الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية. **ثانوية صالح بن مهنا كركرة**

السنة ثالثة شعبة علوم تجريبية + تقني رياضي. **التاريخ: 2025/12/10**

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية **المدة: 2سا**

التمرين الأول: (11 نقطة)



الترسبات الكلسية تحتوي أساسا على كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ وتعتبر العدو الأول لماكينات القهوة، تتراكم عليها يوميًا مما قد يُعطلها ويؤثر على طعم القهوة. يوصي العديد من مصنعي الأجهزة باستخدام منتجات إزالة الترسبات الكلسية التي تحتوي على حمض اللاكتيك $C_3H_6O_{3(aq)}$ لفعاليته في إزالة الترسبات الكلسية.

يهدف التمرين لدراسة حركية تفاعل كربونات الكالسيوم مع حمض اللاكتيك.

$C_3H_6O_{3(aq)}$

$d = 1{,}13$

$M = 90\ g.mol^{-1}$

$P = 45\%$

لصيقة القارورة

أولاً : يحتوي محلول تجاري (S_0)لإزالة الترسبات الكلسية لحمض اللاكتيك تركيزه المولي C_0 الموجود في قارورة على لصيقة ذات دلالات معينة.

1. اذكر دلالات المعلومات التي تحملها لصيقة القارورة.
2. بين حسابيا أن التركيز المولي للمحلول التجاري(S_0) هو $C_0 = 5.65\ mol.L^{-1}$
3. نظرًا لأن محلول إزالة الترسبات الكلسية مركّز للغاية، يتم تحضير محلول (S_1) أقل تركيزًا ممدد 10 مرات تركيزه المولي C_a.

1-3 اختر مبرراً جوابك مجموعة الزجاجيات المناسبة لعملية التخفيف.

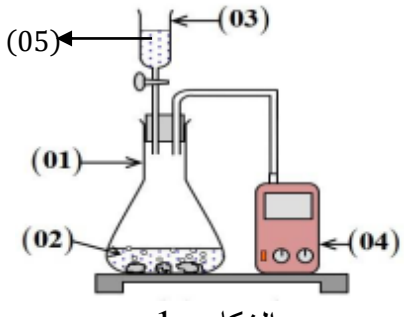
المجموعة (1)	المجموعة (2)	المجموعة (3)	المجموعة (4)
-كأس بيشر $50\ mL$	-كأس بيشر $50\ mL$	-كأس بيشر $50\ mL$	-كأس بيشر $50\ mL$
-ماصة عيارية $10\ mL$	-ماصة عيارية $10\ mL$	-ماصة عيارية $10\ mL$	-مخبار مدرج $50\ mL$
-سحاحة مدرجة $100\ mL$	-حوجلة عيارية $1000\ mL$	-حوجلة عيارية $100\ mL$	-حوجلة عيارية $100\ mL$

2-3 اكتب بروتوكولا تجريبيا لعملية التخفيف.

3-3 احسب التركيز المولي C_a للمحلول المحضر (S_1) .

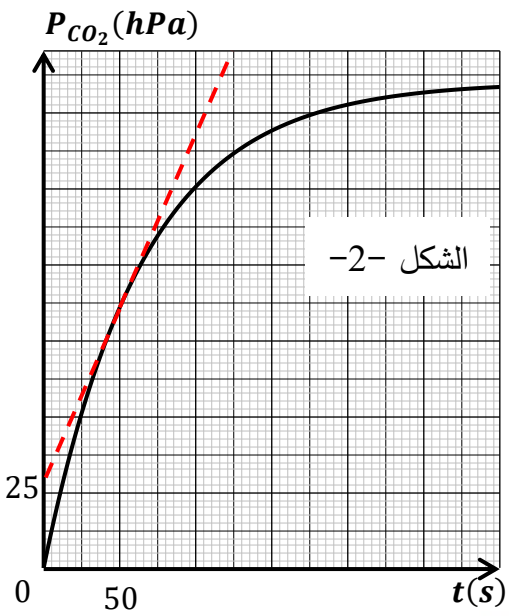
ثانياً: لدراسة حركية التفاعل التام بين حمض اللاكتيك وكربونات الكالسيوم المُنمذج بالمعادلة:

$$2C_3H_6O_3(aq) + CaCO_3(s) = CO_2(g) + Ca^{2+}(aq) + 2C_3H_5O_3^-(aq) + H_2O(l)$$



