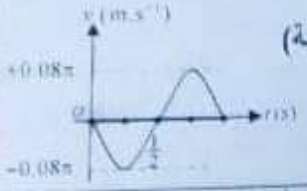
الدرجة: أربعمئة

السؤال الأوّل: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي، وانقلها إلى ورقة إجابتك: (٥٠ درجة)



1- يمثل الشكل البياني المجاور تغيّرات السرعة بدلالة الزمن لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة فإنّ سعة الحركة لهذا الجسم X_{max} تساوي:

0.16m	d	0.08m	c	0.04m	b	0.02m	a

2- يبلغ طول مركبة فضائية وهي ساكنة في محطة أرضية $L_0 = 20\,m$، ويقيس مراقب ساكن في المحطة الأرضية طولها (وفق منحى شعاع سرعتها) وهي متحركة بسرعة قريبة من سرعة انتشار الضوء في الخلاء فيجد أنه يساوي $L = 10\,m$ فتكون قيمة معامل لورنتس γ مساوية:

200	d	30	c	10	b	2	a

3- تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C، ووشيعة ذاتيتها L نبضها الخاص ω_0، نستبدل بالمكثفة C مكثفة أخرى سعتها $C' = 4C$ فيصبح النبض الخاص الجديد ω'_0 مساوياً:

$\frac{\omega_0}{4}$	d	$\frac{\omega_0}{2}$	c	ω_0	b	$2\omega_0$	a

4- يبلغ عدد لفات أولية محوّلة $N_p = 3750$ لفة، وعدد لفات ثانويتها $N_s = 125$ لفة، نطبق بين طرفي الأولية توتراً قيمته المنتجة $U_{eff_p} = 3000\,V$ فتكون قيمة التوتر المنتج بين طرفي ثانويتها U_{eff_s} تساوي:

100V	d	1000V	c	3000V	b	3750V	a

5- في تجربة ملد مع نهاية مقيدة يصدر وتراً طوله L صوتاً أساسياً طول موجته λ يساوي:

$\frac{1}{2}L$	d	L	c	$2L$	b	$4L$	a

-1	b	١٠	أو 0.04m
-2	a	١٠	أو 2
-3	c	١٠	أو $\frac{\omega_0}{2}$
-4	d	١٠	أو 100V
-5	b	١٠	أو $2L$
	مجموع درجات السؤال الأول	٥٠	

حقوق الطبع والنشر والتوزيع محفوظة لوزارة التربية

السؤال الثاني: (٣٠ درجة)

نعلق كرة صغيرة كتلتها m كثافتها النسبية كبيرة إلى طرف خيط مهمل الكتلة لا يمتط طوله ℓ كبير بالنسبة إلى نصف قطر الكرة لتشكل بذلك نواساً ثقلياً بسيطاً عملياً. **المطلوب: a)** ما النواس الثقلي البسيط نظرياً؟

b) انطلاقاً من العلاقة: $(\ddot{\theta})_t = -\frac{g}{\ell}\sin\theta$ ومن أجل سعات زاوية صغيرة $\theta \le 0.24\,\text{rad}$ برهن أن الحركة جيبية دورانية، ثم استنتج علاقة الدور الخاص للاهتزاز.

