مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة ثلاث ساعات	الرقم:

هذه المسابقة تتألف من أربعة تمارين موزعة على أربعة صفحات
يسمح استعمال آلة حاسبة غير مبرمجة

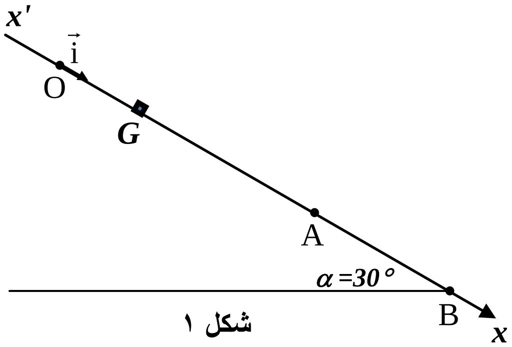
التمرين الاول : (٧,٥ علامات)

تغير الطاقة الحركية لجهاز

الغاية من هذا التمرين هي التحقق من نظرية الطاقة الحركية لجهاز. ينزل متزلج، كتلته الكاملة $M = 80$ kg ، من نقطة O إلى A ، بسرعة ثابتة $\vec{V} = V\,\vec{i}$ قيمتها $V = 30$ m/s، على طول خط حلبة مائلة بزاوية $\alpha = 30^o$ بالنسبة للأفق.

الحلبة تبذل على المتزلج قوة احتكاك ثابتة $\vec{f} = -f\,\vec{i}$.

ندرس حركة المتزلج من خلال دراسة حركة مركز ثقله G على المحور $\overrightarrow{x'x}$ (شكل ١) نهمل مقاومة الهواء على المتزلج.



شكل ١

المعطيات:

- نأخذ السطح الأفقي المار بِـ B كمستوى مرجعي للطاقة الكامنة للجاذبية لجهاز (متزلج، أرض)؛
- $g = 10$ m/s^2

١) سمِّ ومثِّل بِـ G القوة الخارجية المبذولة على المتزلج على المسار OA.

٢) أ) بيِّن أن كمية الحركة $\vec{P}$ للمتزلج ثابتة.

ب) تطبيقاً للقانون الثاني لنيوتن على المتزلج بين النقطتين O و A ، استنتج قيمة f لِـ $\vec{f}$.

٣) لكي يقف المتزلج عند B ، يبذل ابتداءً من A قوة فرملة ثابتة $\vec{f_1} = -f_1\vec{i}$ يقطع المتزلج المسافة AB خلال فترة زمنية $\Delta t = 3$ s.

أ) أوجد قيمة $\vec{f_1}$ ، معتبراً أن $\frac{d\vec{P}}{dt} \approx \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$.

ب) تتناقص الطاقة الميكانيكية للجهاز (متزلج، أرض) من A إلى B.
سمِّ القوى المسؤولة عن هذا التناقص.

ج) أوجد المسافة المقطوعة AB للمتزلج خلال الفترة الزمنية Δt.

٤) أ) أوجد بين A و B :

i . التغير ΔE_{pp} للطاقة الكامنة للجاذبية للجهاز (متزلج، أرض) ؛

ii . العمل المنجز من قبل وزن المتزلج $W_{M\vec{g}}$.

ب) قارن بين ΔE_{pp} و $W_{M\vec{g}}$.

٥) ΔE_C و $\sum W_{\vec{F}_{ext}}$ هما على الترتيب تغير الطاقة الحركية للمتزلج، والجمع الجبري لأعمال القوى الخارجية المطبّقة على المتزلج بين A و B . تحقّق، من نظرية الطاقة الحركية . $\Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$ بين A و B .

