

موقع عيون البصائر التعليمي

دورة: ماي 2025

امتحان بكالوريا تجريبي

الشعبة: علوم تجريبية

المدة : 03 سا و 30 د

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على 04 صفحات (من الصفحة 1 من 8 إلى الصفحة 4 من 8)

الجزء الأول: (14 نقطة)

التمرين الأول: (06 نقاط)



صورة المريخ والفرجين فوبوس ديموس

المريخ هو أحد كواكب المجموعة الشمسية والذي يمكن رصده بسهولة في السماء بسبب إضاءته و لونه الأحمر. له قمران طبيعيان هما فوبوس وديموس. اهتم العلماء بدراسته منذ زمن بعيد وأرسلت إليه في العقود الأخيرة عدة مركبات فضائية استكشاف مكنت من الحصول على معلومات هامة جدا حوله.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد بعض المقادير الفيزيائية المتعلقة بهذا الكوكب.

معطيات: $g_0 = 9,8 N.kg^{-1}$, $T_M = 687 \text{ jours}$, $G = 6,67 \times 10^{-11} (SI)$, $M_S = 2 \times 10^{30} kg$, $R_M = 3400 km$

I. تحديد نصف قطر مسار حركة المريخ و سرعته وتسارعه.

نعتبر أن حركة المريخ في المرجع المركزي الشمسي دائرية سرعتها v ونصف قطر مسارها r . نهمل أبعاد المريخ أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الشمس، كما نهمل القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس عليه.

1. أرسم شكلا لمسار المريخ حول الشمس ومثل القوة التي تطبقها عليه.

2. أكتب بدلالة G و M_S, M_M, r عبارة الشدة $F_{S/M}$ لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على المريخ (M_M تمثل كتلة المريخ).

3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن :

1.3 حركة المريخ حول الشمس دائرية منتظمة.

2.3 العلاقة بين الدور T_M ونصف قطر مسار الحركة r هي: $\frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M_S}$ وأن قيمة r

هي $r = 2,3 \times 10^{11} m$

4. أحسب السرعة v و التسارع a لكوكب المريخ.



II. تحديد كتلة المريخ و شدة الجاذبية على سطحه.

اكتشف القمر فوبوس عام 1877، يدور هذا القمر حول المريخ بحركة دائرية منتظمة على مسافة $z_{ph} = 6000km$ من سطحه و يدور $T_{ph} = 460min$ (نهمل أبعاد فوبوس أمام باقي الأبعاد).

ندرس حركة فوبوس في مرجع مبدؤه منطبق على مركز المريخ والذي نعتبره غاليليا.

1. بالاستعانة بالعلاقة في السؤال 2.3، جد قيمة الكتلة M_M للمريخ .

2. جد قيمة شدة الجاذبية g_{0M} على سطح المريخ وقارنها بالقيمة التجريبية $g_{Mexp} = 3,8m.s^{-2}$

التمرين الثاني: (07 نقاط)

أُكتشِفَ عنصر البولونيوم $^{210}_{84}Po$ عام 1889م من قِبَل العالمين بيار وماري كوري، وهو نادر الوجود في الطبيعة، نشاطه الإشعاعي من نمط α . يُعدّ البولونيوم أكثر سمّية من سيانيد الهيدروجين بمليون مرّة، و قد ارتبط اسم البولونيوم بالتسمّم الذي مسّ عدّة شخصيات كالرئيس الفلسطيني السابق ياسر عرفات عام 2004، و قد استُعمل أيضا لقتل الجاسوس الروسي بلندن عام 2006. أثناء مرور البولونيوم 210 في الدم ينبعث عن كل نواة متفكّكة جسيم α الذي يقوم بتدمير الخلايا بما فيها المادة الوراثية (ADN)، علما أن كمية قدرها $m = 1\mu g$ كافية لقتل شخص خلال 24 ساعة.

معطيات: $m(^4_2Pb) = 205,9295 u$ $m(^{210}_{84}Po) = 209,9368 u$ $m(^1_0n) = 1,00866 u$ $m(^1_1P) = 1,00728 u$

$1MeV = 1,6 \times 10^{-13} J$ ، $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ، $1MW = 10^6 W$ ، $1u = 931,5 MeV / c^2$

الجزء الأول:

I. تتفكك نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ تلقائيا متحوّلة إلى نواة الرصاص 4_2Pb .

1. عرف ظاهرة النشاط الإشعاعي.