a) نقطة مادية تهتز بتأثير ثقلها على بعد ثابت ℓ من محور أفقي ثابت	٣	
b) $(\ddot{\theta})_t = -\frac{g}{\ell}\sin\theta$		
من أجل السعات الزاوية الصغيرة $\theta_{max} \le 0.24\,\text{rad}$		
..... $\sin\theta = \theta$	١	
..... $(\ddot{\theta})_t = -\frac{g}{\ell}\theta$ ..... (1)	٣	
معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:	٢	
..... $\theta = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$	٢	
للتحقق من صحة الحل نشتق مرتين بالنسبة للزمن		
..... $(\ddot{\theta})_t = -\omega_0^2\,\theta$ ..... (2)	٣	
بالمطابقة بين 1 و 2 نجد:		
..... $\omega_0^2 = \frac{g}{\ell}$	٣	
..... $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}} > 0$	٣	أو هذا محقق لأن g , ℓ موجبان فحركة النواس الثقلي البسيط من أجل السعات الصغيرة حركة جيبية دورانية (نبضها الخاص ω_0)
فحركة النواس الثقلي البسيط من أجل السعات الصغيرة حركة جيبية دورانية		
..... $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$	٣	
..... $\frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$	٢	
..... $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$	٥	
مجموع درجات السؤال الثاني	**٣٠**	

$R = \frac{60}{2}$	٣	
$R = 30\ \Omega$	١+١	
مجموع درجات الطلب الثالث	٢٥	
-4		
$Z = Z'$	٣	
$\sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$	٥	
$X_L - X_c = +X_c$	٣	
$X_L = 2X_c$	٢	
$X_L = 2(40)$	٣	
$X_L = 80\ \Omega$	١+١	
أو		
$X_L - X_c = -X_c$	١	
$X_L = 0$ ..... مرفوض	١	
$X_L = \omega L$	٥	
$L = \frac{80}{100\ \pi}$	٣	
$L = \frac{4}{5\ \pi}\ H$	١+١	
مجموع درجات الطلب الرابع	٣٠	
مجموع درجات المسألة الثانية	٩٥	

لذا نطلق من

$\pm X_c = X_L - X_c$

يقبل كامل العلامة

عدد ساعات التاسع: ٦٦

السؤال السادس - حل المسائل الآتية: المسألة الأولى: (٧٥ درجة)

ساق أفقية متجانسة طولها L، كتلتها M معلّقة من منتصفها بسلك فتل شاقولي.

A) ندير الساق في مستوٍ أفقي بزاوية $\theta = +\frac{\pi}{2}\,\text{rad}$ انطلاقاً من وضع توازنها ونتركها دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$ فتهتز بحركة جيبية دورانية دورها الخاص $T_0 = 1\text{s}$. **المطلوب:**

1- استنتج التابع الزمني للمطال الزاوي انطلاقاً من شكله العام.

2- احسب قيمة السرعة الزاوية للساق لحظة مرورها الأول بوضع التوازن.

3- احسب قيمة التسارع الزاوي للساق عندما تصنع زاوية $\theta = -\frac{\pi}{4}\,\text{rad}$ مع وضع توازنها.

B) نثبت بطرفي الساق كتلتين نقطيتين $m_1 = m_2 = 100\text{g}$ فيصبح الدور الخاص الجديد للجملة المهتزة $T'_0 = 2\text{s}$ فإذا علمت أنّ عزم عطالة الساق حول محور عمودي عليها ومار من منتصفها $I_{\Delta/C} = \frac{1}{12}ML^2$ وباعتبار أنّ $\pi^2 = 10$، استنتج قيمة كتلة الساق M.

1- $\bar{\theta} = \theta_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$	٥	
$t = 0\ ,\ \omega = 0$	١	
$\theta_{max} = \theta = \frac{\pi}{2}(\text{rad})$	٢	
$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$	٣	
$\omega_0 = \frac{2\pi}{1}$	٢	
$\omega_0 = 2\pi\ \text{rad.s}^{-1}$	١	
$t = 0\ \ ,\ \theta = \theta_{max}$	١	
$\theta_{max} = \theta_{max}\cos\varphi$	٣	
$\cos\varphi = 1$	١	
$\varphi = 0(\text{rad})$	١	
$\bar{\theta} = \frac{\pi}{2}\cos(2\pi t)\ \ (\text{rad})$	٥	
مجموع درجات الطلب الأول	**٣٥**	
٢- في وضع التوازن $\theta = 0$		
$\frac{\pi}{2}\cos 2\pi t = 0$	٢	
$\cos 2\pi t = 0$		
$2\pi t = \frac{\pi}{2} + \pi k$	١	
أول مرور ..... $k = 0$	١	
$2\pi t = \frac{\pi}{2}$		
$t = \frac{1}{4}\text{s}$	١	
$\omega = -\omega_0\theta_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$	٥	
$\omega = -2\pi(\frac{\pi}{2})\sin(2\pi\times\frac{1}{4})$	٣	
$\omega = -10\,\text{rad.s}^{-1}$	١+١	
مجموع درجات الطلب الثاني	**١٥**	