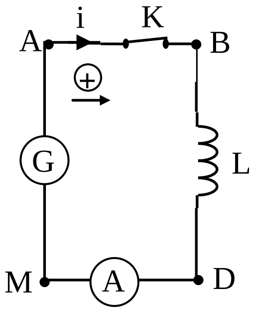
التمرين الثاني : (٧,٥ علامات)

مميزات دارة (RLC)

وضعنا:

- مولّد يعطي توتر متناوب جيبي $u_{AM} = u_G = U\sqrt{2}\cos\omega t$ ‏(u في V و t في s) ، حيث $U = 5\ V$ و $\omega = 2\pi f$ مع f تردد متغير؛
- ملف (وشيعة) محاثته L ومقاومته معدومة؛
- مكثف سعته C ؛
- موصل أومي مقاومته $R = 150\ \Omega$ ؛
- راسم الإشارة (oscilloscope) ؛
- مقياس ملي أمبيري مقاومته معدومة؛
- فاصل K وأسلاك توصيل؛

بهدف تحديد L و C ، نحقق التجارب التالية:



الشكل ١

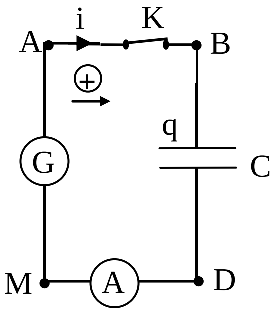
A - التجربة الأولى

ننفذ على الترتيب التركيبة في الشكل ١ والتركيبة في الشكل ٢. تأكدنا أنه بالنسبة لقيمة التردد $f = 500\ Hz$ ، شدة التيار المجدية I ، التي يؤشر أليها المقياس نأخذ نفس القيمة $I = 50\ mA$ في كل من الدارتين. خذ $\frac{1}{\pi} = 0{,}32$.

١) الملف معلق بين طرفي G (شكل ١)، يسري بالدارة تيار شدته $i = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$. ‏(i في A و t في s)

أ) أوجد صيغة التوتر $u_{BD} = u_b$ كدالّة من L، ω، I و t .

ب) أوجد قيمة L .



الشكل ٢

٢) المكثف معلق بين طرفي G (شكل ٢) يسري بالدارة تيار شدته

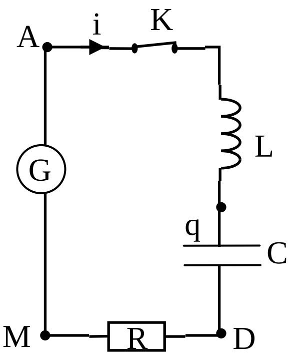
$$i = I\sqrt{2}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

أ) أوجد صيغة التوتر $u_{BD} = u_b$ كدالّة من C, ω, I و t.

ب) استنتج قيمة C .

B - التجربة الثانية

للتأكد من قيم L و C المحصلتين من التجربة الأولى، ننفذ الدارة في الشكل٣. هذه الدارة تضم مولد، ملف، مكثف وموصّل أومي مقاومته $R = 150\ \Omega$ راسم الإشارة معلق بشكل مناسب، يظهر على قناته (١)، التوتر u_{AM} على طرفي المولّد، وعلى قناته (٢) التوتر u_{DM} على طرفي الموصل الأومي. هذه التوترات ممثّلة في الشكل ٤. يسري في الدارة تيار شدته: $i = I\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$.



الشكل ٣

١) أعِد رسم الشكل ٣ محدّداً تعليقات راسم الإشارة.

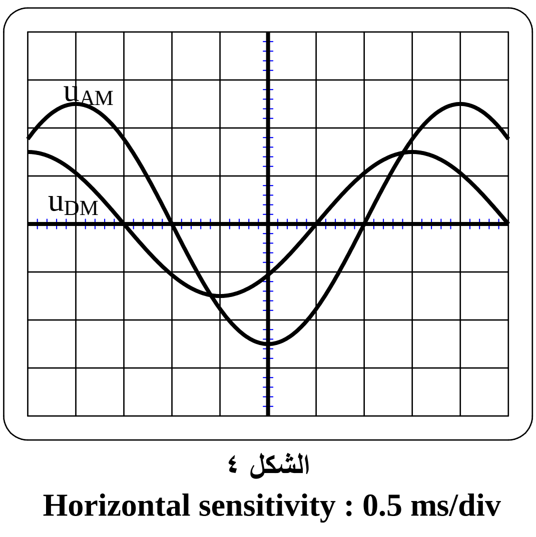
٢) مطبقاً قانون جمع التوترات ومعطياً لِـ t قيمة خاصة، برهن أنّ:

$$\tan\varphi = \frac{\frac{1}{C\omega} - L\omega}{R}$$

٣) اعتماداً على المنحنيات الجيبية في الشكل ٤. أوجد:

أ) قيمة التردد f لِـ u_{AM}؛

ب) قيمة فرق الطور φ ما بين u_{AM} و i.