الشكل -1-

ندخل في زجاجية مناسبة كتلة $m = 200.25\ mg$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ ونسكب فيه عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_a = 10\ mL$ من المحلول (S_1) المحضر سابقا، تتم متابعة هذا التحول الكيميائي عن طريق قياس ضغط غاز CO_2 المنطلق عند درجة حرارة ثابتة 25°C اعتمادا على التركيب التجريبي الموضح في الشكل -1- النتائج المتحصل عليها مكنت من رسم البيان في الشكل -2-



الشكل –2–

1. صنف التحول الكيميائي من حيث المدة المستغرقة ثم اذكر المؤشر الدال على حدوثه على المستوى العياني.
2. سمِ العناصر المرقمة في الشكل –1–
3. أنجز جدولا لتقدم التفاعل وأحسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} مع ذكر المتفاعل المحد إن وُجد.
4. جد عبارة التقدم $x(t)$ للتفاعل عند لحظة t بدلالة V_{CO_2} ، T، $P_{CO_2}(t)$ و R .
5. جد قيمة $P_f(CO_2)$ ضغط غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق في نهاية التفاعل واستنتج إن كان التفاعل انتهى عند اللحظة $t = 300\ s$.
6. بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعلاقة $v_{vol} = 1{,}25 \times 10^{-5} \cdot \frac{dP_{CO_2}(t)}{dt}$ حيث P_{CO_2} ضغط الغاز بـ(Pa)
7. أحسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 50\ s$.
8. عين بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
9. عند إزالة الترسبات الكلسية من ماكينة القهوة، تنص التعليمات المقترحة على استخدام محلول حمض اللاكتيك أكثر تركيزًا وتسخينه.

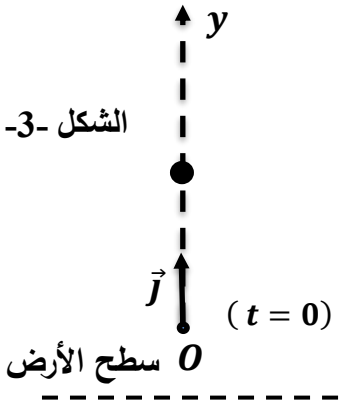
ما تأثير ذلك على مدة إزالة الترسبات الكلسية؟ علل.

المعطيات: الكتلة المولية لكربونات الكالسيوم: $M(CaCO_3) = 100\ g.moL^{-1}$ ،
حجم الغاز المنطلق داخل الزجاجية: $V_{CO_2} = 310\ mL$ ، ثابت الغازات المثالية $R = 8{,}314\ SI$

التمرين الثاني: (09 نقاط)

بعد دراسته لموضوع السقوط الشاقولي الحقيقي للأجسام الصلبة في الهواء، أراد طارق تطبيق ما درسه.

عند لحظة $t = 0$ نعتبرها مبدأ للأزمنة قام بقذف كرة مطاطية صغيرة متجانسة حجمها $V = 1{,}13 \times 10^{-4}\ m^3$ وكتلتها الحجمية $\rho = 88{,}5\ kg \cdot m^{-3}$ شاقوليا نحو الأعلى بسرعة ابتدائية $v_0 = 14{,}7\ m/s$ من النقطة O الواقعة على ارتفاع $h = 1\ m$ عن سطح الأرض مبدأ لمعلم $(O, \vec{j})$ موجه نحو الأعلى، ومرتبط بمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا (الشكل–3–).



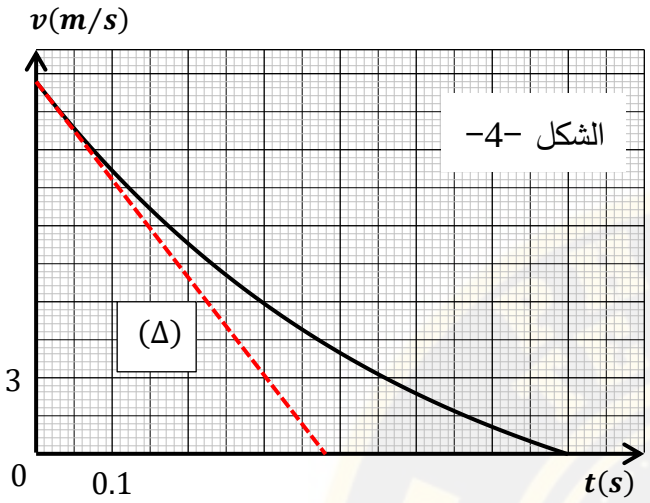
الشكل -3-

معطيات: الكتلة الحجمية للهواء $\rho_0 = 1{,}3\ kg \cdot m^{-3}$
شدة الجاذبية الأرضية $g = 9{,}8\ m \cdot s^{-2}$

