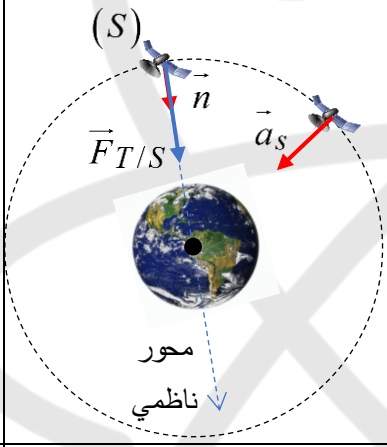
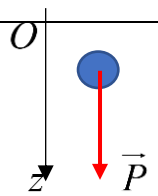
عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموعة
التمرين الأول: (06 نقاط)		03,50
1. تعريفات:	2x0,25	
*المرجع الجيومركزي: هو مرجع مرتبط بمعلم مبدأه مركز الأرض ومحاوره موجهة لثلاث نجوم بعيدة.		
*الدور: هو المدة المستغرقة لإنجاز دورة واحدة.		
2. تمثيل القوة $\vec{F}_{T/S}$ المطبقة من طرف الأرض على القمر الاصطناعي:	0,25	
– الجملة: قمر اصطناعي (S).		
		
3. العبارة الشعاعية للقوة $\vec{F}_{T/S}$: $\vec{F}_{T/S} = G \cdot \frac{M_T.m}{(R_T+h)^2} \cdot \vec{n}$	0,25	
4. استنتاج طبيعة حركة القمر الاصطناعي (S)، وتمثيل شعاع التسارع $\vec{a}_S$:	2x0,25	
*طبيعة حركة القمر الاصطناعي (S): بما أن المسار الدائري والسرعة ثابتة فحركة القمر الاصطناعي (S) دائرية منتظمة.		
* تمثيل شعاع التسارع $\vec{a}_S$: بما أن الحركة دائرية منتظمة فإن شعاع التسارع يكون ناظمي.	0,25	
5. 1.5. عبارة التسارع a_S لمركز عطالة القمر الاصطناعي (S):	0,25	
– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة في المرجع الجيومركزي:		
$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_S \rightarrow \vec{F}_{T/S} = m.\vec{a}_S \rightarrow G \cdot \frac{M_T.\cancel{m}}{(R_T+h)^2} \cdot \vec{n} = \cancel{m}.\vec{a}_S \rightarrow \vec{a}_S = G \cdot \frac{M_T}{(R_T+h)^2} \cdot \vec{n}$	2x0,25	
بإسقاط العبارة الشعاعية على المحور الناظمي: $a_S = G \cdot \frac{M_T}{(R_T+h)^2}$	0,25	
2.5. عبارة الجاذبية g_0 على سطح الأرض بدلالة: G، M_T و R_T:	0,25	
بما أن القمر الاصطناعي (S) خاضع لتأثير الأرض فقط فإن: $F_{T/S} = P = m.g$		
وعليه: $g = G \cdot \frac{M_T}{(R_T+h)^2} \xrightarrow{h=0\,m} g_0 = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$	2x0,25	
3.5. عبارة كل من السرعة المدارية v_S بدلالة: g_0، R_T و h، واستنتاج عبارة h مع تحديد عبارة A و B:		