الشكل ٤

Horizontal sensitivity : 0.5 ms/div

<u>التمرين الثالث:</u>(٧,٥ علامات) الهيئة الجسيمية للضوء

الهدف من هذا التمرين هو دراسة الطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين واستعمال هذا الضوء المنبعث لإحداث تأثير كهرو ضوئي.
المعطيات:

- Planck's constant: $h = 6.62 \times 10^{-34}$ J.s ;
- Speed of light in vacuum: $c = 3 \times 10^{8}$ m/s ;
- 1 eV $= 1.602 \times 10^{-19}$ J ;
- Elementary charge: $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C ;
- 1 nm $= 10^{-9}$ m.

A - ذرة الهيدروجين

هذا الطيف يتألف من أربعة خطوط ضوئية (H_α, H_β, H_γ and H_δ)
طول الموجات في الخواء على الترتيب: 656.27nm, 486.13nm, 435.05nm and 410.17nm

I) في سنة ١٨٨٥، بالمير لاحظ أن طول الموجات لهذه الخطوط الضوئية الاربعة تحقّق المعادلة : $\lambda = \lambda_0 \dfrac{n^2}{n^2 - 4}$

حيث أن $\lambda_0 = 364.6$ nm و n عدد صحيح موجب.

١) أصغر قيمة ل n هي ٣. برر ذلك.

٢) أحسب طول موجة الخط الضوئي المناسب لها.

٣) استنتج قيم n لكي نحصل على طول موجات الخطوط الضوئية الثلاثة الأخرى.

II) مستويات الطاقة الكمومية لذرة الهيدروجين معطاة بالمعادلة: $E_n = -\dfrac{13.6}{n^2}$ (in eV) و n عدد صحيح موجب.

مستعملاً صيغة E_n، أوجد طاقة الذرة حين تكون:

١) في المستوى الخامد (الأساسي)

٢) في كل من المستويات الخمسة الأولى المثارة؛

٣) في الحالة المتأينة.

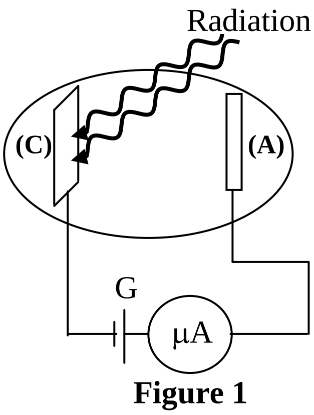


Figure 1

أ) التأثير الكهروضوئي

مصباح هيدروجيني قدرته $P_S = 2W$، يرسل بشكل موحّد إشعاعات بكل الاتجاهات في وسط متجانس.
هذا المصباح يضيء مهبط C (cathode) لخلية كهروضوئية من البوتاسيوم مساحتها المستعملة s = $2cm^2$ وموجودة على بعد D = 1.25m من المصباح (شكل ١). عمل استخراج البوتاسيوم هو $W_0 = 2.20$ eV.

١) احسب طول الموجة العتبة(البدء) لمهبط البوتاسيوم.

٢) حدّد مبرهناً من خلال الخطوط الضوئية لبالمير الاشعاعات التي يمكن أن تحدث الانبعاث الكهروضوئي.

٣) أضأنا الخلية بالضوء الازرق H_β طول موجته $\lambda = 486.13$nm. المصعد (anode) (A) يستطيع أن يلتقط كل الإلكترونات المنبعثة من المهبط. حيث أن مردوده الكمي هو $r = 0.875\%$.

أ) برهن أن القدرة الإشعاعية P_0 المتلقاة بالخلية هي 2.04×10^{-5}W.