تخضع الكرة إلى لدافعة أرخميدس $\vec{\pi}$ وكذلك لقوة احتكاك $\vec{f} = -k\ \vec{v}$ حيث k ثابت موجب، و v سرعة مركز عطالة الكرة.

الجزء الأول: مرحلة الصعود

1. أحسب النسبة $\frac{P}{\pi}$ وبين أنه يمكن إهمال الدافعة $\overrightarrow{\pi}$ أمام ثقل الكرة $\overrightarrow{p}$.
2. حدد المرجع المناسب للدراسة، عرفه واشرح سبب اعتباره غاليليا.
3. باستعمال التصوير المتعاقب واستعمال برمجية مناسبة تمكن من الحصول على المنحنى البياني في الشكل-4- والممثل لتغيرات سرعة مركز عطالة الكرة بدلالة الزمن $v = f(t)$، حيث يمثل المستقيم (Δ) المماس للمنحنى في اللحظة $t = 0$.



الشكل -4-

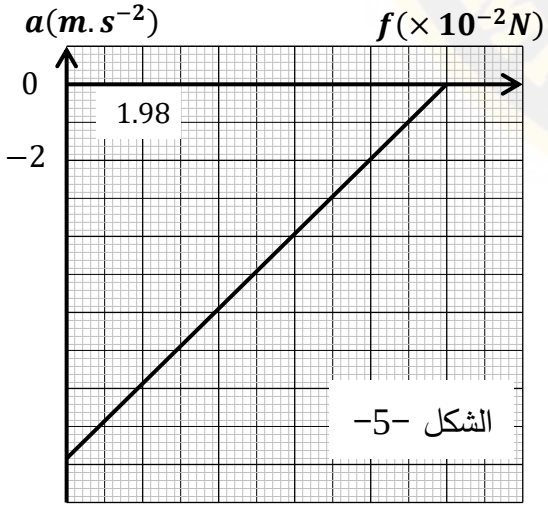
1.3. حدد بيانيا قيمة التسارع الابتدائي a_0 لمرحلة الصعود ولحظة بلوغ أقصى ارتفاع.

4. مثل كيفيا القوى المطبقة على مركز عطالة الكرة عند اللحظات $t_1 = 0$، $t_2 = 0,2\ (s)$، $t_3 = 0,7\ (s)$.
5. عَرِّفْ القانون الثاني لنيوتن ثم بتطبيقه في المرجع المختار أكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v.
6. استنتج عبارة التسارع الابتدائي a_0.
7. حدد وحدة الثابت k في الجملة الدولية للوحدات واحسب قيمته.

الجزء الثاني: مرحلة النزول

بعد بلوغ الكرة ارتفاع قدره $h' = 5m$ تسقط دون سرعة ابتدائية في لحظة نعتبرها مبدأ جديداً للأزمنة $t' = 0$ تمكن طارق باستخدام برمجية مناسبة من الحصول على المنحنى البياني في الشكل-5-والممثل لتغيرات قيمة تسارع حركة مركز عطالة الكرة بدلالة شدة قوة الاحتكاك مع الهواء $\overrightarrow{f}$.

1. اعتمادا على البيان:



الشكل -5-

1.1. عين قيمة a'_0 التسارع الابتدائي لمركز عطالة الكرة في لمرحلة النزول.

2.1. عين قيمة f_{lim} القيمة الحدية لشدة قوة الاحتكاك.

3.1. استنتج قيمة السرعة الحدية v_{lim}.

4.1. احسب قيمة الزمن المميز للسقوط τ بطريقتين.