	0,25	*عبارة السرعة المدارية v_S : نعلم أن التسارع a_S ناظمي، وعليه: $a_S = a_n \rightarrow \frac{G.M_T}{(R_T+h)^2} = \frac{{v_S}^2}{R_T+h} \rightarrow v_S = \sqrt{\frac{g_0.{R_T}^2}{R_T+h}}$
	3x0,25	*عبارة h مع تحديد عبارة A و B : $v_S = \sqrt{\frac{g_0.{R_T}^2}{R_T+h}} \rightarrow R_T+h = \frac{g_0.{R_T}^2}{{v_S}^2} \rightarrow h = g_0.{R_T}^2 \cdot \frac{1}{{v_S}^2} - R_T$ بالمطابقة: $A = g_0.{R_T}^2$; $B = R_T$
02,50	0,25	**6. تحديد قيمة كل من R_T و g_0 :** اعتمادا على البيان: $h = 2,22\times10^{14} \cdot \frac{1}{{v_S}^2} - 6,4\times10^6$
	2x0,25	بالمطابقة مع عبارة كل من B و A ، نجد: $B = R_T = 6,4\times10^6\, m$ $A = g_0.{R_T}^2 \rightarrow g_0 = \frac{A}{{R_T}^2} = \frac{4\times10^{14}}{\left(6,4\times10^6\right)^2} \approx 9,8\, m.s^{-2}$
	2x0,25	**7. 1.7. حساب قيمة كل من الارتفاع h والدور T لهذا القمر:** *الارتفاع h : $v_S = \sqrt{\frac{g_0.{R_T}^2}{R_T+h}} \rightarrow h = \frac{g_0.{R_T}^2}{{v_S}^2} - R_T = \frac{9,8\times\left(6,4\times10^6\right)^2}{3080^2} - 6,4\times10^6$ $\rightarrow h = 3,59\times10^7\, m$ *الدور T : $T = \frac{2\pi(R_T+h)}{v_S} = \frac{2\times3,14\times\left(6,4\times10^6+3,59\times10^7\right)}{3080} = 86248,05\, s \approx 24\, h$
	0,25	**2.7. تحديد نوعه:** هو قمر اصطناعي جيومستقر.
0,75		**التمرين الثاني: (07 نقاط)** – **الدراسة النظرية:** **1. 1.1. تحديد نوع السقوط وتعريفه:**
	2x0,25	*نوع السقوط: سقوط حر. *تعريف: هي حركة جسم خاضع لقوة ثقله فقط.
	0,25	**2.1. تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الكرة:** 

3.1. إيجاد المعادلات الزمنية للسرعة $v_y(t)$، ثم تحديد طبيعة حركة الكرة: — 0,25

*المعادلة الزمنية للسرعة $v_y(t)$:

انطلاق من عبارة شعاع الموضع، نجد أن: $y(t)=4,9.t^2$ — 0,25

باشتقاق العبارة السابقة، نجد: $v_y(t)=9,8.t^2$ — 0,25

*طبيعة حركة الكرة:

باشتقاق عبارة $v_y(t)$ نجد: $a_y(t)=9,8m.s^{-2}$ — 0,25

حركة الكرة مستقيمة متسارعة بانتظام لأن $a_y.v_y>0$ و $a_y=C^{ste}$. — 0,25

4.1. تبيان أن الزمن t لسقوط الكرة مستقل عن كتلتها:

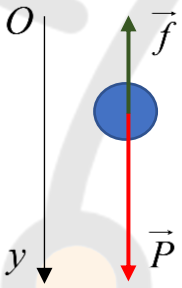
بما أن: $y=\frac{1}{2}\cdot g\cdot t^2$; $v_y=g.t$; $a_y=g$، فإن: سقوط الكرة مستقل عن كتلتها. — 0,25

5.1. تحديد الارتفاع h، وحساب الزمن t لبلوغ الكرة سطح الأرض، وسرعتها عندئذ: — 2x0,25

$$h=\frac{1}{2}\cdot g\cdot t^2\rightarrow t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\times 50}{9,8}}\approx 3,2s \quad ,\quad v=9,8\times 3,2=31,36m.s^{-1}$$

04,75

1.2.2. تبيان المعادلة التفاضلية لتطور سرعة مركز عطالة الكرة: — 2x0,25



- المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.
- الجملة: كرة.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة: — 2x0,25

$$\sum\vec{F}_{ext}=m.\vec{a}\rightarrow\vec{P}+\vec{f}=m.\vec{a}$$

بإسقاط العبارة الشعاعية على المحور $(\overrightarrow{Oy})$: $m.g-k.v^n=m.\frac{dv}{dt}\rightarrow\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v^n=g$ — 0,25

2.2. استنتاج العبارة الحرفية للسرعة الحدية v_{lim}: — 0,25

في النظام الدائم: $\left(v=v_{lim}\,;\frac{dv}{dt}=0\right)$ وعليه: $v_{lim}=\sqrt[n]{\frac{mg}{k}}$

– الدراسة التجريبية:

