = 18\times10^{-6}\times9.09 = 163.62\times10^{-4}\,\text{C}$$

درس التيار المتناوب الجيبي
والمحولات الكهربائية

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- محولة كهربائية نسبة تحويلها $\mu = 3$ وقيمة الشدة المنتجة في ثانويتها $I_{effs} = 6\,\text{A}$ فإنّ الشدة المنتجة في أوليتها:

A	$I_{eff\ p} = 18\,\text{A}$	B	$I_{eff\ p} = 9\,\text{A}$	C	$I_{eff\ p} = 3\,\text{A}$	D	$I_{eff\ p} = 2\,\text{A}$

2- محولة كهربائية قيمة التوتر المنتج بين طرفي أوليتها $U_{eff\ p} = 20\,\text{V}$ وقيمة التوتر المنتج بين طرفي ثانويتها $U_{eff\ s} = 40\,\text{V}$ فإنّ نسبة تحويلها μ تساوي:

A	2	B	0.5	C	20	D	60

3- معدل الطاقة الكهربائية المقدمة نتيجة مرور التيار الكهربائي المتناوب خلال زمن t يعبر عن:

A	الاستطاعة اللحظية	B	الاستطاعة المتوسطة المستهلكة	C	الاستطاعة الظاهرية	D	التوتر المنتج

4- دارة تيار متناوب تحوي على التسلسل (R,L,C) تكون شدة التيار في جميع عناصر الدارة:

A	متزايدة	B	متناقصة	C	متغيرة معدومة	D	ثابتة

5- في حالة التجاوب الكهربائي في دارة تيار متناوب جيبي تحوي (R,L,C) يكون:

A	$U_{eff\ R} = U_{eff\ C}$	B	$U_{eff\ R} = U_{eff}$	C	$U_{eff\ C} = U_{eff}$	D	$U_{eff\ L} = U_{eff}$

6- دارة تيار متناوب جيبي فيها (R,L,C) على التسلسل وعندما يكون $X_L > X_C$ فإنّ ممانعة الدارة في هذه الحالة تكون :

A	أصغرية	B	ذاتية	C	سعوية	D	معدومة

7- يكون التوتر متأخر بالطور على التيار في دارة تيار متناوب تحوي:

A	مكثفة	B	وشيعة مهملة المقاومة	C	مقاومة صرفة	D	وشيعة لها مقاومة

8- تكون شدة التيار متقدمة بالطور على التوتر في دارة تيار متناوب تحوي:

A	مكثفة	B	وشيعة مهملة المقاومة	C	مقاومة صرفة	D	وشيعة لها مقاومة

9- يكون التوتر متقدماً بالطور على التيار في دارة تيار متناوب جيبي تحوي:

A	مكثفة ومقاومة على التسلسل	B	مكثفة	C	وشيعة لها مقاومة	D	مقاومة أومية

10- في دارة تحوي على التسلسل (R,L,C) حيث $X_L > X_C$ فإنّ فرق الطور بين التوتر والتيار:

A	$\frac{\pi}{2}$	B	0	C	$\frac{\pi}{3}$	D	$-\frac{\pi}{3}$

11- في دارة تحوي على التفرع (L,C) حيث $X_L < X_C$ فإنّ فرق الطور بين التوتر والتيار:

A	$-\frac{\pi}{2}$	B	0	C	$+\frac{\pi}{2}$	D	$-\frac{\pi}{3}$

12- دارة كهربائية تحوي ذاتية فقط ويمر فيها تيار متناوب جيبي فتكون قيمة عامل استطاعة هذه الدارة:

A	1	B	0	C	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	D	$\frac{1}{2}$

13- وشيعة مقاومتها الأومية R و رديتها $X_L=R$ يمر فيها توتر لحظي يعطى بالعلاقة فتكون ممانعة الوشيعة

A	$R\sqrt{2}$	B	$2R$	C	$\frac{R}{2}$	D	$\frac{R}{\sqrt{2}}$

14- وشيعة رديتها $80\ \Omega$ و مقاومتها $60\ \Omega$ ممانعتها Z_1 ، ووشيعة أخرى رديتها $80\ \Omega$ ومقاومتها مهملة و ممانعتها Z_2 ، فإنّ النسبة $\frac{Z_2}{Z_1}$ تساوي:

A	1	B	1.25	C	0.8	D	60

ثانيًا: أعطِ تفسيرًا علميًّا لكلّ ممّا يأتي باستخدام العلاقات الرياضيَّة المناسبة:

1. لا تنقل الطاقة الكهربائيَّة عبر المسافات البعيدة بواسطة تيَّار متواصل.

للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول

2. تنقل الطاقة الكهربائيَّة بتوتُّر عدَّة آلاف من الفولطات ثمَّ تخفَّض إلى 220 v عند الاستهلاك.

للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول ثم تخفض إلى 220 v عند الاستهلاك لتوافق عمل الأجهزة الكهربائية

3. تصنع النواة في المحوّلة من صفائح او قضبان معزولة من الحديد اللين.

للتقليل من أثر تيارات فوكو وتحسين مردود المحولة

4. لا تستهلك الوشيعة مهملة المقاومة طاقة كهربائيَّة.

لأن عامل استطاعة الوشيعة معدوم.

5. لا تستهلك المكثّفة طاقة كهربائيَّة.

لأن عامل استطاعة المكثفة معدوم.

6. في ظاهرة الطنين إنَّ التوتُّر المنتج بين طرفي المقاومة يساوي التوتُّر المنتج بين طرفي المنبع.

لأن ممانعة الدارة في حالة الطنين تساوي قيمة المقاومة

ثالثًا: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: مأخذ لتيَّار متناوب جيبيّ، التوتُّر اللحظيّ بين طرفيه: $\bar{u} = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(Volt)$

A. نصل طرفي المأخذ بدارة تحوي على التسلسل مقاومة صرفة $R = 30\Omega$ ، وشيعة مقاومتها الأوميَّة مهملة ذاتيتها $L = \frac{2}{5\pi}H$ ، المطلوب حساب:

1. التوتُّر المنتج بين طرفي المأخذ، وتواتر التيَّار.
2. ردّية الوشيعة.
3. الممانعة الكليَّة للدارة.
4. قيمة الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في الدارة.
5. عامل استطاعة الدارة، والاستطاعة المتوسّطة المستهلكة فيها.

B. احسب قيمة سعة المكثّفة الواجب إضافتها على التسلسل إلى الدارة السابقة كي تبقى الشدَّة المنتجة للتيَّار نفسها.

C. نستبدل المكثّفة السابقة بمكثّفة ثانية تجعل الشدَّة على توافق بالطور مع التوتُّر المطبَّق. المطلوب:

1. حساب الشدَّة المنتجة للتيَّار في هذه الحالة.
2. حساب سعة المكثّفة الجديدة.
3. إذا كانت المكثّفة السابقة مؤلّفة من ضمّ مجموعة من المكثّفات المتماثلة لكلّ منها سعة $C_1 = \frac{1}{4\pi}\times 10^{-4}\,F$ حدّد طريقة ضمّ هذه المكثّفات، ثمَّ احسب عددها.

الحل: A

1- حساب التوتر المنتج: $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{150\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 150\ volts$ ، $\omega = 2\pi f \Rightarrow 100\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 50\text{Hz}$

2- حساب ردية الوشيعة: $X_L = \omega L = 100\pi \times \frac{2}{5\pi} = 40\,\Omega$

3- الممانعة الكلية للدارة: $Z = \sqrt{R + X_L^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\,\Omega$

4- قيمة الشدة المنتجة للتيار: $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{150}{50} = 3\,\text{A}$

5- عامل استطاعة الدارة: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = 0.6$

الاستطاعة المستهلكة في الدارة: $P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff}\, \cos\varphi = 50 \times 3 \times 0.6 = 90\,\text{Watt}$

: B

حساب سعة المكثفة: لبقاء الشدة المنتجة للتيار نفسها $\Leftarrow$

(قبل) $Z = Z'$ (بعد)

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

$$50 = \sqrt{30^2 + (40 - X_C)^2}$$

$$2500 = 900 + (40 - X_C)^2$$

$$1600 = (40 - X_C)^2$$

$$40 = \pm(40 - X_C)$$

نختار الحل السالب والذي يعطي: $X_C = 80\,\Omega$

لكن:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow 80 = \frac{1}{100\pi \times C} \Rightarrow C = \frac{1}{8000\pi}\,\text{F}$$

:C

1- بما أن التوتر أصبح على توافق مع الشدة المنتجة يعني الدارة بحالة تجاوب كهربائي أي: $Z = R$ $\Leftarrow$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{150}{30} = 5\ \text{A}$$

2- حساب سعة المكثفة الجديدة:

$$X_L = X_C$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{10^4 \pi^2 \times \frac{2}{5\pi}}$$

$$C = \frac{1}{4\pi} \times 10^{-3}\,\text{F}$$

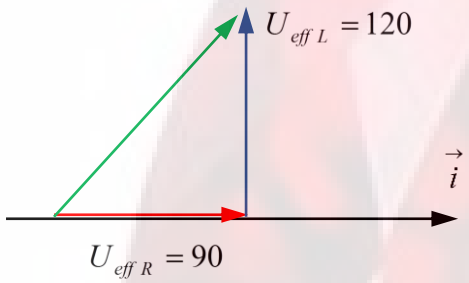
3- بما أنّ $C > C_1$ فطرقة الضم هي التفرع وعدد المكثفات هو

$$n = \frac{C}{C_1} = \frac{\frac{1}{4\pi} \times 10^{-3}}{\frac{1}{4\pi} \times 10^{-4}} = 10$$

المسألة الثانية: مأخذ تيّار متناوب جيبيّ، تواتره $f = 50\ Hz$ ، نصل بين طرفيه على التسلسل مقاومة أوميّة $R = 30\Omega$ ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L فيكون التوتُّر المنتج بين طرفي المقاومة $U_{eff_R} = 90\ V$ والتوتر المنتج بين طرفي الوشيعة $U_{eff_L} = 120\ V$ ، المطلوب:

1. احسب قيمة التوتُّر المنتج الكليّ بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فرينل.
2. احسب قيمة الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في الدارة.
3. احسب قيمة ذاتيَّة الوشيعة، ثمَّ اكتب التابع الزمنيّ للتوتُّر بين طرفي الوشيعة.
4. احسب عامل استطاعة الدارة.
5. نضيف للدارة السابقة على التسلسل مكثّفة مناسبة سعتها C ، فتصبح قيمة عامل استطاعة الدارة مساوية للواحد، المطلوب:
   a. احسب سعة المكثّفة المضافة.
   b. احسب الاستطاعة المتوسّطة المستهلكة في الدارة في هذه الحالة.