ب) أوجد العدد N_0 للفوتونات المتلقاة بالمهبط بالثانية.\

ت) أوجد شد التيار الكربائي الساري في الدارة.

التمرين الرابع: (٧,٥ علامات)

نوّاس وازن

الهدف من هذا التمرين هو دراسة حركة نوّاس وازن.

نعمد إلى نوّاس وازن (P) يتألف من:

- قضيب (R) مستقيم، متجانس، طوله ℓ = AB وكتلته m.

- جسيم صلب (S) كتلته m_1، ينزلق على طول المسافة OB. O موجودة في منتصف القضيب.

نثبت (S) بنقطة C حيث $(x > 0)$ $\overline{OC} = x$.

(P) يستطيع الاهتزاز بمسطح عامودي، حول محور أفقي (Δ) متعامد مع القضيب (شكل ١).

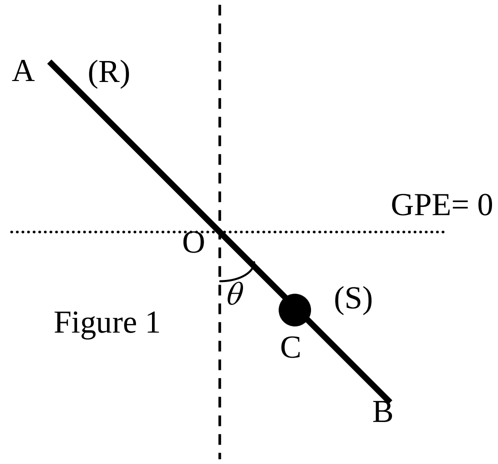


Figure 1

أبعدنا النوّاس عن موضع توازنه بزاوية ضئيلة θ_m، ثم أرخيناه بدون سرعة باللحظة $t_0 = 0$ ؛ النوّاس بدأ يهز بدون احتكاك حول موضع توازنه.

في اللحظة t، يكون الانزياح الزاوي للنواس θ وسرعته الزاويّة $\theta' = \dfrac{d\theta}{dt}$.

معطيات: عزم قصور القضيب بالنسبة لمحور الدوران : $I_0 = \dfrac{1}{12} m \ell^2$ ،

$m = 3m_1$ ، $\ell = 0.5$ m ، $g = 10$ m/s^2 وَ $\pi^2 = 10$.

لـ θ ضئيلة : $\cos\theta \approx 1 - \dfrac{\theta^2}{2}$ وَ $\sin\theta \approx \theta$ (θ in rd).

مركز قصور النوّاس G، والسطح الأفقي المار بـ θ هو المستوى المرجعي لطاقة الجاذبية الكاملة.

١) برهن أنّ:

أ- $\overline{OG} = \dfrac{x}{4}$.

ب- صيغة عزم قصور النوّاس بالنسبة لـ (Δ) هو : $I = \dfrac{m}{12}(\ell^2 + 4x^2)$.

٢) أوجد صيغة الطاقة الميكانيكية لجهاز (نوّاس، أرض) كدالّة من θ، θ'، m ، x و ℓ .

٣) أنشئ المعادلة التفاضلية بدرجة ثانية بـ θ التي تحكم اهتزازات النوّاس.

٤) أ) برهن انه بالنسبة للاهتزازات الضعيفة، صيغة الزمن الدوري الذاتي للنوّاس هي $T_0 = \sqrt{\dfrac{4x^2 + \ell^2}{x}}$.

ب) أوجد قيمة x لكي تكون T_0 في حدها الأدنى.

- استنتج أنَّ: $T_{0(min)} = 1.41$ s.

٥) بواسطة جهاز ترابط يلعب النوّاس (P) دور المستثير لنوّاس بسيط (P_1) طوله $\ell_1 = 65$ cm . اهتزازات (P) وَ (P_1) هي قليلة التضاؤل.

أ) إذا كان الزمن الدوري الذاتي لنوّاس بسيط بالنسبة لاهتزازات ضئيلة هو $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ ، إحسب قيمة الزمن الدوري الذاتي T_{01} للنواس البسيط (P_1).