2. مثل بشكل تقريبي على نفس المعلم سرعة الكرة بدلالة الزمن لمرحلتي الصعود والنزول في حالة حدوث حركة الكرة في الفراغ وما طبيعة الحركة في كل مرحلة؟

انتهى الموضوع

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموعة
التمرين الأول (11 نقطة): أولا **1- دلالات الخطر:** P : النقاوة، M :الكتلة المولية الجزيئية، d: كثافة المحلول، إشارة الخطر: مادة مهيجة، $C_3H_6O_3$: الصيغة الجزيئية المجملة لحمض اللاكتيك (نكتفي بـ 03 إجابات)	3x0,25	0.75
2- تبيان حسابيا أن التركيز المولي للمحلول التجاري(S_0) هو $C_0 = 5.65\ mol.L^{-1}$: $C_0 = \frac{10d \cdot P}{M} = \frac{10 \times 1{,}13 \times 45}{90} = 5.65\ mol.L^{-1}$	2x0,25	0,5
3- 1-اختيار مجموعة الزجاجيات المناسبة لعملية التخفيف مع التبرير: لإجراء عملية تخفيف دقيقة، يتم استخدام أدوات زجاجية عيارية فقط (ذات عنق ضيق ومصممة لحجم واحد)، وتتمثل في كل من الماصة العيارية والحوجلة العيارية مما يستبعد المجموعتان (1) و(4). نريد بالتخفيف، تحضير محلول أقل تركيزًا بعشر مرات من محلول إزالة الترسبات الكلسية. ومنه يكون لدينا: $F = \frac{V}{V_0} = 10$ يجب أن يكون الحجم V_0 المأخوذ أقل بعشر مرات من الحجم V النهائي للمحلول المخفف، وبالتالي تُستبعد المجموعة (2). المجموعة (3) فقط هي المناسبة.	0,25 0,25 0,25	0.75
3-2- البروتوكول التجريبي لعملية التخفيف: -بواسطة ماصة عيارية مزودة بإجاصة مص نأخذ حجما V_0 من المحلول التجاري(S_0) . -نفرغ محتوى الماصة في حوجلة عيارية سعتها V بها قليل من الماء المقطر. -نكمل بالماء المقطر إلى غاية خط العيار مع الرج باستمرار لتجانس المحلول.	3x0,25	0.75
3-3- حساب التركيز المولي C_a للمحلول المحضر (S_1) . قمنا بتمديد المحلول 10 مرات ومنه: $F = \frac{C_0}{C_a} \Rightarrow C_a = \frac{C_0}{F} = \frac{5.65}{10} = 0.565\ mol.L^{-1}$	2x0,25	0,5
ثانيا: **1- تصنيف التحول الكيميائي من حيث المدة المستغرقة:** تحول كيميائي بطيء لأنه عدة ثواني (دقائق) لبلوغ حالته النهائية **ذكر المؤشر الدال على حدوثه على المستوى العياني:** تصاعد فقاعات غازية من المزيج التفاعلي.	0,25 0,25	0,5