الحل:



1- حساب النبض: $\omega_0 = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi\ \text{rad.s}^{-1}$

حساب التوتر المنتج الكلي:

$$U_{eff} = \sqrt{(90)^2 + (120)^2} = 150\,\text{volts}$$

2- حساب الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff\,R}}{R} = \frac{90}{30} = 3\ \text{A}$$

3- حساب ذاتية الوشيعة:

$$X_L = \frac{U_{eff\,L}}{I_{eff}} = \frac{120}{3} = 40\ \Omega$$

$$X_L = \omega L \Rightarrow 40 = 100\pi\ L \Rightarrow L = \frac{2}{5\pi}\text{H}$$

4- حساب عامل استطاعة الدارة: $\cos\varphi = \frac{U_{eff\,R}}{U_{eff}} = \frac{90}{150} = 0.6$

5- بما أن عامل استطاعة الدارة أصبحت قيمته الواحد فالدارة في حالة تجاوب:

(a

$$X_C = X_L$$

$$\frac{1}{\omega C} = X_L$$

$$\frac{1}{100\pi C} = 40 \Rightarrow C = \frac{1}{4000\pi}\text{F}$$

(b حساب الاستطاعة المستهلكة: $Z = R \Leftarrow$

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{150}{30} = 5\text{A}$$

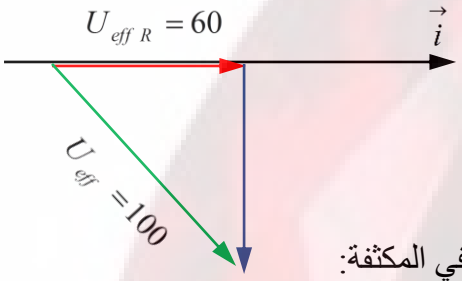
الاستطاعة: $P_{avg} = R I_{eff}^2 = 30 \times (5)^2 = 750\,\text{watt}$

المسألة الثالثة : مأخذ تيَّار متناوب جيبيّ، تواتره 50HZ وتوتُّره المنتج 100 V نصل بين طرفيه على التسلسل مقاومة أوميَّة R التوتُّر المنتج بين طرفيها $60V$ ومكثّفة سعتها $C = \frac{1}{4000\pi} F$ المطلوب:

1. احسب التوتُّر المنتج بين طرفي المكثّفة باستخدام إنشاء فرينل.
2. احسب الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في الدارة.
3. احسب قيمة المقاومة الأوميَّة.
4. احسب ذاتيَّة الوشيعة مهملة المقاومة الواجب وصلها على التسلسل مع الدارة السابقة بحيث تبقى الشدَّة المنتجة للتيَّار ذاتها.

الحل:

1- حساب النبض: $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$



حسب انشاء فرينل: $\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{eff\,R} + \vec{U}_{eff\,C}$

$$U_{eff}^2 = U_{eff\,R}^2 + U_{eff\,C}^2$$

$$100^2 = 60^2 + U_{eff\,C}^2$$

$$U_{eff\,C} = 80 \text{ volts}$$

2- حساب الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة: من قانون أوم بين طرفي المكثفة:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff\,C}}{X_C} = \frac{U_{eff\,C}}{\frac{1}{\omega C}} = U_{eff\,C} \times \omega C = 80 \times 100\pi \times \frac{1}{4000\pi} = 2 \text{ A}$$

3- حساب قيمة المقاومة الأومية: من قانون أوم $R = \frac{U_{eff\,R}}{I_{eff}} = \frac{60}{2} = 30\ \Omega$

4- حساب ذاتية الوشيعة لبقاء الشدة المنتجة للتيار نفسها ⇐

(قبل) $Z = Z'$ (بعد)

$\sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ بالتربيع والاختصار

$X_C^2 = (X_L - X_C)^2$ بالجذر : نختار الجذر الموجب

$$X_L = 2X_C$$

$$\omega L = 2 \times \frac{1}{\omega C}$$

$$L = \frac{2}{\omega^2 C} = \frac{2}{10000\pi^2 \times \frac{1}{4000\pi}} = \frac{4}{5\pi} \text{H}$$

المسألة الرابعة: مأخذ تيَّار متناوب جيبيّ، نضع بين طرفيه على التسلسل مقاومة R ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L ومكثّفة مشحونة سعتها C ، إذا علمت أن التوتُّرات المنتجة هي :

$U_{effc}=40$ ، $U_{effR}=80$ ، $U_{effL}=100V$ ، المطلوب:

1. احسب التوتُّر المنتج المطبَّق على الدارة باستخدام إنشاء فرينل.
2. إذا كانت الشدَّة اللحظيَّة بين طرفي الدارة تُعطى بالعلاقة: $\bar{i}=10\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (A) .

المطلوب:

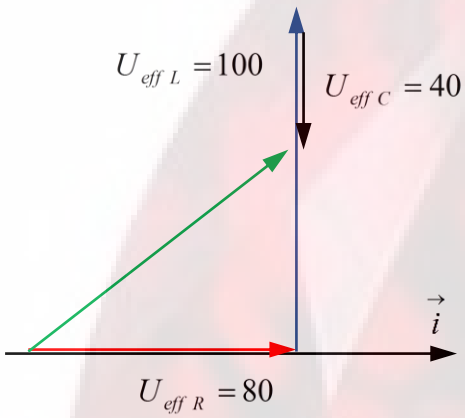
a. احسب الشدَّة المنتجة وتواتر التيَّار.

b. احسب قيمة كلّ من C، L ، R

c. احسب ممانعة الدارة.

d. احسب الاستطاعة المتوسّطة المستهلكة في الدارة.

الحل:



1- حساب التوتر الكلي:

$$\vec{U}_{eff}=\vec{U}_{eff\,R}+\vec{U}_{eff\,C}+\vec{U}_{eff\,L}$$

$$U_{eff}=\sqrt{U_{eff\,R}^2+(U_{eff\,L}-U_{eff\,C})^2}$$

$$U_{eff}=\sqrt{80^2+(100-40)^2}$$

$$U_{eff}=100 \text{ volts}$$

2- حساب الشدة المنتجة للتيار:

a) $I_{eff}=\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}=\frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=10$ A ، تواتر التيار: $\omega=2\pi f \Rightarrow 100\pi=2\pi f \Rightarrow f=50\text{Hz}$

b) حساب R : $R=\frac{U_{effR}}{I_{eff}}=\frac{80}{10}=8\ \Omega$

حساب L : $X_L=\frac{U_{eff\,L}}{I_{eff}} \Rightarrow \omega L=\frac{U_{eff\,L}}{I_{eff}} \Rightarrow L=\frac{U_{eff\,L}}{\omega I_{eff}}=\frac{80}{100\pi\times 10}=\frac{8}{100\pi}\text{H}$

حساب C : $X_C=\frac{U_{eff\,C}}{I_{eff}} \Rightarrow \frac{1}{\omega C}=\frac{U_{eff\,L}}{I_{eff}} \Rightarrow C=\frac{I_{eff}}{\omega U_{eff\,C}}=\frac{10}{100\pi\times 40}=\frac{1}{400\pi}\text{F}$

c) حساب ممانعة الدارة:

لدينا $Z=\frac{U_{eff}}{I_{eff}}=\frac{100}{10}=10\ \Omega$

d) حساب الاستطاعة المستهلكة: $P_{avg}=U_{eff}.I_{eff}.\cos\varphi=U_{eff}.I_{eff}.\frac{U_{effR}}{U_{eff}}=100\times 10\times\frac{80}{100}=800$ watt

المسألة الخامسة: يعطى التوتُّر اللحظيّ بين طرفي مأخذ تيَّار متناوب بالعلاقة $\bar{u} = 60\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V) نصل بين طرفيه فرعين؛ الأوَّل يحوي مقاومة صرفة R يمرُّ فيها تيَّار شدَّته المنتجة 4A ويحوي الفرع الثاني وشيعة مهملة المقاومة يمرُّ فيها تيَّار شدَّته المنتجة 3A ، المطلوب حساب:

1. التوتَّر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيَّار.
2. قيمة المقاومة الصرفة وردية الوشيعة.
3. قيمة الشدَّة المنتجة الكليَّة باستخدام إنشاء فرينل.
4. اكتب التابع الزمنيّ للشدَّة اللحظيَّة في فرع الوشيعة.
5. الاستطاعة الكليَّة المستهلكة في الدارة.

الحل:

1- حساب التوتر المنتج $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{60\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 60 \text{ volts}$

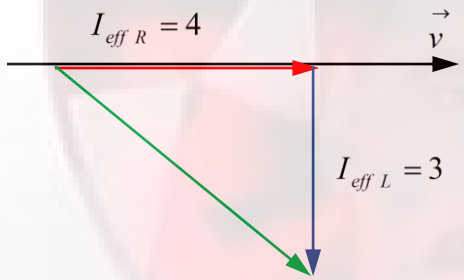
تواتر التيار: $\omega = 2\pi f \Rightarrow 100\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 50\,\text{Hz}$

2- حساب قيمة المقاومة وردية الوشيعة:

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,R}} = \frac{60}{4} = 15\ \Omega$$

$$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,L}} = \frac{60}{3} = 20\ \Omega$$

3- حساب قيمة الشدة المنتجة الكلية:



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,R} + \vec{I}_{eff\,L}$$

$$I_{eff} = \sqrt{I_{effR}^2 + I_{effL}^2}$$

$$I_{eff} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ A}$$

4- التابع الزمني للشدة اللحظية في فرع الوشيعة:

$$\bar{i} = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$$

5- الاستطاعة الكلية المستهلكة في الدارة: هناك طريقتان:

طريقة 1	طريقة 2
$P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}.\cos\varphi$ $P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}.\frac{I_{effR}}{I_{eff}}$ $P_{avg} = 60\times5\times\frac{4}{5} = 240 \text{ watt}$	$P_{avg} = P_{avg\,R} + P_{avg\,L}$ $P_{avg} = U_{eff}.I_{eff\,R}\cos(0) + U_{eff}.I_{eff\,L}\cos(-\frac{\pi}{2})$ $P_{avg} = 60\times4\times1 + 60\times3\times0$ $P_{avg} = 240 \text{ watt}$

المسألة السادسة: نطبق بين نقطتين a،b فرقًا في الكمون متناوبًا جيبيًّا قيمته المنتجة $100V$ وتواتره $f = 50\,Hz$ ، نصل بين (a,b) مقاومة صرفة $R = 50\,\Omega$ ، المطلوب:

1. اكتب تابع شدَّة التيَّار في المقاومة.
2. نصل a،b بفرع آخر يحوي مقاومة صرفة $R' = 20\,\Omega$ موصولة على التسلسل مع مكثّفة سعتها C حيث ممانعة هذا الفرع $20\sqrt{2}\Omega$ ، المطلوب:
   a. احسب شدَّة التيَّار المارّ في هذا الفرع.
   b. احسب سعة المكثّفة
   c. اكتب التابع الزمنيّ لشدَّة التيَّار المارّ في هذا الفرع.
3. احسب قيمة الشدَّة المنتجة للتيَّار في الدارة الأصليَّة باستخدام إنشاء فرينل.
4. احسب الاستطاعة المتوسّطة المستهلكة في جملة الفرعين، واحسب عامل استطاعة الدارة.