ب) - يهتز (P) الآن بزمنه الدوري الأدنى. تأكدنا أنّ (P_1) لا يدخل بالرنين مع (P) . علّل ذلك.

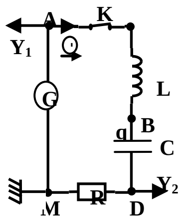
- زحلقنا (S) بين O و B. تأكدنا أن (P_1) يهتز بإزاحة قصوى عند قيمة محدودة x_0 لـ x أوجد قيمة x_0 .

<table>
<tr><td>دورة العام ٢٠١٦ العاديّة
الاثنين ١٣ حزيران ٢٠١٦</td><td>امتحانات الشهادة الثانوية العامة
الفرع : علوم عامة</td><td>وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات</td></tr>
<tr><td>الاسم:
الرقم:</td><td>مسابقة في مادة الفيزياء
المدة ثلاث ساعات</td><td>مشروع معيار التصحيح</td></tr>
</table>

First exercise (7.5 points)

Part of the Q	Answer	Mark
1	The forces acting on the skier : • Normal reaction $\vec{N}$; • Weight $m\vec{g}$; • The frictional force $\vec{f}$ Diagram.	3/4
2.a	$\vec{P} = M\vec{V}$ since $\vec{V} = \overrightarrow{Cte} \Rightarrow \vec{P} = \overrightarrow{Cte}$.	3/4
2.b	$\frac{d\vec{P}}{dt} = \overrightarrow{Mg} + \vec{N} + \vec{f} = \vec{0}$ project along x'x: Mgsinα – f = 0 $\Rightarrow$ f = Mgsinα = 400 N.	1
3.a	$\frac{d\vec{P}}{dt} = \overrightarrow{Mg} + \vec{f} + \vec{N} + \vec{f_1} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$ Project along x'x $\Rightarrow -f_1 = \frac{MV_B - MV_A}{\Delta t} = -\frac{MV_A}{\Delta t} \Rightarrow f_1 = 800$ N. **Or :** $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \sum \vec{F}_{ext} \Rightarrow \frac{\vec{P}_O - \vec{P}_A}{\Delta t} = \sum \vec{F}_{ext}$ Project along x'x : $\frac{0 - MV_A}{\Delta t} = Mg\sin\alpha - f - f_1 = 0 - f_1 = -f_1 \Rightarrow f_1 = 800N$	1
3.b	Because friction and braking forces	1/2
3.c	$\Delta M.E = W(\vec{f}\,) + W(\vec{f_1}) \Rightarrow M.E_B - M.E_A = W(\vec{f}\,) + W(\vec{f_1}) \Rightarrow$ $-1/2\ MV^2 - Mg\ AB\ \sin\alpha = -f.AB - f_1.AB$ $\Rightarrow (40\times900) + (400\times AB) = 1200 \times AB \Rightarrow AB = 45$ m.	1
4.a.i	$\Delta GPE = GPE_B - GPE_A = 0 - Mg\ AB\sin\alpha = -Mg\ AB\ \sin\alpha = -1800$ J	3/4
4.a.ii	$W(M\vec{g}) = Mgh = Mg\ AB\ \sin\alpha = 1800$ J	1/2
4.b	$\Delta(GPE) = -W(M\vec{g})$.	1/4
5	$\Delta M.E = \Delta K.E + \Delta GP.E = W(\vec{f}\,) + W(\vec{f_1})$ $\Rightarrow \Delta K.E = W(M\vec{g}) + W(\vec{f}\,) + W(\vec{f_1})$ since $W(\vec{N}) = 0 \Rightarrow \Delta K.E = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$ **Or :** $\Delta M.E = \Delta K.E + \Delta GP.E = W(\vec{f}\,) + W(\vec{f_1})$ $\Rightarrow \Delta K.E. = W(\vec{f}\,) + W(\vec{f_1}) - \Delta GP.E = W(\vec{f}\,) + W(\vec{f_1}) + W(M\vec{g})$ Or $W(\vec{N}) = 0 \Rightarrow \Delta K.E. = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$	1