حقوق الطبع والنشر والتوزيع محفوظة لوزارة التربية

-3 $\overline{\alpha} = -\omega_0^2 \overline{\theta}$	٥	
$\overline{\alpha} = -(2\pi)^2(-\frac{\pi}{4})$	٣	
$\overline{\alpha} = 10\pi \text{ rad.s}^{-2}$	١+١	
مجموع درجات الطلب الثالث	١٠	
(B $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$	٣	لعلاقة الدور الخاص (تعطى ضمنا)
$\frac{T_{\Delta}}{T'_0} = \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{I'_{\Delta}}}$	٥	
$(\frac{1}{2})^2 = \frac{I_{\Delta}}{I'_{\Delta}}$	٣	
$4I_{\Delta} = I'_{\Delta}$		
$4I_{\Delta G} = I_{\Delta G} + 2m_1\frac{L^2}{4}$	٣+٣	
$3\times\frac{1}{12}ML^2 = \frac{1}{2}m_1L^2$	٣	
$M = 2m_1$		
$M = 2\times100\times10^{-3}$	٣	
$M = 0.2\text{kg}$	١+١	
مجموع درجات الطلب B	٢٥	
مجموع درجات المسألة الأولى	٧٥	

المسألة الرابعة: (٤٠ درجة)

يصدر مزمار ذو فم نهايته مفتوحة صوتاً بإمرار هواء بدرجة حرارة مناسبة، ينتشر فيه الصوت بسرعة $v = 340\,m.s^{-1}$ فيتكون داخله عقدتان للاهتزاز البُعد بينهما $50\,cm$. **المطلوب حساب:**

1- طول موجة الصوت البسيط الصادر عن المزمار.

2- طول المزمار.

3- تواتر الصوت البسيط الصادر عن المزمار.

4- طول مزمار آخر ذي فم نهايته مغلقة يحوي هواء في درجة الحرارة نفسها، يُعطي صوتاً أساسياً موافقاً للصوت الصادر عن المزمار السابق.

		-1
	٥	البعد بين عقدتين $\frac{\lambda}{2}$
	٣	$\frac{\lambda}{2} = 50\times10^{-2}$
	١+١	$\lambda = 1\,m$
	١٠	**مجموع درجات الطلب الأول**
		-2
	٥	$L = n\frac{\lambda}{2}$
	٣	$L = 2\times50\times10^{-2}$
	١+١	$L = 1\,m$
	١٠	**مجموع درجات الطلب الثاني**
		-3
	٥	$f = n\frac{v}{2L}$
		$n = 2$
	٣	$f = 2\times\frac{340}{2\times1}$
	١+١	$f = 340\,Hz$
	١٠	**مجموع درجات الطلب الثالث**
		-4
	٥	$f = (2n-1)\frac{v}{4L'}$
		$L' = (2n-1)\frac{v}{4f}$
	٣	$L' = (2(1)-1)\frac{340}{4\times340}$
	١+١	$L' = 0.25\,m$
	١٠	**مجموع درجات الطلب الرابع**
	٤٠	**مجموع درجات المسألة الرابعة**

- انتهى السُلّم -

السؤال الثالث: (٣٠ درجة)

يتحرك سائل داخل أنبوب بين مقطعين مختلفين مساحة s_1، s_2، (السائل يملأ الأنبوب ولا يتجمع فيه). **المطلوب:**

a) اكتب علاقة معدل التدفق الكتلي Q للسائل. **b)** انطلاقاً من العلاقة $Q'_1 = Q'_2$ استنتج معادلة الاستمرارية، ثم بين كيف تتغير سرعة تدفق السائل مع مساحة مقطع أنبوب التدفق.