الحل:

1- تابع شدة التيار في المقاومة: من الشكل: $i = I_{\max}\cos(\omega t + \varphi)$

- حساب $I_{eff\,R} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{100}{50} = 2\text{ A} \Leftarrow I_{\max} = I_{eff\,R}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}\text{ A}$
- $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi \text{rad.s}^{-1}$
- $\varphi = 0$

$$i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t$$

-2

a) حساب الشدة المنتجة للتيار في الفرع الثاني: $I_{eff\,2} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{100}{20\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 2.5\sqrt{2}\text{ A}$

b) حساب سعة المكثفة:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X_C^2}$$
$$20\sqrt{2} = \sqrt{400 + X_C^2}$$
$$800 = 400 + X_C^2$$
$$X_C^2 = 400$$
$$X_C = 20\ \Omega$$
$$\frac{1}{\omega C} = 20 \Rightarrow C = \frac{1}{2000\pi}\text{F}$$

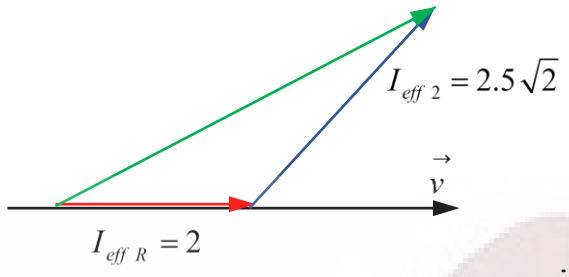
c) التابع الزمني للتيار في الفرع الثاني:

$$i_2 = I_{\max}\cos(\omega t + \varphi')$$

- $I_{\max} = I_{eff\,2}\sqrt{2} = \frac{5}{\sqrt{2}} \times \sqrt{2} = 5\text{A}$
- $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi \text{rad.s}^{-1}$
- حساب φ': لدينا $\cos\varphi' = \frac{R'}{Z} = \frac{20}{20\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi' = \pm\frac{\pi}{4}$ نختار $\varphi' = +\frac{\pi}{4}$

لأن التيار متقدم على التوتر في فرع المكثفة $i_2 = 5\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$

3- حساب الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية من العلاقة:



$$I_{eff}^2 = I_{eff\ R}^2 + I_{eff\ 2}^2 + 2 I_{eff\ R}.I_{eff\ 2} \cos\frac{\pi}{4}$$

$$I_{eff}^2 = 4 + 12.5 + 2\times 2\times 2.5\sqrt{2}\times\frac{1}{\sqrt{2}} = 26.5$$

$$I_{eff} = \sqrt{26.5} \simeq 5.147\ \text{A}$$

4- حساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في جملة الفرعين:

$$P_{avg} = P_{avg\,1} + P_{avg\,2}$$

$$P_{avg} = U_{eff}.I_{eff\ R}\cos(0) + U_{eff}.I_{eff\ 2}\cos\frac{\pi}{4}$$

$$P_{avg} = 100\times 2\times 1 + 100\times 2.5\sqrt{2}\times\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$P_{avg} = 200 + 250 = 450\ \text{watt}$$

حساب عامل استطاعة الدارة:

$$P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}\ \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff}.I_{eff}} = \frac{450}{100\times 5.147} \simeq 0.874$$

المسألة السابعة: مأخذ لتيَّار متناوب جيبيّ نطبّق بين طرفيه توتُّرًا متناوبًا جيبيًّا، قيمته المنتجة $240V$ تواتره $50Hz$ ، نصل بين طرفي هذا المأخذ فرعين؛ الأوَّل يحوي مقاومة أوميَّة $R = 30\Omega$ ، والفرع الثاني يحوي وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L فيمرُّ فيه تيارًا شدَّته المنتجة $4A$ ، المطلوب:

1. احسب الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في الفرع الأول.
2. احسب ذاتيَّة الوشيعة المهملة المقاومة.
3. احسب الشدَّة المنتجة للتيَّار المارَّة في الدارة باستخدام إنشاء فرينل.
4. اكتب التابع الزمنيّ للتوتُّر اللحظيّ بين طرفي المنبع.
5. احسب الاستطاعة المتوسّطة المستهلكة في جملة الفرعين، واحسب عامل استطاعة الدارة.

الحل:

1- حساب الشدة المنتجة للتيار في الفرع الأول: $I_{eff\ R} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{240}{30} = 8\ \text{A}$

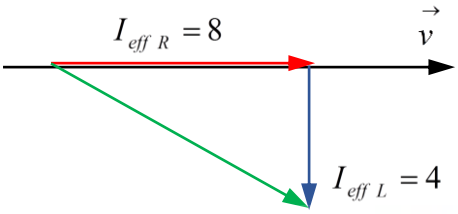
2- حساب ذاتية الوشيعة:

$$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff\ L}} = \frac{240}{4} = 60\ \Omega$$

$$\omega L = 60$$

$$L = \frac{60}{2\pi f} = \frac{60}{100\pi} = \frac{6}{10\pi}\ \text{H}$$

3- حساب الشدة المنتجة للتيار في الدارة الأصلية:



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,R} + \vec{I}_{eff\,L}$$

$$I_{eff} = \sqrt{I_{effR}^2 + I_{effL}^2}$$

$$I_{eff} = \sqrt{8^2 + 4^2} = 4\sqrt{5}\ \text{A}$$

4- تابع التوتر اللحظي من الشكل:

$$u = U_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$

$$u = 240\sqrt{2}\cos(100\pi t)$$

5- حساب الاستطاعة في جملة الفرعين: $P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}.\cos\varphi$

$$P_{avg} = U_{eff}.I_{eff}.\frac{I_{effR}}{I_{eff}}$$

$$P_{avg} = 240 \times 4\sqrt{5} \times \frac{8}{4\sqrt{5}} = 1920\ \text{watt}$$

المسألة الثامنة : يبلغ عدد لفَّات أوليَّة محوّلة كهربائيَّة $N_p = 125$ لفَّة، وعدد لفَّات ثانويتها $N_s = 375$ لفَّة، والتوتّر اللحظيّ بين طرفي الثانويَّة يُعطى بالمعادلة: $u_s = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (v). المطلوب:

1. احسب نسبة التحويل، ثمَّ بيّن المحوّلة رافعةٌ للتوتّر أم خافضة له؟
2. احسب قيمة التوتُّر المنتج بين طرفي كلّ من الدارة الثانويَّة والأوليَّة.
3. نصل طرفي الدارة الثانويَّة بمقاومة صرف $R = 30\ \Omega$ ، احسب قيمة الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في الدارة الثانويَّة.
4. نصل على التفرُّع مع المقاومة السابقة وشيعة مهملة المقاومة، فيمرُّ في فرع الوشيعة تيَّار شدَّته المنتجة $I_{eff} = 3\ \text{A}$ ، احسب رديَّة الوشيعة، ثمَّ اكتب التابع الزمني لشدَّة التيَّار المارّ في الوشيعة.
5. احسب قيمة الشدَّة المنتجة الكليَّة في الدارة الثانويَّة باستخدام إنشاء فرينل.
6. احسب قيمة الاستطاعة المتوسّطة المستهلكة في الدارة، وعامل استطاعة الدارة.

-1

$$\mu = \frac{N_s}{N_p} = \frac{375}{125} = 3$$

المحوّلة رافعة للتوتر $\mu > 1$

-2

$$U_{eff_s} = \frac{U_{max_S}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\ V$$

$$\mu = \frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}}$$

$$3 = \frac{120}{U_{eff_P}} \Rightarrow U_{eff_P} = 40\,V$$

-3

$$U_{eff_s} = R\ I_{eff_s}$$

$$120 = 30 \times I_{eff_s}$$

$$I_{eff_s} = 4\ A$$

-4

$$U_{eff_s} = X_L I_{eff_{s_2}}$$

$$120 = X_L \times 3$$

$$X_L = 40\ \Omega$$

-5

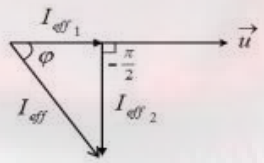
$$\overline{i_2} = I_{max_2}\cos(\omega t + \overline{\varphi_2})$$

$$I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2}$$

$$I_{max_2} = 3\sqrt{2}\ (A)$$

$$\overline{\varphi_2} = -\frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\overline{i_2} = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$$



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2$$

$$25 = 16 + I_{eff_2}^2$$

$$I_{eff_2} = 3\ A$$

-6

$$P_{avg_1} = U_{eff}\ I_{eff_1}\cos\varphi_1$$

$$P_{avg_1} = 120 \times 4 \times 1$$

$$P_{avg_1} = 480\ W$$

$$P_{avg_2} = U_{eff}\ I_{eff_2}\cos\frac{\pi}{2}$$

$$P_{avg_1} = 120 \times 3 \times 0$$

$$P_{avg_2} = 0\ W$$

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$$

$$P_{avg} = 480 + 0$$

$$P_{avg} = 480\ W$$

$$P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff}\cos\varphi$$

$$480 = 120 \times 5\cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{480}{600} = 0.8$$

المسألة التاسعة: يبلغ عدد لفَّات أوليَّة محوّلة 3750 لفَّة، وعدد لفَّات ثانويَّتها 125 لفَّة، نطبّق بين طرفي الأوليَّة توتُّرًا منتجًا $U_{eff_P} = 3000\ V$ ، ونربط بين طرفي الثانويَّة دارة تحوي على التفرُّع:

- مقاومة صرف الاستطاعة المستهلكة فيها $P_{avg_1} = 1000\ W$
- وشيعة لها مقاومة أوميَّة الاستطاعة المستهلكة فيها $P_{avg_2} = 1000\ W$ ، يمرُّ فيها تيَّار يتأخَّر بالطور عن التوتُّر المطبَّق بمقدار $\frac{\pi}{3} rad$ ، المطلوب حساب:

1. قيمة الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في المقاومة.
2. قيمة الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في المحرّك.
3. قيمة الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في ثانويَّة المحوّلة.
4. الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في الدارة الأوليَّة للمحوّلة.
5. عامل الاستطاعة في جملة الفرعين.

الحل:

1-
$$\frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{N_S}{N_P}$$

$$U_{eff_S} = \frac{U_{eff_P}\ N_S}{N_P} = \frac{125 \times 3000}{3750} = 100\,V$$

$$P_{avg_1} = U_{eff_S}\ I_{eff_{S_1}}$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_{S_1}} \Rightarrow I_{eff_{S_1}} = 10\ A$$

2-
$$P_{avg_2} = U_{eff_S}\ I_{eff_{S_2}}$$

$$1000 = 100 \times I_{eff_{S_2}} \Rightarrow I_{eff_{S_2}} = 10\ A$$

3-
$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$$

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

$$I_{eff}^2 = (10)^2 + (10)^2 + 2\,(10)\,(10)\cos(\frac{\pi}{3} - 0)$$

$$I_{eff} = 10\sqrt{3}\ A$$

4-
$$\frac{N_S}{N_P} = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_S}}$$

$$\frac{125}{3750} = \frac{I_{eff_P}}{10\sqrt{3}} \Rightarrow I_{eff_P} = \frac{\sqrt{3}}{3}\ A$$

5- عامل الاستطاعة في جملة الفرعين:

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$$

$$P_{avg} = 1000 + 1000$$

$$P_{avg} = 2000\ W$$

$$P_{avg} = U_{eff}\ I_{eff} \cos\varphi$$

$$2000 = 100 \times 10\sqrt{3}\ \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

المسألة العاشرة: يبلغ عدد لفَّات أوليَّة محوّلة كهربائيَّة $N_P = 150$ لفَّة، وعدد لفَّات ثانويَّتها $N_s = 300$ لفَّة، ويُعطى التوتُّر اللحظيّ بين طرفي ثانويَّتها $\overline{u_s} = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V)، المطلوب:

1. هل المحوّلة خافضة أم رافعة للتوتُّر؟
2. احسب قيمة التوتُّر المنتج بين طرفي الدارتين الأوليَّة والثانويَّة.
3. نصل طرفي الدارة الثانويَّة دارة تحوي على التفرُّع مقاومة أوميَّة $R = 10\ \Omega$ والثاني يحوي مكثّفة سعتها C، فيمرُّ في الدارة الأصليَّة تيَّار شدَّته المنتجة 13 A، المطلوب:
   a. احسب الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في فرع المقاومة.
   b. احسب الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في فرع المكثّفة باستخدام إنشاء فرينل.
   c. احسب سعة المكثّفة، ثمَّ اكتب التابع الزمنيّ للشدَّة اللحظيَّة في فرع المكثّفة.