Second exercise (7.5 points)

Part of the Q	Answer	Mark
A.1.a	$u_{BD} = u_L = L\frac{di}{dt} = -LI\omega\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$	¾
A.1.b	$u_{AM} = u_{BD} \Rightarrow -LI\omega\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = U\sqrt{2}\cos\omega t \Rightarrow LI\omega\sqrt{2}\cos(\frac{\pi}{2} + \omega t - \frac{\pi}{2}) = U\sqrt{2}\cos\omega t$ By comparison: $U\sqrt{2} = LI\omega\sqrt{2} \Rightarrow L = 0.032$ H = 32 mH. **Or**: $-LI\omega\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = U\sqrt{2}\cos\omega t$ For t = 0: $U\sqrt{2} = LI\omega\sqrt{2} \Rightarrow L = 0.032$ H = 32 mH.	¾
A.2.a	$i = C\frac{du_C}{dt} \Rightarrow u_C = \frac{1}{C}\int i\,dt = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\sin(\omega t + \varphi)$	¾
A.2.b	$u_{AM} = u_{BD} \Rightarrow U\sqrt{2}\cos\omega t = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow U\sqrt{2}\cos\omega t = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\cos(\frac{\pi}{2} - \omega t - \frac{\pi}{2})$ By comparison : $U\sqrt{2} = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega} \Rightarrow C = 3.2\times10^{-6}$ F $= 3.2$ μF **Or** : $u_{AM} = u_{BD} \Rightarrow U\sqrt{2}\cos\omega t = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ For t = 0 : $U\sqrt{2} = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\sin(\frac{\pi}{2}) \Rightarrow C = 3.2\times10^{-6}$ F $= 3.2$ μF	¾
B.1	Connections of the oscilloscope  	¼
B.2	$u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM} \Rightarrow$ $U\sqrt{2}\cos\omega t = -LI\omega\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi) + \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\sin(\omega t + \varphi) + RI\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$ For $\omega t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow 0 = -LI\sqrt{2}\cos\varphi + \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\cos\varphi - RI\sqrt{2}\sin\varphi \Rightarrow \tan\varphi = \frac{\frac{1}{C\omega} - L\omega}{R}$	**1**
B.3.a	$T = 4$ ms $\Rightarrow f = \frac{1}{T} = 250$ Hz .	½
B.3.b	$\lvert\varphi\rvert = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$ rad.	½
B.4.a	Current resonance	¼
B.4.b	$\varphi = 0 \Rightarrow \tan\varphi = 0 \Rightarrow \frac{1}{C\omega_0} = L\omega_0 \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_0^2}$.	½
B.5	$\varphi = \frac{\pi}{4} \Rightarrow 1 = \frac{\frac{1}{C\omega} - L\omega}{R} \Rightarrow C = \frac{1 - LC\omega^2}{R\omega} = 3.2\times10^{-6}$ F = 3.2 μF $\Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_0^2} \Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_0^2} = 32$ mH	**1 ½**

Third exercise (7.5 points)