1,25	5x0,25	**2- تسمية العناصر المرقمة في الشكل -1-** (1) : دورق مخروطي (ارلنماير)، (2): مزيج تفاعلي، (3): قمع زجاجي مزود بصنبور، (4): جهاز قياس الضغط (5) : محلول حمض اللاكتيك.
1,5	3x0,25	**3-جدول التقدم** معادلة التفاعل: $CaCO_3(s) + 2C_3H_6O_3(aq) = CO_2(g) + Ca^{2+}(aq) + 2C_3H_5O_3^-(aq) + H_2O(l)$ كمية المادة بالمول (وفرة) الحالة الابتدائية ($x=0$): $\frac{m}{M}$; c_aV_a ; 0 ; 0 ; 0 الحالة الانتقالية ($x(t)$): $\frac{m}{M}-x$; c_aV_a-2x ; x ; x ; $2x$ الحالة النهائية (x_f): $\frac{m}{M}-x_{max}$; $c_aV_a-2x_{max}$; x_{max} ; x_{max} ; $2x_{max}$ **حساب قيمة التقدم الأعظمي x_m واستنتاج المتفاعل المحد إن وُجد.** 0,25 نفرض أن $CaCO_3$ متفاعل محد: $\frac{m}{M}-x_{max}=0 \Rightarrow x_{max}=\frac{m}{M}=\frac{200,25\times10^{-3}}{100}=2,0025\times10^{-3}mol$ 0,25 نفرض أن $C_3H_6O_3$ متفاعل محد: $C_aV_a-2x_{max}=0 \Rightarrow x_{max}=\frac{C_aV_a}{2}=\frac{0.565\times10\times10^{-3}}{2}=2,8\times10^{-3}mol$ 0,25 ومنه كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ متفاعل محد و $x_{max}=2,0025\times10^{-3}mol$
0.75	3x0,25	**4-عبارة التقدم $x(t)$ للتفاعل عند لحظة t بدلالة V_{CO_2} ، T، $P_{CO_2}(t)$ و R .** لدينا من قانون الغاز المثالي: $P_{CO_2}(t).V_{CO_2}=n_{CO_2}(t).R.T$ من جدول التقدم الحالة الانتقالية: $n_{CO_2}(t)=x(t)$ ومنه: $P_{CO_2}(t).V_{CO_2}=x(t).R.T \Rightarrow x(t)=\frac{P_{CO_2}(t).V_{CO_2}}{R.T}$
1,25	0,25 2x0,25 2x0,25	**5-حساب قيمة $P_f(CO_2)$ ضغط غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق في نهاية التفاعل.** لدينا مما سبق $x(t)=\frac{P_{CO_2}(t).V_{CO_2}}{R.T}$ ومنه: $x_{max}=\frac{P_f(CO_2).V_{CO_2}}{R.T}$ $P_f(CO_2)=\frac{x_{max}.R.T}{V_{CO_2}}=\frac{2,0025\times10^{-3}\times8,314\times298}{310\times10^{-6}}=160\times10^2Pa$ $P_f(CO_2)=160\ hPa$ **استنتاج إن كان التفاعل انتهى عند اللحظة $t=300\ s$.** من البيان عند اللحظة $t=300\ s$ نجد $P_{t=300}(CO_2)=160\ hPa$ ومنه $P_{t=300}(CO_2)=P_f(CO_2)$ نستنتج أن التفاعل بلغ حالته النهائية عند اللحظة $t=300\ s$

0,75	0,25 0,25 0,25	**6- تبيان أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعلاقة** $v_{vol} = 1,25 \times 10^{-5} \cdot \frac{dP_{CO_2}(t)}{dt}$ لدينا عبارة السرعة الحجمية للتفاعل $v_{Vol} = \frac{1}{V_a}\frac{dx(t)}{dt}$ نعوض عبارة $x(t)$ في عبارة السرعة الحجمية للتفاعل $v_{Vol} = \frac{1}{V_a}\frac{dx(t)}{dt} = \frac{1}{V_a}\frac{d\left(\frac{P_{CO_2}(t).V_{CO_2}}{R.T}\right)}{dt} = \frac{V_{CO_2}}{V_a.R.T}\frac{\mathrm{dP_{CO_2}(t)}}{\mathrm{dt}}$ $\Rightarrow v_{Vol} = \frac{310 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-3} \times 8,314 \times 298}\frac{\mathrm{dP_{CO_2}(t)}}{\mathrm{dt}} = 1,25 \times 10^{-5} \cdot \frac{\mathrm{dP_{CO_2}(t)}}{\mathrm{dt}}$
0,5	2x0,25	**7-حساب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة** $t = 50\ s$: $v_{Vol_{(t=50\,s)}} = 1,25 \times 10^{-5}\ \frac{dP_{CO_2}(t)}{dt}\Big|_{t=50} = 1,25 \times 10^{-5}\frac{(30-87,5)\times 10^2}{(0-50)} = 1,44 \times 10^{-3}\frac{mol}{L.s}$
0,75	0,25 2x0,25	**8-إيجاد بيانيا قيمة** $t_{1/2}$: لدينا $P_{CO_2}(t) = \frac{R.T}{V_{CO_2}}x(t)$ ومن أجل $t = t_{1/2}$ نجد $P_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{R.T}{V_{CO_2}}\frac{x_{max}}{2}$ أي: $P_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{P_f(CO_2)}{2}$ ومنه: $P_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{P_f(CO_2)}{2} = \frac{160}{2} = 80\ hPa$ بالإسقاط نجد $t_{1/2} = 45\ s$
0,5	2x0,25	**9-أثر عاملي التركيز والتسخين على المدة الزمنية اللازمة لإزالة الراسب:** -عند استعمال المنظف التجاري مركز تزداد سرعة التفاعل لأن التركيز هو عامل حركي. -عند استعمال المنظف التجاري المسخن تزداد سرعة التفاعل لأن درجة الحرارة هو عامل حركي. كلا العاملان يساعدان في تقليص المدة الزمنية لإزالة الراسب.