الحل:

1- المحولة رافعة للتوتر لأن: $\mu = \frac{U_{eff\,S}}{U_{eff\,P}} = \frac{300}{150} = 2 \Rightarrow \mu \rangle 1$

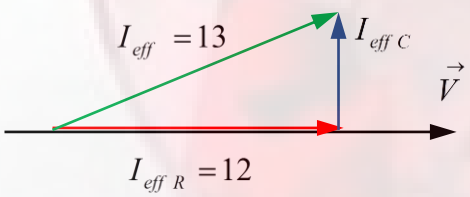
2- $U_{eff\,S} = \frac{U_{max S}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\,\text{volts}$

$$\mu = \frac{U_{eff\,S}}{U_{eff\,P}} \Rightarrow U_{eff\,P} = \frac{U_{eff\,S}}{\mu} = \frac{120}{2} = 60\,\text{volts}$$

3- a) حساب الشدة المنتجة للتيار في فرع المقاومة:

$$I_{eff\,R} = \frac{U_{eff\,S}}{R} = \frac{120}{10} = 12\ \text{A}$$

b) حساب الشدة المنتجة للتيار في فرع المكثفة:



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,R} + \vec{I}_{eff\,C}$$
$$I_{eff} = \sqrt{I_{effR}^2 + I_{eff\,C}^2}$$
$$13 = \sqrt{12^2 + I_{eff\,C}^2}$$
$$I_{eff\,C} = 5\ \text{A}$$

c) حساب سعة المكثفة:

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,C}} \Rightarrow C = \frac{I_{eff\,C}}{\omega U_{eff}} = \frac{5}{100\pi \times 120} = \frac{1}{2400\pi}\text{F}$$

$$i = I_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$
$$i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$$

المسألة الحادية عشرة: يبلغ عدد لفَّات أوليَّة محوّلة كهربائيَّة $N_P = 600$ لفَّة، وعدد لفَّات ثانويَّتها $N_s = 300$ لفَّة، ويُعطى التوتُّر اللحظيّ بين طرفي ثانويَّتها $\overline{u_s} = 120\sqrt{2}\cos 100\,\pi t$ (V) . المطلوب:

1. هل المحوّلة خافضة أم رافعة للتوتُّر؟
2. احسب قيمة التوتُّر المنتج بين طرفي الدارتين الأوليَّة والثانويَّة.
3. نصل أحد طرفي الدارة الثانويَّة بدارة تحوي على التفرُّع مقاومة أوميَّة $R = 10\ \Omega$ والثاني يحوي مكثّفة سعتها C، فيمرُّ في الدارة الأصليَّة تيَّار شدَّته المنتجة 13 A. المطلوب:
   a. احسب الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في فرع المقاومة.
   b. احسب الشدَّة المنتجة للتيَّار المارّ في فرع المكثّفة باستخدام إنشاء فرينل، واكتب التابع الزمنيّ للشدَّة اللحظيَّة للتيَّار المارّ فيها.
   c. احسب سعة المكثّفة.

الحل:

1- المحولة خافضة للتوتر لأن: $\mu = \frac{U_{eff\,S}}{U_{eff\,P}} = \frac{300}{600} = 0.5 \Rightarrow \mu \langle 1$

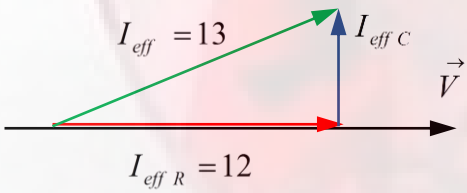
-2 $U_{eff\,S} = \frac{U_{max S}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120\,\text{volts}$

$$\mu = \frac{U_{eff\,S}}{U_{eff\,P}} \Rightarrow U_{eff\,P} = \frac{U_{eff\,S}}{\mu} = \frac{120}{0.5} = 240\,\text{volts}$$

-3 a) حساب الشدة المنتجة للتيار في فرع المقاومة:

$$I_{eff\,R} = \frac{U_{eff\,S}}{R} = \frac{120}{10} = 12\ \text{A}$$

b) حساب الشدة المنتجة للتيار في فرع المكثفة:



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff\,R} + \vec{I}_{eff\,C}$$
$$I_{eff} = \sqrt{I_{effR}^2 + I_{eff\,C}^2}$$
$$13 = \sqrt{12^2 + I_{eff\,C}^2}$$
$$I_{eff\,C} = 5\ \text{A}$$

c) حساب سعة المكثفة:

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{U_{eff}}{I_{eff\,C}} \Rightarrow C = \frac{I_{eff\,C}}{\omega U_{eff}} = \frac{5}{100\pi \times 120} = \frac{1}{2400\pi}\,\text{F}$$

$$i = I_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$
$$i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$$

حل تمارين الدارات المهتزة

والتيارات عالية التواتر

أولاً:

اختر الإجابة الصَّحيحة لكلّ ممَّا يأتي:

1. تتألَّف دارة مهتزَّة من مكثَّفة سعتها C ووشيعة ذاتيَّتها L دورها الخاصّ T_0 استبدلنا المكثَّفة C بمكثَّفة أخرى سعتها $C' = 2C$ يصبح دورها الخاصّ T_0' فتكون العلاقة بين الدَّورين:

A) $\boxed{T_0' = \sqrt{2}\, T_0}$ B) $T_0 = \sqrt{2}\, T_0'$

C) $T_0 = 2T_0'$ D) $T_0' = 2T_0$

2. تتألَّف دارة مهتزَّة من مكثَّفة سعتها C وذاتيَّة L وتواترها الخاصّ f_0 نستبدل الذاتيَّة بذاتيَّة أخرى بحيث $L' = 2L$ والمكثَّفة بمكثَّفة أخرى سعتها $C' = \frac{C}{2}$ فيصبح تواترها الخاصّ

A) $\boxed{f_0' = f_0}$ B) $f_0' = 2f_0$

C) $f_0' = \frac{1}{2} f_0$ D) $f_0' = \frac{1}{4} f_0$

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- لا يمكن. لعدم وجود وشيعة تختزن الطاقة التي تعطيها المكثفة.

2- يكون التفريغ لا دورياً إذا بلغت المقاومة قيمة كبيرة نسبياً.

التفسير: إن الطاقة التي تعطيها المكثفة للوشيعة والمقاومة تتحوّل إلى حرارة بفعل جول في المقاومة ، حيث تتبدّد كامل طاقة المكثفة دفعة واحدة أثناء تفريغ شحنتها الأولى عبر الوشيعة ومقاومة الدارة.

3- الطاقة الكلية في الدارة المهتزة تساوي مجموع هاتين الطاقتين أي: $E = E_C + E_L$

نعوض $E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$

ولكن $\bar{q} = q_{max} \cos(\omega_0 t)$ ، $\bar{i} = -\omega_0 q_{max} \sin(\omega_0 t)$

نعوض نجد: $E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C} \sin^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2} L \omega_0^2 q_{max}^2 \cos^2(\omega_0 t)$

ولكن: $L\omega_0^2 = \frac{1}{C}$

بالتعويض والاختصار نجد: $E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C} = const$

4- تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها في الوشيعة فيزداد تيار الوشيعة ببطء حتى يصل إلى قيمة عظمى نهاية ربع الدور الأول من التفريغ عندما تفقد المكثفة كامل شحنتها فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية عظمى $E_L = \frac{1}{2} L I_{max}^2$.

ثمّ يقوم تيار الوشيعة بشحن المكثفة حتى يصبح تيارها معدوم وتصبح شحنة المكثفة عظمى فتختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى $E_C = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$، وهذا يتحقق في نهاية نصف الدور الأول.

أما في نصف الدور الثاني: تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ في الاتجاه المعاكس نظراً لتغيّر شحنة اللبوسين، وهكذا يتم تبادل الطاقة بين المكثفة والوشيعة.

ثالثاً: اعط تفسيرا علميا مع كتابة العلاقات المناسبة عند اللزوم:

1- يتم نقل التيّارات عالية التواتر بواسطة كابلات خاصة ذات مقاطع كبيرة للأسلاك

2- ممانعة المكثفة (اتساعية المكثفة) تعطى بالعلاقة: $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$

نجد أن اتساعية المكثفة تتناسب **عكساً** مع تواتر التيار ففي حالة التيارات منخفضة التواتر تكون ممانعة المكثفة كبيرة.

3- ممانعة الوشيعة مهملة المقاومة (ردّية الوشيعة) تعطى بالعلاقة: $X_L = \omega L = 2\pi f L$ نجد أن ردّية الوشيعة تتناسب **طرداً** مع تواتر التيار ففي حالة التيارات عالية التواتر تكون ممانعة الوشيعة كبيرة.

4- يمر التيار عالي التواتر في المكثفة لأنها تبدي مانعة صغيرة لها .

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ (f كبير X_C صغيرة).

ويمرالتيار منخفض التواتر في الوشيعة لأنها تبدي مانعة صغيرة لها

$X_L = \omega L = 2\pi f L$ (f منخفض X_L صغيرة).

رابعاً: حلّ المسائل الآتية:

مسألة (1):

تتألّف دارة مهتزّة من:

1- مكثّفة إذا طُبّق بين لبوسيها فرق كمون 50 V شحن كلّ من لبوسيها $0.5\ \mu C$.

2- وشيعة طولها 10 cm وطول سلكها 16 m بطبقة واحدة مقاومتها مهملة. **المطلوب:**

a. احسب تواتر الاهتزازات الكهربائيَّة المارَّة فيها.

b. احسب شدَّة التيَّار الأعظميّ المارّ في الدَّارة.