Part of the Q	Answer	Mark
A.I.1	λ , λ_0 and n^2 are positive $\Rightarrow n^2 - 4 > 0 \Rightarrow n > 2 \Rightarrow$ the smallest value is n = 3.	½
A.I.2	$\lambda = \lambda_0 \dfrac{n^2}{n^2 - 4} \Rightarrow \lambda = 656.46$ nm.	½
A.I.3	In these conditions: n = 4 gives $\lambda = 486.13$ nm n = 5 gives $\lambda = 435.05$ nm n = 6 gives $\lambda = 410.17$ nm	¾
A.II.1	Ground state n = 1: $E_1 = -13.6$ eV.	½
A.II.2	1st energy level (excited): n = 2: $E_2 = -\dfrac{13.6}{2^2} = -3.4\text{eV}$ $E_3 = -1.51$ eV; $E_4 = -0.85$ eV; $E_5 = -0.54$ eV and $E_6 = -0.38$ eV	**1 ¼**
A.II.3	The atom is ionized when $n \rightarrow \infty \Rightarrow E_\infty = 0$	½
B.1	$W_0 = \dfrac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \dfrac{hc}{W_0} = 5.65\times10^{-7}\text{m} = 565\text{nm}$	¾
B.2	The radiations of Balmer series that can produce photoelectric emission verifies the relation $\lambda \langle \lambda_0$; H_β, H_γ and H_δ produce this emission because $\lambda \langle \lambda_0$	½
B.3.a	$P_0 = \dfrac{P_S \times s}{4\pi D^2} = 2.04\times10^{-5}\text{W}$	¾
B.3.b	$N_{0/s} = \dfrac{P_0}{E_{photon}} = \dfrac{P_0 \times \lambda_\beta}{h\times c} = 4.99\times10^{13}\text{photons / s}$	¾
B.3.b	The number of effective photons = number of emitted electrons N_e $\Rightarrow N_e = r \times N_0 = 4.37\times10^{11}$ electrons/s $I_0 = \dfrac{q}{t} = \dfrac{N_e e}{t} = 6.99\times10^{-8}\text{A}$	¾

Fourth exercise (7.5 points)

Part of the Q	Answer	Mark
1.a	$(m+m_1)\overrightarrow{OG} = m\ \overrightarrow{OO} + m_1\overrightarrow{OM} \Rightarrow \overline{OG} = \frac{x}{4}$	½
1.b	$I_{(sys)} = I_{(rod)} + I_{(S)} \Rightarrow I = \frac{1}{12}m\ell^2 + \frac{m}{3}x^2 = \frac{m}{12}(4x^2+\ell^2)$	½
2	$ME = \frac{1}{2}I\theta'^2 - (m+m_1)gOG\cos\theta = \frac{m}{24}(4x^2+\ell^2)\theta'^2 - \frac{m}{3}gx\cos\theta$	¾
3.a	$ME = Cte \Rightarrow \frac{dME}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{m}{12}(4x^2+\ell^2)\theta'\theta'' + \frac{m}{3}gx\theta'\sin\theta = 0$, $\theta' \neq 0$ For small angle $\sin\theta \approx \theta$ (rd) $\Rightarrow \theta'' + \left(\frac{4gx}{4x^2+\ell^2}\right)\theta = 0$.	¾
3.b	This differential equation has the form: $\theta'' + \omega_0^2\theta = 0 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{4gx}{4x^2+\ell^2}} \Rightarrow T_0 = \sqrt{\frac{4x^2+\ell^2}{x}}$.	½
4.a	$\frac{dT_0}{dx} = \frac{1}{2}\left(\frac{4x^2-\ell^2}{x^2}\right)\left(\frac{4x^2+\ell^2}{x}\right)^{-\frac{1}{2}}$; T_0 is minimum when $\frac{dT_0}{dx} = 0$ for x $\in \left]0,\frac{\ell}{2}\right] \Rightarrow 4x^2 - \ell^2 = 0$; then T_0 is minimal for $4x^2 = \ell^2 \Rightarrow x = \frac{\ell}{2}$.	**1 ½**
4.b	$T_0 = \sqrt{\frac{\ell^2+\ell^2}{\frac{\ell}{2}}} = 2\sqrt{\ell} = 1.41$ s	½
5.a	$T_{01} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_1}{g}} = 1.61$ s	½
5.b.i	The phenomenon of amplitude resonance will take place when the proper period of the exciter becomes equal (very close) of that of the resonator. As $T_0 = 1.41$ s of (P) is smaller than $T_{01} = 1.61$ S of (P_1), therefore the phenomenon of resonance does not take place	½
5.b.ii	(P_1) oscillates with large amplitude, therefore it is in resonance of amplitude with (P); and then the proper period of (P) is equal to T_{01}. = 1.61 s. $4x^2 - (1{,}61)^2x + \ell^2 = 0$ $\Rightarrow$ The solution of this quadratic equation gives; $x_1 = 53$ cm (rejected because it is > than $\frac{\ell}{2} = 25$ cm) and $x_2 = 11.75$ cm (accepted)	**1 ½**