التمرين الثاني (09 نقاط):

الجزء الأول: مرحلة الصعود:

1-حساب النسبة $\frac{P}{\pi}$ وتبيان أنه يمكن إهمال الدافعة $\overrightarrow{\pi}$ أمام ثقل الكرة $\overrightarrow{p}$

0,5 — 0,25 — 0,25

$$\frac{P}{\pi} = \frac{\rho\ V\ g}{\rho_0\ V\ g} = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{88,5}{1,3} = 68$$

نعم يمكن إهمال الدافعة أمام الثقل، لأن شدة $\overrightarrow{p}$ أكبر من شدة $\overrightarrow{\pi}$ بـ 68 مرة.

0,75 — 0,25 — 0,25 — 0,25

2-تحديد المرجع المناسب للدراسة: مرجع سطحي أرضي.

تعريفه: مرجع مزود بمعلم مرتبط بسطح الأرض.

سبب اعتباره غاليليا: مدة دراسة حركة الكرة صغيرة جدا أمام مدة دوران الأرض حول محورها.

1 — 2x0,25 — 2x0,25

6-1-تحديد بيانيا قيمة التسارع الابتدائي a_0 لمرحلة الصعود.

$a_0 = \left.\frac{dv}{dt}\right|_{t=0}$ يمثل معامل توجيه المماس للبيان عند اللحظة $t = 0$

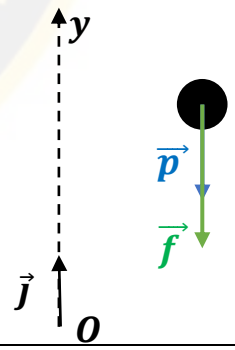
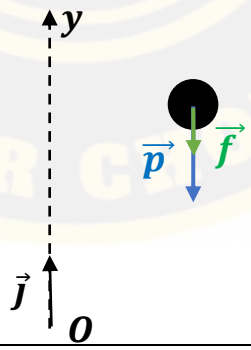
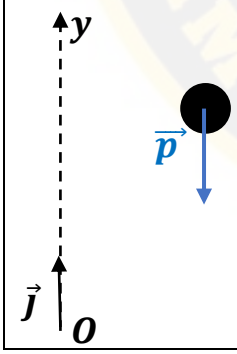
$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{14,7 - 3}{0 \ - 0.3} = -39\ m.s^{-2}$$

لحظة بلوغ أقصى ارتفاع:

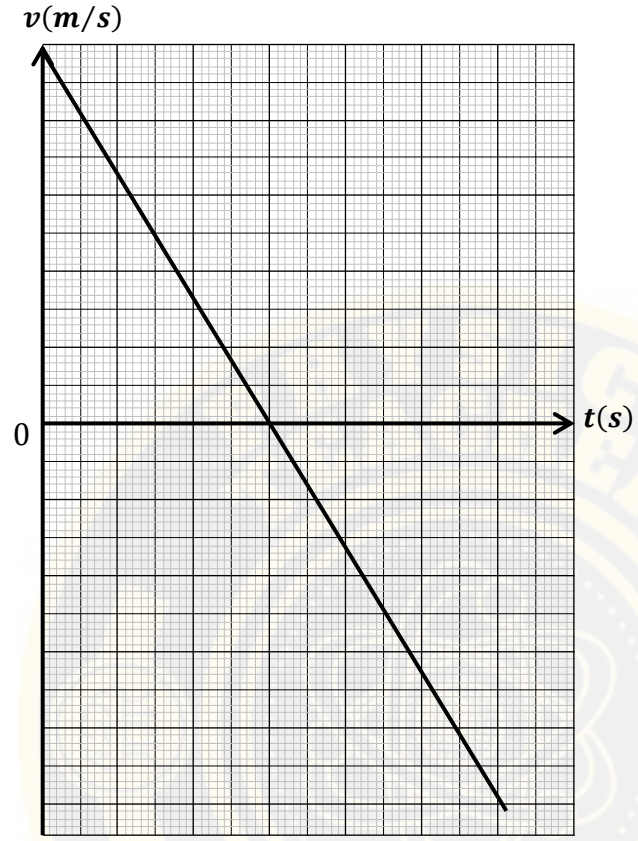
عند بلوغ أقصى ارتفاع تنعدم السرعة $v = 0$ باستغلال البيان نجد $t = 0,7\ s$

0,75 — 3x0,25

4-تمثيل كيفيا القوى المطبقة على مركز عطالة الكرة عند اللحظات $t_1 = 0$، $t_2 = 0,2\ (s)$، $t_3 = 0,7\ (s)$.