2. اكتب معادلة تفكك نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ ، مع تحديد العددين Z و A اعتمادا على قوانين الانحفاظ.

3. أعط تركيب النواتين $^{210}_{84}Po$ و 4_2Pb .

4. احسب طاقة الربط للنواتين $^{210}_{84}Po$ و 4_2Pb .

5. حدّد أيّ النواتين أكثر استقرارا. علّل.

II. يتوفّر مخبر عيادة طبية على جرعة من البولونيوم 210 كتلتها $m_0 = 1\mu g$.

1. احسب عدد أنوية البولونيوم 210 المتواجدة في هذه الجرعة.

2. جد النشاط A_0 لهذه الجرعة، علما أن زمن نصف عمر البولونيوم 210 هو $t_{1/2} = 138 \text{ jours}$.

3. نعتبر نشاط عينة مُهمّلا عندما يصبح مساويا لـ 1% من قيمته الابتدائية. ما هو الزمن t اللازم ليصبح

النشاط مهملا في الجرعة السابقة .

III. تتخرّب خلية الجسم عندما تستقبل جسيما α واحدا. ما هو عدد الخلايا المخربة خلال 30 يوما، بفرض أن كل

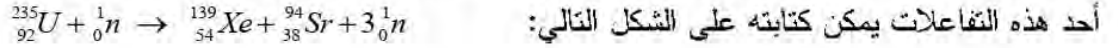
تفكك α لنواة البولونيوم 210 فعّال.

الجزء الثاني:

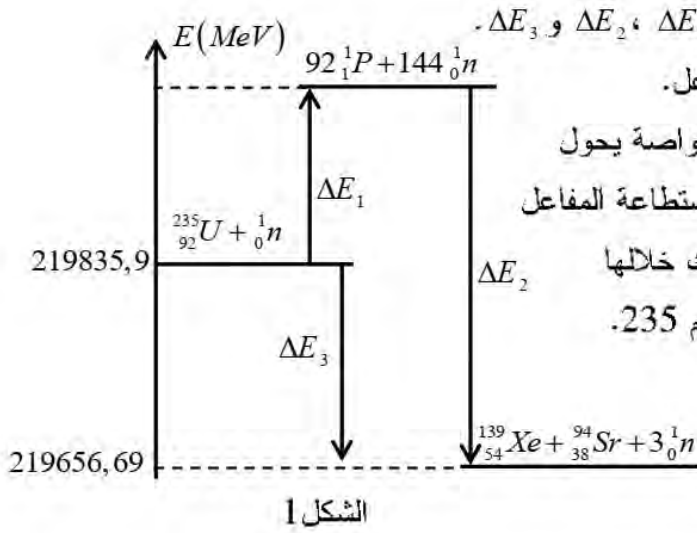
يُمزج البولونيوم 210 مع البيرييليوم 9_4Be للحصول على نيوترونات، حيث تصطدم الجسيمات α مع أنوية 9_4Be



فتنتقل نيترونات. هذه النيترونات يتم استعمالها لقف أنوية اليورانيوم $^{235}_{92}U$ ، الطاقة المتحررة من هذا التفاعل الأخير يتم استغلالها لتشغيل الغواصات النووية أثناء تنقلها في أعماق البحار.



1. ما اسم هذا التفاعل ؟
2. يطلق على هذا التفاعل مصطلح " تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا"، اشرح ذلك في سطرين.
3. يمثل الشكل 1 مخطط الحصيعة الطاقوية للتفاعل السابق.



1.3. ماذا يمثل كل مقدار من المقادير التالية: ΔE_1 ، ΔE_2 و ΔE_3 .

2.3. استنتج قيمة الطاقة المحررة من هذا التفاعل.

3.3. إذا فرضنا أن المفاعل النووي المشغل للغواصة يحول

كل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية، وأن استطاعة المفاعل

هي $P = 15 MW$ ، جد المدة الزمنية التي تستهلك خلالها

الغواصة كتلة قدرها $m = 27 g$ من اليورانيوم 235 .