الحل:

a) حساب سعة المكثفة: $C = \frac{q}{U} = \frac{0.5\times10^{-6}}{50} = 10^{-8}\,C$

حساب ذاتية الوشيعة: تعطى ذاتية الوشيعة بالعلاقة: $L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell}$

لكن : $s = \pi r^2$ و $N = \frac{\ell'}{2\pi r} \Rightarrow N^2 = \frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2}$ حيث ℓ' طول سلط الوشيعة، نعوض بقانون الذاتية:

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2}\frac{\pi r^2}{\ell} = 10^{-7}\times\frac{\ell'^2}{\ell}$$

$$L = 10^{-7}\times\frac{256}{10\times10^{-2}} = 256\times10^{-6}\,H$$

حساب تواتر الاهتزازات الكهربائية:(نعتبر $4\pi \approx 12.5$):

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{256\times10^{-6}\times10^{-8}}} = \frac{1}{32\pi\times10^{-7}} \approx 10^5\,Hz$$

b) حساب شدة التيار الأعظمي: $I_{max} = \omega_0 q_{max} = 2\pi f \times q_{max} = 2\pi\times10^5\times0.5\times10^{-6} = \pi\times10^{-1}\,A$

مسألة (2):

نريد أن نحقّق دارة مهتزّة مفتوحة طول موجة الاهتزاز الذي تشعُّه 200 m فنؤلّفها من ذاتيَّة قيمتها $0,1\ \mu H$ ومن مكثّفة متغيّرة السّعة.

احسب سعة المكثّفة اللازمة لذلك علمًا أنَّ سرعة انتشار الاهتزاز $3\times10^{8}\ m.s^{-1}$

الحل:

$$T_\circ = 2\pi\sqrt{L\,C}$$

سعة المكثفة $$C = \frac{T_\circ^{\,2}}{4\pi^2 L}$$

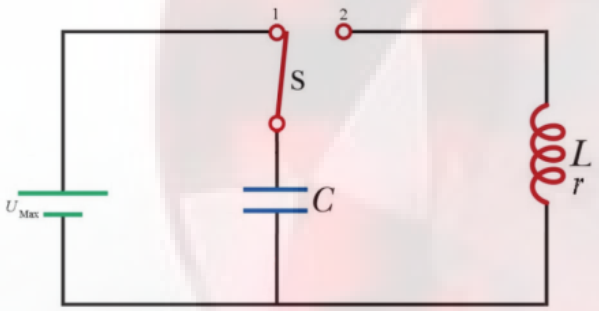
سرعة انتشار الضوء $$C = \frac{\lambda}{T_\circ} \Rightarrow T_\circ = \frac{\lambda}{C}$$

$$T_\circ = \frac{200}{3\times10^{8}} = \frac{2}{3}\times10^{-6}\ s$$

$$C = \frac{T_\circ^{\,2}}{4\pi^2 L} = \frac{\left(\frac{2}{3}\times10^{-6}\right)^2}{4\pi^2\times0.1\times10^{-6}}$$

$$C = \frac{1}{9}\times10^{-6}\ F$$

مسألة (3):



نكوّن دارة كما في الشّكل والمؤلّفة من:

a. مكثّفة سعتها $C = 2\times10^{-5}$ F .

b. وشيعة مقاومتها r وذاتيّتها L .

c. مولّد يُعطي توترًا ثابتًا قيمته $U_{max} = 6$ V .

d. قاطعة.

1. نغلق القاطعة في الوضع (1) لنشحن المكثّفة.

احسب الشّحنة المختزنة في المكثّفة عند نهاية الشّحن.

2. نغلق القاطعة في الوضع (2)، **فسّر ما يحدث في الدّارة.**

الحل:

(A

$$q_{max} = C\ U_{max}$$

$$q_{max} = 2\times10^{-5}\times6$$

$$q_{max} = 12\times10^{-5}\ C$$

(B عندما تلامس القاطعة الوضع 2 تتفرغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة على شكل تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه سعة الاهتزاز لعدم وجود مولد حتى ينعدم تيار التفريغ .

مسألة (4):

مكثّفة سعتها $C = 10^{-12}\,\text{F}$ تشحن بواسطة مولّد تيّار متواصل فرق الكمون بين طرفيه $U_{max} = 10^{3}\,\text{V}$ ومقاومته مهملة.

1. احسب شحنة المكثّفة والطّاقة المختزنة فيها.
2. بعد شحن المكثّفة توصل بوشيعة ذاتيّتها $L = 16\text{mH}$ مقاومتها الأوميّة مهملة. المطلوب:
   a. حساب تواتر الاهتزازات الكهربائيّة.
   b. اكتب التّابع الزّمنيّ لكلّ من الشّحنة وشدّة التيّار بدءًا من الشّكل العامّ معتبرًا مبدأ الزّمن لحظة وصل المكثّفة المشحونة بالوشيعة.

الحل:

1- حساب شحنة المكثفة: $q = CU = 10^{-12} \times 10^{3} = 10^{-9}\,\text{C}$

حساب الطاقة المختزنة فيها: $E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{10^{-18}}{10^{-12}} = 5 \times 10^{-6}\,\text{J}$

2- حساب التواتر:

a) $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16 \times 10^{-3} \times 10^{-12}}} = \frac{1}{2\sqrt{\pi^2 \times 16 \times 10^{-15}}} = \frac{10^7}{8} = 125 \times 10^4\,\text{Hz}$

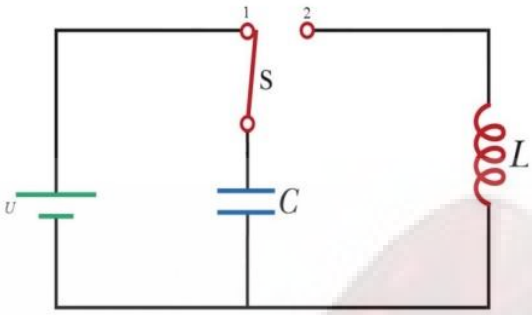
b) التابع الزمني للشحنة:

$$q = q_{max}\cos(2\pi f\ )t$$
$$q = 10^{-9}\cos 2\pi \times 125 \times 10^4 t$$
$$q = 10^{-9}\cos 25\pi \times 10^5 t$$

التابع الزمني للتيار:

$$i = 25\pi \times 10^{-4}\cos(25\pi \times 10^5 t + \frac{\pi}{2})$$

مسألة (5):



1. نركّب الدَّارة الموضَّحة بالشَّكل حيث $U = 10^3$ V $C = 10^{-12}$ F $L = 10^{-3}$ H نصل القاطعة إلى الوضع (1) احسب القيمة العظمى لشحنة المكثّفة.
2. نحوّل القاطعة إلى الوضع (2) احسب تواتر التيَّار المهتزّ المارّ من الوشيعة ونبضه، واكتب التَّابع الزَّمنيّ للشدَّة اللحظيَّة معتبرًا مبدأ الزَّمن لحظة وصل القاطعة إلى النّقطة (2).

الحل:

1- $q_{max} = C\ U_{max}$

$q_{max} = 10^{-12} \times 10^3$

$q_{max} = 10^{-9}\ C$

2- $f_\circ = \dfrac{1}{T_\circ}$

$T_\circ = 2\pi\sqrt{L\ C}$

$T_\circ = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-12}}$

$T_\circ = 2\sqrt{10^{-14}}$

$T_\circ = 2\times10^{-7}\ s$

$f_\circ = \dfrac{1}{2\times10^{-7}} = 5\times10^6$

$\omega_\circ = 2\pi f_\circ$ Hz

$\omega_\circ = 2\pi \times 5\times10^6$

$\omega_\circ = \pi\times10^5\ rad.s^{-1}$

$I_{max} = q_{max}\ \omega_\circ$

$I_{max} = \pi\ 10^{-4}\ A$

$\bar{i} = \pi\times10^{-4}\cos(\pi 10^5 t + \dfrac{\pi}{2})$

مسألة (6)

تتألَّف دارة اهتزاز كهربائيّ من مكثّفة سعتها صغيرة من رتبة 10^{-8} F موصولة مع وشيعة مهملة المقاومة ذاتيَّتُها صغيرة من رتبةِ 10^{-4} H:

احسب دور التَّفريغ وتواتره، ماذا نسمّي التيَّار الموافق لهذا التَّواتر؟

الحل:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{10^{-4}\times10^{-8}} = 2\pi\times10^{-6}\,\text{s}$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\times10^{-6}} \approx 8\times10^4\ \text{Hz}$$

يسمى تيار عالي التواتر.

قسم الكيمياء

درس الحموض والاسس

أولاً: رتب المحاليل الاتية متساوية التراكيز تصاعدياً وفق تزايد قيمة الـ PH :

$$HCN\ ,\ NaOH\ ,\ NH_4OH\ ,\ HNO_3$$

الجواب:

$$HNO_3 \rightarrow HCN \rightarrow NH_4OH \rightarrow NaOH \longrightarrow PH$$

ثانياً:

يبين الجدول الآتي قيم ثوابت التأين لبعض محاليل الحموض الضعيفة متساوية التراكيز عند الدرجة $25\,^0C$

الحمض	الصيغة	ثابت التأين K_a
حمض سيان الهدروجين	HCN	5×10^{-10}
حمض الكربون	H_2CO_3	4.3×10^{-7}
حمض النمل	$HCOOH$	1.8×10^{-4}

اعتماداً على الجدول السابق اجب عن الأسئلة الآتية:

1- حدد الحمض الأقوى. ما هو أساسه المرافق؟
2- حدد الحمض الأكبر قيمة pH والحمض الأصغر قيمة pH .
3- في أي محلول يكون $[OH^-]$ أكبر؟

الجواب:

1- الحمض الأقوى هو حمض النمل لأن له أكبر قيمة ثابت تأين $K_a = 1.8\times10^{-4}$
وأساسه المرافق هو $HCOO^-$.
2- الحمض الأكبر قيمة pH هو حمض سيان الهدروجين، والحمض الأصغر قيمة pH هو حمض النمل.
3- في محلول حمض سيان الهدروجين.

ثالثاً: 1 - اكتب معادلة التأين الذاتي للماء ثمّ حدّد الأزواج الكترافقة وفق نظرية (برونشتد- لوري)

2- يعدُّ الماء (H_2O) نموذجًا للمركّبات المذبذبة، فسّر ذلك موضّحًا بالمعادلات اللازمة.

الجواب: 1-

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

حمض 1 — أساس 2 — حمض مرافق 2 — أساس مرافق 1

2- يلاحظ من المعادلة السابقة أن الماء يسلك سلوك حمض و يسلك سلوك أساس.

رابعاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1 - محلول لحمض النمل HCOOH تركيزه الابتدائيّ $0.5\ mol.L^{-1}$ وثابت تأيُّنه 2×10^{-4} فتبلغ قيمة pH له:

a) 1 b) 2 c) 12 d) 13

2 - محلول لهدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه 0.01 mol.L-1 نمدّده بالماء المقطّر 100مرَّة فتصبح قيمة المحلول قيمة pH المحلول هو:

a) 10 b) 11 c) 12 d) 13

3 - المحلول المائيّ الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية متساوية التراكيز هو محلول:

a) NH_3 b) NH_4OH c) HNO_3 d) CH_3COOH

4 - أحد الأزواج الآتية لا يشكّل زوج (أساس/ حمض):

a) NH_4^+/NH_3 b) HCl/Cl^- c) HNO_3/HNO_2 d) HCN/CN^-

5 - من صفات المحلول الحمضي:

a) $[H_3O^+]<[OH^-]$ b) $[OH^-]>10^{-7}$ c) $[H_3O^+]>10^{-7}$ d) $pH>7$

خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

نذيب 5.6g من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH بالماء المقطّر، ونكمل الحجم إلى 100ml

المطلوب:

1 - احسب $[OH^-]$, $[H_3O^+]$

2 - احسب قيمة pOH , pH للمحلول. H:1 O:16 K:39

الحل:

1- لنحسب عدد مولات هيدروكسيد البوتاسيوم: $n=\frac{m}{M}=\frac{5.6}{56}=0.1\ mol$

فيكون تركيزه : $C=\frac{n}{v}=\frac{0.1}{100\times10^{-3}}=1\ mol.L^{-1}$

$$\Rightarrow C_{KOH}=[OH^{-1}]=1\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+][OH^{-1}]=10^{-14}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+]=\frac{10^{-14}}{[OH^{-1}]}=\frac{10^{-14}}{1}=10^{-14}\ mol.L^{-1}$$

2- حساب

$$[H_3O^+]=10^{-pH} \Rightarrow 10^{-14}=10^{-pH} \Rightarrow pH=14$$

$$pH+pOH=14 \Rightarrow pOH=0$$

المسألة الثَّانية:

محلول لحمض الخلّ تركيزه الابتدائيّ $0.05 mol.L^{-1}$ وثابت تأيُّنه 2×10^{-5}

المطلوب:

1 - اكتب معادلة تأيُّن هذا الحمض.

2 - احسب قيمة pH المحلول.

3 - احسب درجة تأيُّن هذا الحمض.

4 - نمدّد المحلول السَّابق 10 مرَّات، احسب pH المحلول بعد التمديد.

الحل:

1- معادلة تأين حمض الخل: $CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

2- بما أنه حمض ضعيف: $[H_3O^+] = \sqrt{k_a.C_a}$

$$[H_3O^+] = \sqrt{2\times10^{-5}\times0.05} = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-3} \Rightarrow pH = 3$$

3- نطبق علاقة التمديد

$$C.V = C'.V'$$

$$0.05\times V = C'\times10V$$

$$C' = 0.005\ mol.L^{-1}$$

نحسب تركيز أيونات الهيدرونيوم الجديد:

$$[H_3O^+]' = \sqrt{k_a.C'_a}$$

$$[H_3O^+]' = \sqrt{2\times10^{-5}\times0.005} = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+]' = 10^{-PH'} = 10^{-3.5} \Rightarrow pH' = 3.5$$

المسألة الثَّالثة:

محلول لحمض الكبريت بفرض أنّه تامّ التأيُّن له قيمة pH=1 .

المطلوب:

1 - اكتب معادلة تأيُّن هذا الحمض.

2 - احسب تركيز هذا الحمض ب $mol.L^{-1}$.

3 - احسب كتلة حمض الكبريت في 50mL من محلول الحمض السَّابق. S:32 O:16 H:1

الحل:

1- حمض الكبريت حمض قوي $H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H_2O^+$

2- حساب تركيز حمض الكبريت: لدينا $pH = 1 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-1} mol.L^{-1}$

وبالتالي تركيز الحمض: $C = \frac{[H_3O^+]}{2} = \frac{10^{-1}}{2} = 0.05\ mol.L^{-1}$

3- باستخدام العلاقة:

$$m = C.V.M_{H_2SO_4}$$

$$m = 0.05 \times 50 \times 10^{-3} \times 98 = 0.245\,g$$

المسألة الرَّابعة:

محلول مائيّ للنَّشادر له pOH= 3 ودرجة تأيُّنه 2%

المطلوب:

1 - اكتب معادلة تأيُّن النَّشادر.

2 - احسب $[OH^-]$ للمحلول.

3 - احسب التركيز الابتدائيّ للمحلول.

4 - احسب ثابت تأيُّن النَّشادر.

5 - نمدّد المحلول السَّابق 10مرَّات، احسب pOH المحلول النَّاتج عن التمديد.

الحل: تصويب بالكتاب المدرسي: تستبدل $pOH = 11$ بـ $pOH = 3$

1- معادلة تأين النشادر:

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

2- حساب $[OH^-]$: من العلاقة:

$$pOH = 3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3}$$

$$[OH^-] = 10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

3- حساب التركيز الابتدائي للمحلول: من قانون درجة التأين:

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$$

$$0.02 = \frac{10^{-3}}{C_b} \Rightarrow C_b = \frac{10^{-3}}{0.02} = 0.05\,mol.L^{-1}$$

4- حساب ثابت التأين:

$[OH^-] = \sqrt{k_b.C_b} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{K_b \times 0.05}$ بالتربيع:

$$K_b = \frac{10^{-6}}{0.05} = 2 \times 10^{-5}$$

5- من قانون التمديد:

$$C.V = C'.V'$$

$$0.05 \times V = C' \times 10V$$

$$C' = 0.005\ mol.L^{-1}$$

لنحسب تركيز أيونات الهيدروكسيد الجديدة:

$$[OH^-]' = \sqrt{k_b.C_b'} \Rightarrow [OH^-]' = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.005}$$

$$[OH^-]' = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.005} = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5}\,mol.L^{-1}$$

$$[OH^-]' = 10^{-3.5} = 10^{-pOH'} \Rightarrow pOH' = 3.5$$

المسألة الخامسة:

عينة غير نقية هِدروكسيد الصّوديوم كتلتها 10g تُذاب في الماء المقطّر، ونكمل الحجم إلى 2L فتصبح قيمة pOH=1 و**المطلوب حساب :**

1 - $[H_3O^+], [OH^-]$

2 - تركيز هدروكسيد الصوديوم المولي ثم الغرامي.

3 - كتلة هدروكسيد الصوديوم النقي في العينة

4 - النسبة المئوية للشوائب في العينة

5 - حجم الماء المقطر اللازم إضافتها إلى $50\ mL$ من المحلول السابق ليصبح تركيزه $10^{-3} mol.L^{-1}$.

(Na:23 O:16 H:1)

الحل:

1- حساب $[H_3O^+]$, $[OH^-]$:

pOH =1 $\Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-1} mol.L^{-1}$ ومن علاقة الجداء الأيوني للماء:

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} mol.L^{-1}$$

2- إن محلول هدروكسيد الصوديوم أساس قوي:

$$\Rightarrow C_{NaOH} = [NaOH] = [OH^-] = 10^{-1} mol.L^{-1}$$

التركيز الغرامي:

$$C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}}.M_{NaOH}$$

$$C_{g.L^{-1}} = 10^{-1} \times 40 = 4 g.L^{-1}$$

3- حساب كتلة هدروكسيد الصوديوم النقي في العينة:

$$m = C.V.M_{NaOH} = 10^{-1} \times 2 \times 40 = 8\ g$$

4- النسبة المئوية للشوائب في العينة:

كل 10 g عينة فيها 8 g هدروكسيد صوديوم نقي و 2 g شوائب

كل 100 عينة فيها x شوائب

$x = \frac{100 \times 2}{10} = 20 g$ النسبة المئوية للشوائب 20%

5- نطبق علاقة التمديد:

$$C.V = C'.V'$$

$$0.1 \times 50 = 10^{-3} \times V$$

$$V = 5000\ mL$$

$$V' = 5000 - 50 = 4950\ mL$$

المعايرة الحجمية

أختبرُ نفسِي:

أوَّلًا: اختر الإجابة الصَّحيحة فيما يأتي:

1 . عند معايرة $200mL$ من محلولٍ لحمضِ الآزوت يلزم $4g$ من هِدروكسيد الصُّوديوم عندما يكون تركيز محلول الحمض مقدَّرًا ($g.L^{-1}$)

a) 31.5 b) 18.25 c) 20.5 d) 14.2

2 .المشعر الذي يحدِّد بدقَّة أكبر نقطة نهاية معايرة أساس ضعيف بحمض قويّ هو:

a) أزرق بروم التّيمول b) الفينول فتالئين c) أحمر المتيل d) الهليانتين

3 . عند معايرة حمض النَّمل بهدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

a) pH>7 b) pH<7 c) pH=7 d) pH≤7

ملاحظة حول حل رقم (1) : لدينا من مبدأ المعايرة:

$$n_{(NaOH)} = n_{(HCL)}$$

$$\frac{m}{M_{NaOH}} = C_{HNO_3}.V$$

$$\frac{4}{40} = C_{HNO_3} \times 0.2$$

$$\Rightarrow C_{HNO_3} = 0.5 \ mol.L^{-1}$$

$$C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}}.M_{HNO_3}$$

$$C_{g.L^{-1}} = 0.5 \times 63 = 31.5 \ g.L^{-1}$$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

1-تكون قيمة $pH < 7$ عند معايرة أساس ضعيف بحمضٍ قويٍّ.

لأن الأيونات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف.

2- يعتبر أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض قوي بأساس قويّ.

لأن مداه بين (6-7.6) يحوي قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

3-استخدام أحد مشعرات (حمض –أساس) في معايرة التّعديل.

لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

4-عند معايرة حمض النمل بهدروكسيد الصوديوم يكون الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً.

لأن أيونات النملات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك أساس ضعيف.

المسألة الأولى:

محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01mol.L^{-1}$ **المطلوب:**

1. احسب قيمة pH محلول الحمض السَّابق.
2. يلزم لمعايرة 20 mL من الحمض السَّابق 5 mL من هِدروكسيد الصُّوديوم ذي التَّركيز 0.02mol.L-1 وحجم V_2 من هِدروكسيد البوتاسيوم ذي التَّركيز $0.05mol.L^{-1}$. و**المطلوب:**
   1. اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
   2. احسب حجم هِدروكسيد البوتاسيوم اللَّازم لإتمامِ المعايرةِ.
   3. احسب حجم الماء المقطَّر اللّازم إضافته إلى 10 mL من الحمض السَّابق لتصبح pH = 3 .

الحل:

1-حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفة الحمضية:

$$\left[H_3O^+\right] = C_a = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log\left[H_3O^+\right] = -\log 10^{-2} = 2$$

2-المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

$$n_{(H_3O^+)} = n_{1(OH^-)} + n_{2(OH^-)}$$

$$CV = C_1.V_1 + C_2.V_2$$

$$0.01\times 20 = 0.02\times 5 + 0.05\times V_2$$

$$V_2 = 2mL$$

-3

$$\left[H_3O^+\right]' = 10^{-pH} = 10^{-3} mol.L^{-1}$$

n (قبل التمديد) $=$ n (بعد التمديد)

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$10^{-2}\times 10 = 10^{-3}\times V_2$$

$$V_2 = 100\ mL$$

حجم الماء المضاف: $V = 100 - 10 = 90\ mL$

المسألة الثّانية:

يؤخذ 20 mL من حمض الكبريت تركيزه $0.05 mol.L^{-1}$ ويضاف إلى 10 mL من محلول هدروكسيد الصُّوديوم حتَّى تمام المعايرة. و**المطلوب:**

1. اكتب المعادلة الكيميائيَّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل.
2. احسب تركيز محلول هدروكسيد الصُّوديوم المستَخدَم.
3. ما هو pH المحلول النَّاتج عن المعايرة؟ وما المشعر المناسب لهذه المعايرة؟
4. احسب التَّركيز المولِيّ لمحلول ملح كبريتات الصُّوديوم النَّاتج.