1. تحديد أزمنة السقوط t_1، t_2 و t_3 للكرات B_1، B_2 و B_3 من على ارتفاع h: — 2x0,25

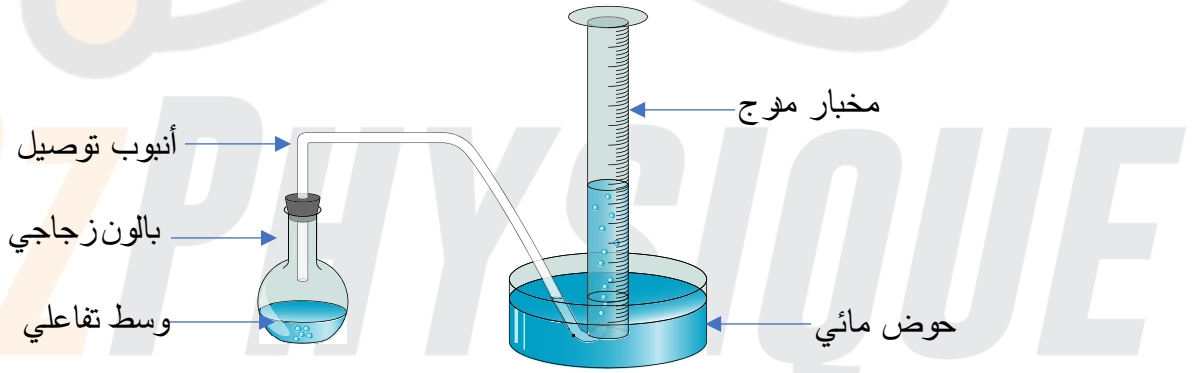
$$t_1=3,2s\ ;\ t_2=3,2s\ ;\ t_3=3,9s$$

2. استنتاج قيم السرعات v_1، v_2 و v_3 لمراكز عطالة الكرات الثلاثة عندما تصل إلى الأرض: — 3x0,25

$$v_1=31m.s^{-1}\ ;\ v_2=30m.s^{-1}\ ;\ v_3=18,5m.s^{-1}$$

3. استخراج قيمة السرعة الحدية v_{lim3} لمركز عطالة الكرة B_3، ثم استنتاج قيمة n: — 0,25

اعتمادا على الشكل.1، نجد أن: $v_{lim3}=19m.s^{-1}$

	0,5	منه: $n=2 \rightarrow \frac{1}{n}=\frac{\log(v_{\lim 3})}{\log\left(\frac{mg}{k}\right)}=0,5 \rightarrow \left(\frac{mg}{k}\right)^{\frac{1}{n}}=v_{\lim 3} \rightarrow v_{\lim 3}=\sqrt[n]{\frac{mg}{k}}$
	2x0,25	**4. حساب قيم السرعات الحدية** $v_{\lim 1}$ ، $v_{\lim 2}$ **لمراكز عطالة الكرتين** B_1 **و** B_2 **:** $v_{\lim 1}=189,82\,m.s^{-1}$; $v_{\lim 2}=88,03\,m.s^{-1}$
01,50	0,25	**5. 1.5. تحديد الكرة التي تبلغ سطح الأرض أولا:** تصل الكرتان B_1 و B_2 في نفس الوقت ونتائجهما تتوافق مع نتائج السقوط الحر.
	0,25	**2.5. استنتاج بخصوص تأثير الهواء أثناء حركة سقوط الكرات من على ارتفاع** h **:** تأثيرات الهواء بالنسبة لكل من: – الكرتين B_1 و B_2 : مهملة بحيث استغرقت الكرتين $t_1=t_2\approx 3,2\,s$ من أجل بلوغ سطح الأرض بقيمة سرعة $v_1\approx v_2\approx 31,4\ m.s^{-1}$. – الكرة B_3 : ليست مهملة بحيث استغرقت $t_3>3,2\,s$ من أجل بلوغ سطح الأرض بقيمة سرعة $v_3<31,4\ m.s^{-1}$.
	0,25	**التمرين التجريبي: (07 نقاط)** **1. مدلول الملصقة:** مادة سامة.
01,50	3x0,25	**2. تحديد الطريقة المستعملة في المتابعة التحول الكيميائي، وانجاز رسم تخطيطي للتركيب التجريبي المستعمل:** * المتابعة الزمنية عن طريق قياس حجم الغاز المنطلق. 
	0,5	**3. إنشاء جدول تقدم التفاعل، ثم تبيان عبارة كتلة كربونات الكالسيوم** $m_t(CaCO_3)$ **:**