الجزء الثاني: (07 نقاط)

التمرين التجريبي:

I. ندرس حركية التفاعل الكيميائي الحادث بين الكحول C_3H_7-OH وحمض الميثانويك $H-COOH$ نحقق في اللحظة $t = 0$ مزيجا تفاعليا متساوي المولات، نوزعه على إحدى عشرة (11) أنبوب اختبار يحتوي كل واحد على كمية n_0 من الكحول و n_0 من حمض الميثانويك مع إضافة بضع قطرات من حمض الكبريت المركز. ثم نضع الأنابيب مباشرة في حمام مائي درجة حرارته $80^\circ C$.

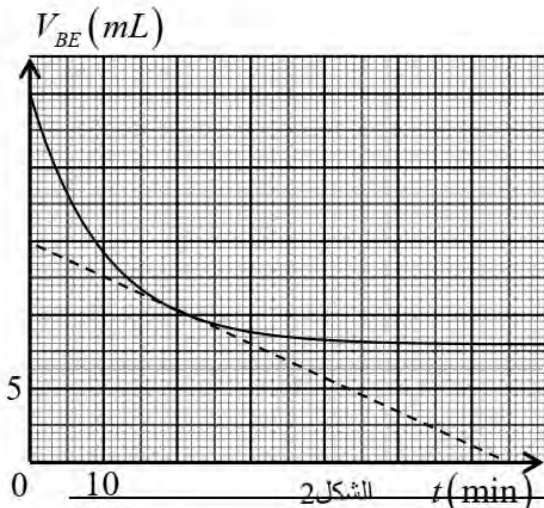
1. ما تأثير العاملين التاليين:

- إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز إلى المزيج التفاعلي.

- وضع الأنابيب في حمام مائي درجة حرارته $80^\circ C$.

2. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث.

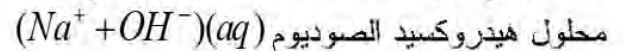
3. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.



II. نأخذ عند لحظات زمنية معينة وفي كل مرة أنبوبا من الحمام المائي ونضعه

في حوض مائي متلج، ثم نفرغه

مباشرة في بشر ونعاير كمية الحمض المتبقي بواسطة



تركيزه المولي $c_B = 2 mol / L$ بوجود كاشف ملون مناسب.

المنحنى البياني $V_{BE} = f(t)$ في الشكل 2 يمثل تغيرات حجم

محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند نقطة التكافؤ بدلالة الزمن.

1. أعط تعرفا للحمض حسب برونشند.
 2. لماذا وضعت العينة في الماء المثلج قبل بدء المعايرة ؟
 3. أنجز التركيب التجريبي لعملية المعايرة .
 4. أكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث.
 5. نرمز بـ $n_e(t)$ لكمية مادة الأستر المتشكل عند اللحظة t .
 - 1.5. بين أن عبارة n_e تكتب على الشكل: $n_e(t) = n_0 - C_B V_{BE}$ ثم استنتج قيمة n_0 .
 - 2.5. بالاعتماد على البيان، جد قيمة التقدم النهائي x_f للتفاعل.
 - 3.5. استنتج قيمة τ_f النسبة النهائية لتقدم التفاعل.
 - 4.5. جد التركيب المولي للمزيج عند التوازن، ثم أحسب ثابت التوازن لتفاعل الأستر.
 - 5.5. أعط الصيغة الجزيئية النصف مفصلة والاسم النظامي لكل من الكحول المستعمل والأستر المتشكل.
 - 6.5. أثبت أن عبارة سرعة التفاعل المدروس تكتب بالعلاقة: $v(t) = -c_B \frac{dV_{BE}(t)}{dt}$
 - 7.5. أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$.
 - 8.5. جد بيانيا $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.
- . في تجربة ثانية نحضر مزيجا يتكون من: $0,1 \text{ mol}$ من C_3H_7-OH ، $0,2 \text{ mol}$ من $HCOOH$ ، $0,8 \text{ mol}$ من الأستر و 1 mol من الماء.
- حدد الجهة التلقائية لتطور الجملة الكيميائية.