الحل:

1- التفاعل الحاصل: $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

2- حساب تركيز هدروكسيد الصوديوم:

$$n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$$
$$2C.V = C'.V'$$
$$2\times 0.05\times 20 = C'\times 10$$
$$C' = 0.2\ mol.L^{-1}$$

3- قيمة $pH = 7$ لأنها معايرة حمض قوي بأساس قوي والمشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول.

4- حساب التركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج:

يمكن حسابها بثلاث طرق:

طريقة 1	طريقة 2	طريقة 3
$n_{(H_3O^+)} = n_{(Na_2SO_4)}$ $C.V = C_{(Na_2SO_4)}.V_{tot}$ $0.05\times 20 = C_{(Na_2SO_4)}\times 30$ $C_{(Na_2SO_4)} = \frac{1}{30}\ mol.L^{-1}$	$n_{(OH^-)} = 2n_{(Na_2SO_4)}$ $C.V = 2C_{(Na_2SO_4)}.V_{tot}$ $0.2\times 10 = 2C_{(Na_2SO_4)}\times 30$ $C_{(Na_2SO_4)} = \frac{1}{30}\ mol.L^{-1}$	$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ 1mol 1mol 0.05×0.02 n $n = \frac{0.02\times 0.05}{1} = 0.001 mol$ $C = \frac{n}{V} = \frac{0.001}{30\times 10^{-3}} = \frac{1}{30}\ mol.L^{-1}$

المسألة الثّالثة:

تُذّاب عيّنة غير نقيّة كتلتها $2.8g$ من هِدروكسيد البوتاسيوم في الماء، ويكمل الحجم إلى $200\ mL$ ، فإذا علمتَ أنّه يلزم لتعديلِ $25\ mL$ منه $30\ mL$ من حمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ بالإضافة إلى $20mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05mol.L^{-1}$. **المطلوب:**

1. احسب تركيز محلول هِدروكسيد البوتاسيوم.
2. احسب كتلة هِدروكسيد البوتاسيوم النَّقيَّة في هذه العيّنة.
3. احسب النّسبة المئويَّة للشّوائب في هذه العيّنة.

الكتل الذَّريَّة: (H:1 , Cl:35.5 , O:16 , S:32 , K:39)

الحل: ملاحظة رقم ناقص (حجم حمض كلور الماء 30 ml)

1- حساب تركيز محلول هدروكسيد البوتاسيوم:

$$n_{(OH^-)} = (H_2SO_4)2n_{(H_3O^+)} + (HCL)n_{(H_3O^+)}$$

$$C.V = 2C_1.V_1 + C_2.V_2$$

$$C \times 25 = 2 \times 0.05 \times 20 + 0.1 \times 30$$

$$C = 0.2\ mol.L^{-1}$$

2- حساب كتلة هدروكسيد البوتاسيوم النقية:

$$m = C.V.M_{KOH}$$

$$m = 0.2 \times 0.2 \times 56$$

$$m = 2.24\ g$$

3- النسبة المئوية للشوائب في العينة: كتلة الشوائب: $m' = 2.8 - 2.24 = 0.56g$

كل 2.8 g عينة فيها شوائب 0.56 g

كل 100 فيها x

$$x = \frac{100 \times 0.56}{2.8} = 20$$ والنسبة 20%

المسألة الرَّابعة:

يلزم لتعديل $10\ mL$ محلول كربوناتِ الصُّوديوم تعديلا تاماً $40\ mL$ من حمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.L^{-1}$

المطلوب:

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل.
2. احسب تركيز كربونات الصُّوديوم
3. احسب كتلة كربونات الصوديوم في 100mL من محلوله السابق
4. نأخذ 5mL من محلول الحمض السابق ونضيف له الماء إلى أن يصبح تركيزه 0.01mol.L-1 احسب حجم الماء المضاف

Na : 23 , C : 12 , O : 16, H : 1

الحل:

1- معادلة تفاعل المعايرة: $Na_2CO_3 + 2HCL \longrightarrow 2NaCL + CO_2 + H_2O$

2- تسلك الكربونات سلوك أساس ثنائي الوظيفة:

$$n_{(Na_2CO_3)} = n_{(H_3O^+)}$$
$$2C.V = C'.V'$$
$$2\times C\times 10 = 0.1\times 40$$
$$C = 0.2\ mol.L^{-1}$$

3- حساب كتلة كربونات الصوديوم:

$$m = C.V.M_{Na_2CO_3}$$
$$m = 0.2\times 0.1\times 106$$
$$m = 2.12\,g$$

4- نطبق قانون التمديد:

$$C.V = C'.V'$$
$$0.1\times 5 = 0.01\times V'$$
$$V' = 50\ mL$$
$$V'' = 50-5 = 45\ mL$$

تمارين حرارة التفاعل

أولاً: اكتب المعادلات الكيميائية الحرارية للتفاعلات الاتية:

1- $CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2 \quad \Delta H = -1075.2\,kJ.mol^{-1}$

2- $\frac{1}{2}N_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow NO \quad \Delta H_{rxn} = 90.37\,kJ$

3- $CH_3OH + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H = -727\,kJ$

4- $2S + 2O_2 \longrightarrow 2SO_2 \quad \Delta H_f^0 = -592.2\,kJ.mol^{-1}$

5- $C_{(graphit)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H^0 = 393.5\,kJ.mol^{-1}$

6- $C + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO \quad \Delta H^0 = -110.5\,kJ.mol^{-1}$

7- $NH_4NO_3 \longrightarrow NH_4^+ + NO_3^- \quad \Delta H^0 = 25\,kJ.mol^{-1}$

ثانياً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- إذا علمت أنّ $\Delta H^0_{f(C_2H_4)(g)} = -52.3\,kJ.mol^{-1}$, $\Delta H^0_{f(C_2H_6)(g)} = -84.7\,kJ.mol^{-1}$

يكون التغير في أنتالبية التفاعل $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$

A	$\Delta H = -137kJ$	B	$\Delta H = +137kJ$	C	$\Delta H = -32.4kJ$	D	$\Delta H = +32.4kJ$

2- إذا علمت أنّ $\Delta H^0_{f(HCL)(g)} = -92\,kJ.mol^{-1}$, $\Delta H^0_{f(HF)(g)} = -270\,kJ.mol^{-1}$

فإن مقدار التغير في أنتالبية التفاعل $2HCL_{(g)} + F_{(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)} + CL_{2(g)}$

A	$\Delta H = -356\ kJ$	B	$\Delta H = +356\ kJ$	C	$\Delta H = -362\,kJ$	D	$\Delta H = -178\ kJ$

3- إذا علمت أن حرارة تكون هاليدات الهيدروجين:

$\Delta H^0_{f\,(HF)} = -269\,kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f\,(HBr)} = -36.2\,kJ.mol^{-1}$

$\Delta H^0_{f\,(HCL)} = -92.3\,kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f\,(HI)} = +25.9\,kJ.mol^{-1}$

فإنّ أقل هذه المركبات ثباتاً حرارياً هو:

HCL	D	HBr	C	HI	B	HF	A

4- إذا علمت أنّ حرارة تكوّن كل من الحموض:

$\Delta H^0_{f\,(H_2SO_4)} = -814\,kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f\,(HCL)} = -92.5\,kJ.mol^{-1}$

$\Delta H^0_{f\,(HNO_3)} = -173\,kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{f\,(CH_3COOH)} = -487\,kJ.mol^{-1}$

فإن أكثر هذه المركبات ثباتاً حرارياً هو:

HNO_3	D	H_2SO_4	C	HCL	B	CH_3COOH	A

5- إذا علمت أن حرارة تعادل حمض ضعيف وأساس قوي تساوي: $(-10.5\,kJ.mol^{-1})$ فإن حرارة تأين الحمض الضعيف تكون:

$68.2\,kJ.mol^{-1}$	D	$47.2\,kJ.mol^{-1}$	C	$57.7\,kJ.mol^{-1}$	B	$10.5\,kJ.mol^{-1}$	A

6- إذا علمت أن $\Delta H^0_{f\,(Al_2O_3)} = -1676\,kJ.mol^{-1}$ فإن قيمة أنتالبية التفاعل $2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$ هي:

–838 kJ	D	–3352 kJ	C	–838 kJ	B	3352 kJ	A

ثالثاً:

أعطِ تفسيراً لكلٍّ ممَّا يأتي:

1. تغيرُّ الإنتالبية يعُدّ تابع حالة.

- لأنه لا يتوقَّفُ على الطّريق المسلوكِ بل يعتمدُ على الحالة الابتدائيّة والحالة النّهائيّة للجملة.

2. يزداد الثبّات الحراريّ للمُركّب كلّما زادَت الحرارةُ المُنتشِرة عندَ تكوُّنه.

- لأنه يحتاج إلى طاقة أكبر ليتفكك.

3. حرارة تعديل حمض ضعيفٍ بأساسٍ قويّ، أقلّ بالقيمة المُطلقَة من حرارة تعديل حمضٍ قويّ بأساسٍ قويّ.

- الحموضُ والأسسُ الضعيفة ذات درجة تأينٌ صغيرة، وعمليةُ التّأين تحتاجُ إلى طاقةٍ حراريّة.

رابعاً: رتّب الغازات الآتية:

وفق تزايُد ثباتها الحراريّ اعتمادًا على جدولِ طاقات الرَّوابط الآتي:

$(Cl_{2(g)}\ ,\ N_{2(g)}\ ,\ O_{2(g)}\ ,\ H_{2(g)})$

الرَّابطة	H - H	O = O	N ≡ N	Cl - Cl
طاقة الرَّابطة $(kJ.mol^{-1})$ ΔH_b	436	495	946	243

الجواب: $Cl_2 \rightarrow H_2 \rightarrow O_2 \rightarrow N_2$

خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

احسب تغيُّر إنتالبيَّة التَّفاعُل الآتي: $C_2H_{2(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$

في الدَّرجة (25 °C)، اعتمادًا على جدول إنتالبيَّات التكوُّن القياسيَّة.