(a $Q = \frac{m}{\Delta t}$	٥	
(b $Q'_1 = Q'_2$		
$\frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t}$	٤+٤	
$\frac{s_1 v_1 \Delta t}{\Delta t} = \frac{s_2 v_2 \Delta t}{\Delta t}$	٣+٣	
$s_1 v_1 = s_2 v_2$	٦	أو $\frac{s_1}{s_2} = \frac{v_2}{v_1}$
سرعة تدفق السائل تتناسب عكساً مع مساحة مقطع الأنبوب الذي يتدفق منه السائل.....	٥	يقبل أي صيغة رياضية صحيحة
مجموع درجات السؤال الثالث	**٣٠**	

السؤال الرابع: (٣٠ درجة)

إطار مستطيل طول ضلعه الأفقي d، وطول ضلعه الشاقولي L، يحوي N لفة متماثلة، معلق من منتصف أحد ضلعيه الأفقيتين إلى سلك شاقولي عديم الفتل، نضعه في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم بحيث تكون خطوطه توازي مستوي الإطار، ثم نمرّر في سلك الإطار تيار كهربائي متواصل شدته I فيدور الإطار ويستقر عندما تصبح خطوط الحقل المغناطيسي عمودية على مستويه. **المطلوب:**

a) فسّر سبب دوران الإطار. **b)** استنتج علاقة عزم المزدوجة الكهرطيسية المؤثرة في الإطار.

a) يؤثر الحقل المغناطيسي (المنتظم) في الإطار بمزدوجة كهرطيسية.....	٥	
تنشأ عن القوتين الكهرطيسيتين المؤثرتين في الضلعين الشاقوليين.....	٥	
(تعمل على تدوير الإطار حول محور دورانه)		
(من موضعه) حيث التدفق المغناطيسي معدوم.....	٢	
إلى وضع يصبح فيه التدفق المغناطيسي (الذي يجتاز سطح الإطار) أعظمياً..	٢	
(b		
$\Gamma_\Delta = d' F$	٣	
$d' = d \sin\alpha$	٣	
$\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$		
$F = N I L B \sin\frac{\pi}{2}$	٣	
$\Gamma_\Delta = N I L d B \sin\alpha$	٢	
$\Gamma_\Delta = N I s B \sin\alpha$	٥	
مجموع درجات السؤال الرابع	**٣٠**	

السؤال الثالث: (٣٠ درجة)

يضع في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي سلكين طويلين متوازيين بحيث يبعد منتصفاهما (c_1,c_2) عن بعضهما البعض مسافة $d = 80\text{cm}$ ونضع إبرة بوصلة صغيرة في النقطة c منتصف المسافة (c_1,c_2)، نمرر في السلك الأول تيار كهربائي شدته $I_1 = 6\text{A}$ وفي السلك الثاني تيار كهربائي شدته $I_2 = 2\text{A}$ وبجهة واحدة. **المطلوب:**

1- احسب شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيارين في النقطة c.

2- احسب الزاوية التي تنحرف فيها إبرة البوصلة عن منحاها الأصلي، بفرض أن قيمة المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $B_H = 2\times10^{-5}\ \text{T}$.

3- حدد النقطة الواقعة بين السلكين التي تنعدم فيها شدة محصلة الحقلين.