انتهى الموضوع الأول

التمرين الأول: (06 نقاط)



تحتوي كثير من الأجهزة الالكترونية مثل التلفزيونات، الهواتف والساعات الالكترونية في تركيبها على مكثفات.

يشتغل وماض (*flash*) آلة التصوير بالطاقة التي تخزنها مكثفة.

يهدف التمرين إلى دراسة اشتغال وماض آلة التصوير.

يمثل الشكل 1 مبدأ عمل وماض آلة التصوير، والذي يتكون من:

- مولد ذو توتر ثابت، قوته المحركة الكهربائية

$$.E = 4,5V$$

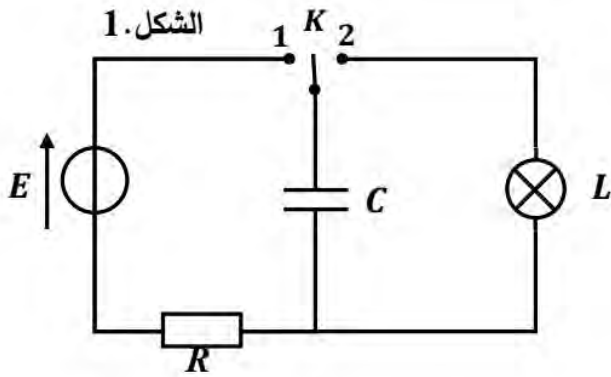
- مكثفة فارغة سعتها $C = 4,7mF$

- ناقل أومي مقاومته $R = 2,2k\Omega$

- مصباح L نعتبره كناقل أومي مقاومته r .

- بادلة الكترونية K .

- شحن المكثفة:



نشحن المكثفة بوضع البادلة K على الموضع 1.

1. عرف المكثفة، وحدد شكل الطاقة التي تخزنها.

2. علما أن عبارة ثابت الزمن $\tau = RC$ ، تحقق عن طريق التحليل البعدي من تجانس هذه العبارة.

3. استنتج قيمة τ .

4. احسب الطاقة المخزنة في المكثفة عندما ينتهي شحنها تماما.

- تفريغ المكثفة:

عندما يتم وضع البادلة على الموضع 2، فإننا نثير بذلك اشتغال المصباح

بواسطة الطاقة التي تخزنها المكثفة.

نسجل التوتر u بين طرفي المكثفة C فنحصل بذلك على المنحنى

البياني $u_C(t)$ الموضح في الشكل 2.

1. عين بيانيا ثابت الزمن τ' الموافق إلى التفريغ، واستنتج قيمة r .

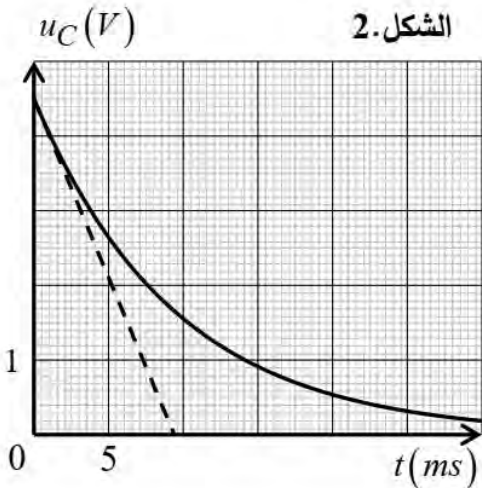
2. فسر سبب إصدار المصباح ومضة ضوئية قوية.

3. مثل على الدارة الكهربائية بأسهم اتجاه التيار i والتوترات u_C و u_L .