الحل:

$$\Delta H^0_{rxn} = \sum_{\text{مواد ناتجة}} \Delta H^0_f - \sum_{\text{مواد داخلة}} \Delta H^0_f$$

$$\Delta H^0_{rxn} = \left[\Delta H^0_{f\,(C_2H_6)}\right] - \left[\Delta H^0_{f\,(C_2H_2)} + 2\Delta H^0_{f\,(H_2)}\right]$$

$$\Delta H^0_{rxn} = [-84.67] - [226.7 + 0]$$

$$\Delta H^0_{rxn} = -311.37 \text{ kJ}$$

المسألة الثَّانية:

إذا علمتَ أنَّ حرارةَ احتراق كلّ من CO و H_2 و CH3-OH هي على التَّرتيب:

$-727 kJ.mol^{-1}, -286 kJ.mol^{-1}, -284 kJ.mol^{-1}$

والمطلوب:

1. اكتب المُعادَلات الحراريَّة المُعبّرة عن تَفاعُلات احتراق كلّ من الموادّ السَّابقة.
2. احسب تغيُّر الإنتالبيَّة القياسيَّة للتَّفاعُل الآتي:

$$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH3-OH_{(l)}$$

الحل: ملاحظة

يجب تعديل حرارة احتراق كل من CH_3OH و CO إلى: $(-727\ kJ.mol^{-1})$ و $(-286\ kJ.mol^{-1})$ في الكتاب

-1

$$CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_1 = -727\ kJ.mol^{-1}$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O \qquad \Delta H_2 = -286\ kJ.mol^{-1}$$

$$CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta H_3 = -284\ kJ.mol^{-1}$$

-2 نعكس التفاعل الأول ونضاعف التفاعل الثاني ونجمع المعادلات الناتجة الثلاث:

$$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \qquad \Delta H'_1 = +727\ kJ.mol^{-1}$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \qquad \Delta H'_2 = -286 \times 2\ kJ.mol^{-1}$$

$$CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta H'_3 = -284\ kJ.mol^{-1}$$

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH \Rightarrow \Delta H_{rxn} = \Delta H'_1 + \Delta H'_2 + \Delta H'_3 \Rightarrow$$

$$\Delta H_{rxn} = +727 + (-286 \times 2) - 284 = -129\ kJ.mol^{-1}$$

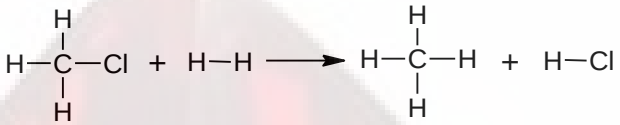
المسألة الثَّالثة:

احسب تغيُّر الإنتالبيَّة القياسيَّة للتَّفاعُل الآتي:

$$CH_3Cl_{(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)} + HCl_{(g)}$$

وذلك اعتمادًا على جدول مُعدَّل طاقات الرَّوابط الكيميائيَّة.

الحل: نكتب المعادلة بالصيغة المنشورة:



$$\Delta H^o_{rxn} = \left[3\Delta H_{b(C-H)} + \Delta H_{b(C-Cl)} + \Delta H^o_{b(H-H)}\right] - \left[4\Delta H_{b(C-H)} + \Delta H_{b(H-Cl)}\right]$$

$$\Delta H^o_{rxn} = \left[\cancel{3(415)} + 328 + 436\right] - \left[\cancel{4(415)} + 432\right]$$

$$\Delta H^o_{rxn} = [328 + 436] - [415 + 432] = -83\,kJ$$

المسألة الرَّابعة:

يتَفاعَل محلولُ حمض الخلّ مع محلول هدروكسيد البوتاسيوم، فإذا علمتَ أنَّ حرارةَ تأيُّن حمض الخلّ $1.4\ kJ.mol^{-1}$.

المطلوب:

1. احسبْ حرارةَ تعديل التَّفاعُل الحاصِل.
2. اكتبِ المُعادَلة الحراريَّة المُعبّرة عن التَّفاعُل الحاصِل.

الحل:

-1 $\Delta H_N = -57.7 + \Delta H_I \Rightarrow \Delta H_N = -57.7 + 1.4 \Rightarrow \Delta H_N = -56.3\ kJ.mol^{-1}$

-2 $CH_3COOH + KOH \longrightarrow CH_3COOK + H_2O \quad \Delta H = -56.3\,kJ$

المسألة الخامسة:

لديك المُعادَلة الحراريَّة الآتية:

$$C_2H_4 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH \qquad \Delta H^\circ = -32\ kJ$$

المطلوب:

1. احسب طاقةَ الرَّابطة $\Delta H_{b(O-H)}$ اعتمادًا على جدول طاقاتِ الرَّوابط الآتي:

الرابطة	C - H	C – O	C - C	C = C
طاقة الرابطة $(kJ.mol^{-1})$ ΔH_b	415	351	344	615

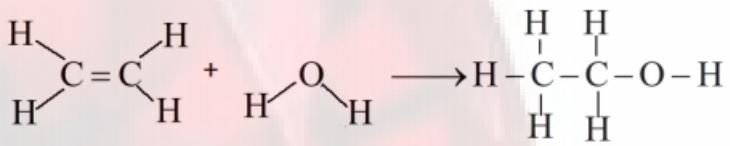
2. هل هذا التَّفاعُل ناشِرٌ أم ماصٌّ للحرارة؟ علّل إجابتك.

الحل:

-1

$$\Delta H_{rxn} = \underset{\text{مواد متفاعلة}}{\Sigma \Delta H_b} - \underset{\text{مواد ناتجة}}{\Sigma \Delta H_b}$$

نكتب الصيغ المنشورة:



$$\Delta H_{rxn} = \left[4\Delta H_{b(C-H)} + \Delta H_{b(C=C)} + 2\Delta H_{b(O-H)}\right] - \left[5\Delta H_{b(C-H)} + \Delta H_{b(C-C)} + \Delta H_{b(C-O)} + \Delta H_{b(O-H)}\right]$$

$$-32 = \left[\cancel{4(415)} + 615 + \cancel{2\Delta H_{b(O-H)}}\right] - \left[\cancel{5(415)} + 344 + 351 + \cancel{\Delta H_{b(O-H)}}\right]$$

$$-32 = \left[615 + \Delta H_{b(O-H)}\right] - \left[415 + 344 + 351\right] \Rightarrow \Delta H_{b(O-H)} = 463\,kJ.mol^{-1}$$

2- تفاعل ناشر للحرارة لأن $\Delta H^\circ_{rxn} < 0$

المسألة السَّادسة:

لديك المُعادَلة الحراريَّة الآتية:

$$2C_2H_{2\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \longrightarrow 4CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H^\circ = -2511\,kJ$$

إذا علمتَ أنَّ: $\Delta H^0_{f\,(H_2O)} = -241.8\ kJmol^{-1}$, $\Delta H^0_{f\,(CO_2)} = -393.5 kJmol^{-1}$.

المطلوب:

1. احسب إنتالبيَّة التكوُّن القياسيَّة للإستلين C2H2 .
2. احسب حرارةَ احتراق الإستلين.
3. ما قيمةُ إنتالبيَّة التفكُّك القياسيَّة لبخار الماء؟

الحل: يجب تعديل حرارة تكون بخار الماء من 286- إلى 241.8-

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 - \sum \Delta H_f^0$$

مواد ناتجة مواد داخلة

$$\Delta H_{rxn} = \left[4\Delta H^0_{f\,(co_2)} + 2\Delta H^0_{f\,(H_2O)}\right] - \left[2\Delta H^0_{f\,(C_2H_2)} + 5\Delta H^0_{f\,(o_2)}\right]$$

$$-2511 = \left[4\times(-393.5) + 2\times(-241)\right] - \left[2\Delta H^0_{f\,(C_2H_2)} + 5\times 0\right]$$

$$2\Delta H^0_{f\,(C_2H_2)} = -2056 + 2511 = 455$$

$$\Delta H^0_{f\,(C_2H_2)} = 227.5\ \text{kJ}$$

المسألةُ السّابعة:

إذا علمتَ أنَّ حرارةَ احتراق الميتانول CH_3-OH القياسيّة تُساوي $(-727\ kJ.mol^{-1})$. وإنتالبية التشكّل القياسيّة لـ $\Delta H^\circ_{f(H_2O)} = -286\ kJ.mol^{-1}$ ، $\Delta H^\circ_{f(CO_2)} = -393.5\ kJ.mol^{-1}$. المطلوب: حساب إنتالبية تشكّل الميتانول القياسيّة.

الحل:

نكتب المعادلة الحرارية المعبّرة عن احتراق الميتانول:

$$CH_3OH + \tfrac{3}{2}O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H_3 = -727\ \text{kJ}$$

$$\Delta H^0_{rxn} = \Sigma \Delta H^0_f - \Sigma \Delta H^0_f$$

مواد ناتجة مواد متفاعلة

$$\Delta H^\circ_{rxn} = \left[\Delta H^\circ_{f(CO_2)} + 2\Delta H^\circ_{f(H_2O)}\right] - \left[\Delta H^\circ_{f(CH_3OH)} + \tfrac{3}{2}\Delta H^\circ_{f(O_2)}\right]$$

$$-727 = \left[-393.5 + 2(-286)\right] - \left[\Delta H^\circ_{f(CH_3OH)} + 0\right]$$

$$\Delta H^\circ_{f(CH_3OH)} = 727 - 393.5 - 572 = -238.5\,kJ.mol^{-1}$$

المسألةُ الثامنة:

اعتماداً على جدول قيمِ طاقات الرّوابط احسب إنتالبية التكوُّن القياسيّة لـ HBr . انطلاقاً من عناصرِه الأوليّة.

$$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2HBr$$

$$H-H + Br-Br \longrightarrow 2H-Br$$

$$\Delta H_{rxn} = \Sigma \Delta H_b - \Sigma \Delta H_b$$

مواد متفاعلة مواد ناتجة

$$\Delta H^\circ_{rxn} = \left[\Delta H_{b(H-H)} + \Delta H_{b(Br-Br)}\right] - \left[2\Delta H_{b(H-Br)}\right]$$

$$\Delta H^\circ_{rxn} = \left[436 + 193\right] - \left[2(366)\right]$$

$$\Delta H^\circ_{rxn} = \left[328 + 436\right] - \left[415 + 432\right] = -103\,kJ$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{f(HBr)} = \frac{-103}{2} = -51.5\,kJ.mol^{-1}$$

المسألةُ التّاسعة:

اكتب المُعادَلة الحراريّة المُعبِّرة عن ذوبان يوديد البوتاسيوم بالماء المُقطَّر، ثمَّ احسب الحرارة المولية لذوبانه، إذا علمتَ أنَّ: طاقة التبلوُر $632\,kJ.mol^{-1}$، وطاقة التميُّه $-619\,kJ.mol^{-1}$.

$$\Delta H_s = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 632 - 619 = +13\ kJ.mol^{-1}$$

$$KI \longrightarrow K^+ + I^- \quad \Delta H = +13\ kJ$$

المسألةُ العاشرة:

اعتماداً على التّفاعُلات المُمثَّلة بالمُعادَلات الآتية:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H^\circ = -393.5\,kJ$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O \quad \Delta H^\circ = -286\,kJ$$

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H^\circ = -890\,kJ$$

المطلوب:

1. ما قيمةُ حرارة احتراق الميتان.
2. ما قيمةُ إنتالبية التفكُّك القياسيّة للماء؟
3. احسب تغيُّر إنتالبية التّفاعُل الآتي:

$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$$

1- $\Delta H^\circ = -890kJ$

2- $\Delta H_d^0 = -\Delta H_f^0 = +286kJ.mol^{-1}$

3-تبقى الأولى كما هي:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H^\circ = -393.5kJ$$

نضرب المعادلة الثانية ب2

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \quad \Delta H^\circ = -572kJ$$

نعكس المعادلة الثالثة:

$$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_4 + 2O_2 \quad \Delta H^\circ = +890kJ$$

نجمع المعادلات ونختصر:

$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$ و بالتالي حسب قانون هس

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

$$\Delta H = -393.5 - 572 + 890 = -75.5kJ$$

انتهى كتاب حلول كتاب الفيزياء والكيمياء

للثالث الثانوي الصناعي