	٥	-1 $B = 2\times10^{-7}\dfrac{I}{d}$
	٣	$B_1 = 2\times10^{-7}\dfrac{6}{0.4}$
	١	$B_1 = 3\times10^{-6}\,(\text{T})$
	٣	$B_2 = 2\times10^{-7}\dfrac{2}{0.4}$
	١	$B_2 = 1\times10^{-6}\,(\text{T})$
	٢	$B = B_1 - B_2$
	١	$B = 3\times10^{-6} - 1\times10^{-6}$
	١+١	$B = 2\times10^{-6}\ \text{T}$
	١٨	**مجموع درجات الطلب الأول**
		-2 قبل إمرار التيار: تستقر الإبرة وفق منحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي بعد إمرار التيار: تدور الإبرة المغناطيسية بزاوية θ وتستقر وفق منحى الحقل المحصل
	٣	$\tan\theta = \dfrac{B}{B_H}$
	٢	$\tan\theta = \dfrac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}}$ $\tan\theta = 0.1 < 0.24$
	١	$\theta = 0.1\ \text{rad}$
	٦	**مجموع درجات الطلب الثاني**
		-3
	٣	$B_1 = B_2$ $2\times10^{-7}\dfrac{6}{d_1} = 2\times10^{-7}\dfrac{2}{d_2}$
	١	$d_1 = 3d_2$
	١	$d_1 + d_2 = 0.8$ ولدينا
أو: $d_1 = 0.6\text{m}$	١	$d_2 = 0.2\text{m}$
	٦	**مجموع درجات الطلب الثالث**
	٣٠	**مجموع درجات المسألة الثالثة**

حقوق الطبع والنشر والتوزيع محفوظة لوزارة التربية

المسألة الثانية: (٩٥ درجة)

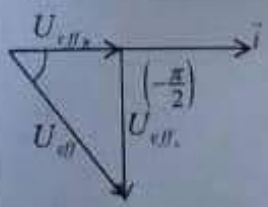
نصل طرفي مأخذ تيارمتناوب جيبي توتره المنتج $U_{m}=100V$، وتواتره $f=50Hz$ إلى دارة تحوي على التسلسل مقاومة أومية R، ومكثفة سعتها $C=\frac{1}{4000\pi}F$ فيكون التوتر المنتج بين طرفي المكثفة $U_{m_C}=80V$. **المطلوب:**

1- احسب اتساعية المكثفة X_C.

2- احسب قيمة الشدة المنتجة للتيار المار في الدارة I_m، ثم اكتب تابع الشدة اللحظية لهذا التيار.

3- احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي المقاومة U_{m_R} باستخدام إنشاء فرينل، ثم احسب قيمة المقاومة الأومية R.

4- نضيف على التسلسل إلى الدارة السابقة وشيعة مناسبة مقاومتها الأومية مهملة، ذاتيتها L بحيث تبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها، احسب ذاتية الوشيعة المضافة L.

-1	$X_C=\frac{1}{\omega C}$	٥	
	$\omega=2\pi f$	٥	
	$\omega=2\pi\times 50$	٣	
	$\omega=100\pi\ rad.s^{-1}$	١+١	
	$X_C=\frac{1}{100\pi\times\frac{1}{4000\pi}}$	٣	
	$X_C=40\ \Omega$	١+١	
	مجموع درجات الطلب الأول	٢٠	
-2	$U_{eff_C}=X_C I_{eff}$	٥	
	$I_{eff}=\frac{80}{40}$	٣	
	$I_{eff}=2A$	١+١	
	$I_{max}=I_{eff}\sqrt{2}$	٣	
	$I_{max}=2\sqrt{2}\ (A)$	٢	
	$i=2\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (A)$	٥	
	مجموع درجات الطلب الثاني	٢٠	
-3		٥	للرسم المتكامل
	$U_{eff}^2=U_{eff_C}^2+U_{eff_R}^2$	٥	
	$10000=6400+U_{eff_R}^2$	٣	
	$U_{eff_R}=60\ V$	١+١	
	$R=\frac{U_{eff_R}}{I}$	٥	