عند اللحظة $t_1 = 0$	عند اللحظة $t_2 = 0,2\ (s)$	عند اللحظة $t_3 = 0,7\ (s)$
		

1	0,25 3x0,25	**5تعريف القانون الثاني لنيوتن** في مرجع عطالي، المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المطبقة على جملة يساوي في كل لحظة جداء كتلتها في شعاع تسارع مركز عطالتها. **بتطبيق القانون الثاني لنيوتن كتابة المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v.** الجملة المدروسة: كرة. مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره عطاليا مزود بالمعلم $(O,\vec{j})$. القوى الخارجية: $\overrightarrow{P}$ و $\overrightarrow{f}$. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\overrightarrow{a_G} \Rightarrow \overrightarrow{P} + \overrightarrow{f} = m.\overrightarrow{a_G}$ بالاسقاط على محور الحركة نجد $-P - f = m\,.a_G \Rightarrow -m.g - k.v = m\frac{dv}{dt}$ بالقسمة على m نجد $\boldsymbol{\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = -g}$
0,5	2x0,25	**6-استنتاج عبارة التسارع الابتدائي a_0.** عند اللحظة $t = 0$ يكون $v = v_0$ ومنه: $a_0 + \frac{k}{m}v_0 = -g \Rightarrow \boldsymbol{a_0 = -\frac{k}{m}v_0 - g}$
1,5	2x0,25 0,25 3x0,25	**7-وحدة الثابت k في الجملة الدولية للوحدات:** $k = \frac{f}{v} \Rightarrow [k] = \frac{[f]}{[v]} = \frac{M\cdot L\cdot T^{-2}}{L\cdot T^{-1}} \Rightarrow [k] = M\cdot T^{-1}$ ومنه وحدة k في الجملة الدولية للوحدات هي: $kg\cdot s^{-1}$ **حساب قيمته:** $k = \frac{-(a_0+g)m}{v_0} = \frac{-(a_0+g)\rho.V}{v_0} = \frac{-(-39+9{,}8)88{,}5\times 1{,}13\times 10^{-4}}{14{,}7} = 1{,}98\times 10^{-2} kg\cdot s^{-1}$
1	0,25 0,25 2x0,25	**الجزء الثاني: مرحلة النزول:** **1-اعتمادا على البيان:** **1-1- قيمة a'_0 التسارع الابتدائي لمركز عطالة الكرة في لمرحلة النزول:** عند اللحظة $t = 0$ نجد: $a'_0 = 9{,}8\ m.s^{-2}$ **1-2- قيمة f_{lim} القيمة الحدية لشدة قوة الاحتكاك:** في النظام الدائم $a = 0$ بالإسقاط بيانيا نجد: $f_{lim} = 9{,}9\times 10^{-2}\ N$ **1-3- استنتاج قيمة السرعة الحدية v_{lim}.** لدينا: $f_{lim} = -k.v_{lim}$ ومنه: $\Rightarrow v_{lim} = -\frac{f_{lim}}{k} = -\frac{9{,}9\times 10^{-2}}{1{,}98\times 10^{-2}} = -5m.s^{-1}$

1	2x0,25 2x0,25	**4-1- حساب قيمة الزمن المميز للسقوط τ بطريقتين:** **طريقة 1:** $\tau = \frac{m}{k} = \frac{\rho.V}{k} = \frac{88,5\times1,13\times10^{-4}}{1,98\times10^{-2}} = 0.5\ s$ **طريقة 2:** $\tau = \frac{v_{lim}}{a_0} = \frac{-5}{-9,8} = 0,5\ s$
1	2x0,25 2x0,25	**2-التمثيل بشكل تقريبي على نفس المعلم سرعة الكرة بدلالة الزمن لمرحلتي الصعود والنزول في حالة حدوث حركة الكرة في الفراغ.**  **طبيعة الحركة:** **-مرحلة الصعود:** مستقيمة متباطئة بانتظام **-مرحلة النزول:** مستقيمة متسارعة بانتظام