معادلة التفاعل		$CaCO_3$ + 2 HA = Ca^{2+} + 2 A^- + CO_2 + H_2O					
الحالة	التقدم	كميات المادة بالـ mol					
ابتدائية	0	$n_1=\frac{m_0}{M}$	$n_2=C_A.V$	0	0	0	**بوفرة**
انتقالية	x	n_1-x	n_2-2x_f	x	$2x$	x	
نهائية	x_f	n_1-x_f	n_2-2x	x_f	$2x_f$	x_f	

*تبيان عبارة كتلة كربونات الكالسيوم $m_t(CaCO_3)$:

	4x0,25	من جدول تقدم التفاعل، لدينا: $n_t(CaCO_3)=\frac{m_0}{M}-x \rightarrow m_t(CaCO_3)=m_0-x.M$ وأيضا: $n_t(CO_2)=x=\frac{V_{CO_2}}{V_M}$ من العبارتين نجد: $m_t(CaCO_3)=m_0-\frac{V_{CO_2}}{V_M}.M$
	0,25 0,25 0,25 2x0,25	**4. تحديد قيمة الكتلة الابتدائية m_0، والحجم المولي V_M**، واستنتاج قيمة التقدم الأعظمي x_{max}: اعتمادا على بيان الشكل.1، نجد: $m_t(CaCO_3)=-4,12.V_{CO_2}+0,5$ بالمطابقة مع عبارة السؤال.3، نجد: $m_0=0,5\,g$ $\frac{M}{V_M}=4,12 \rightarrow V_M=\frac{100}{4,12}=24,3\,L.mol^{-1}$ من البيان: $m_f(CaCO_3)=0,5-x_{max}.M=0 \rightarrow x_{max}=5\times10^{-3}\,mol$
05,50	2x0,25 0,25	**5. 1.5. تعريف السرعة الحجمية للتفاعل، وإثبات عبارتها:** *تعريف السرعة الحجمية للتفاعل: هي سرعة التفاعل في وحدة الحجوم $v_{Vol}=\frac{1}{V}\cdot\frac{dx}{dt}$. *اثبات عبارتها: لدينا، سابقا: $n_t(CO_2)=x=\frac{V_{CO_2}}{V_M}$ باشتقاقها: $\frac{dx}{dt}=\frac{1}{V_M}\cdot\frac{dV_{CO_2}}{dt}$ وعليه تصبح العبارة: $v_{Vol}=\frac{1}{V.V_M}\cdot\frac{dV_{CO_2}}{dt}$
	2x0,25	**2.5. حساب حجم المحلول V المستعمل:** $V=\frac{1}{v_{Vol}.V_M}\cdot\frac{dV_{CO_2}}{dt}=\frac{1}{0,2\times24,4}\times\frac{50-0}{40-0}=0,25\,L$
	2x0,25 3x0,25	**6. تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، وتحديد قيمته:** *تعريف زمن نصف التفاعل: هي الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي $x_{t_{1/2}}=\frac{x_f}{2}$. *تحديد قيمته: بالإسقاط، نجد: $V_{t_{1/2}}=\frac{x_f}{2}\cdot V_M=\frac{5\times10^{-3}\times24,3}{2}=0,06075\,L=60,75\,mL$ $t_{1/2}=68\,s$
	3x0,25	**7. تبيان تأثير العامل الحركي:** *تقدم التفاعل الأعظمي x_{max}: يصبح في هذه الحالة $x'_{max}=2,5\,mmol$. *السرعة الحجمية للتفاعل عند $t=0$: تصبح أصغر من التجربة الأولى. *حجم الغاز V_{CO_2} عند نهائية التفاعل: يصبح حجم الغاز $V_{CO_2}=60,75\,mL$.