4. بتطبيق قانون جمع التوترات، بين أن المعادلة التفاضلية لتفريغ المكثفة في المصباح هي من الشكل:

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{rC} \cdot u_C = 0$$

5. تحقق ان حلها هو من الشكل: $u_C(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau'}}$



6. عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة $u_C = 3,5V$ ينطفئ المصباح. حدد اللحظة t' التي ينطفئ فيها المصباح.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

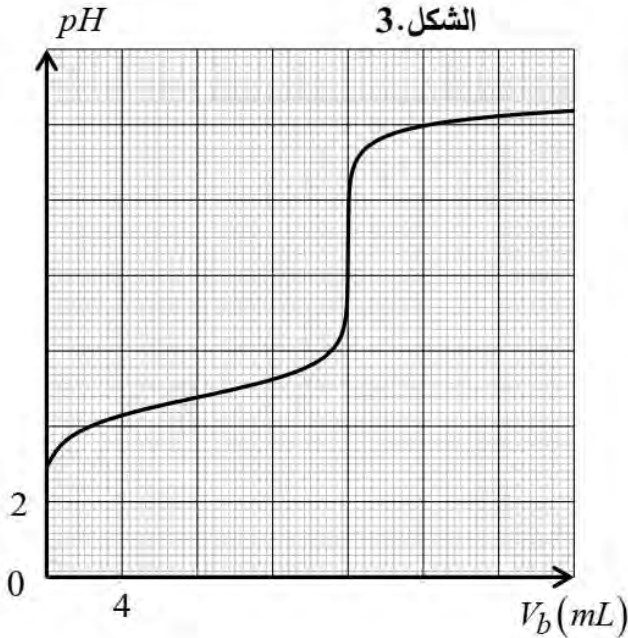


تلعب الأسترات دورا هاما في كيمياء العطور وفي الصناعة الغذائية على اعتبار أنها تمتلك رائحة مميزة لبعض الأزهار أو الفواكه، كما تجد مكانتها أيضا في الصناعة الصيدلانية بفضل مزاياها العلاجية.

يهدف التمرين إلى تحديد صيغة الحمض الكربوكسيلي ودراسة تفاعله مع كحول. - الجزء الأول:

نتوفر على مركب عضوي A ينتمي إلى مجموعة الأحماض الكربوكسيلية، صيغته الإجمالية $C_nH_{2n}O_2$ ذي سلسلة كربونية خطية مشبعة وغير حلقة.

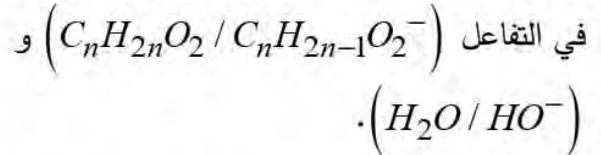
نحضر محلول (S) بإذابة $m = 1,20\text{ g}$ من الحمض الكربوكسيلي A في الماء المقطر للحصول على محلول مائي حجمه $V = 250\text{ mL}$.



نأخذ حجما $V_a = 20\text{ mL}$ من المحلول (S) ونعايره بواسطة هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq) + OH^-(aq))$ تركيزه

المولي $C_b = 0,1\text{ mol.L}^{-1}$ وذلك باستخدام جهاز قياس الـ pH ، فتحصلنا على البيان الممثل في الشكل 3.

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة علما أن الثنائيات الداخلة



2. حدد إحداثيات نقطة التكافؤ (E) ، واستنتج التركيز المولي للحمض الكربوكسيلي A .

3. استنتج قيمة ثابت الحموضة pKa للثنائية $(C_nH_{2n}O_2 / C_nH_{2n-1}O_2^-)$.

4. أكتب عبارة ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة، وأحسب قيمته. دون استنتاجك.

5. حدد الصيغة نصف المنشورة للحمض الكربوكسيلي A وأعط اسمه.

- الجزء الثاني:

نقوم بتحضير استر (E) وذلك بمزج $n_1 = 0,2\text{ mol}$ من الحمض الكربوكسيلي A و $n_2 = 0,2\text{ mol}$ من كحول صيغته المجملة $C_5H_{11}-OH$ بوجود قطرات من حمض الكبريت المركز. نسخن المزيج بالارتداد لمدة معينة. حجم المزيج التفاعلي $V = 250\text{ mL}$.

1. حدد دور حمض الكبريت المركز.



2. أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لهذا التحول الكيميائي الحادث.

3. خلال فترات زمنية مختلفة قمنا بمعايرة الحمض المتبقي، فتحصلنا على الجدول التالي:

$t(\text{min})$	0	10	20	30	40	50	60	70
كمية مادة الحمض المتبقي $n_A(\text{mmol})$	200	124	92	76	70	68	66,5	66,5
كمية مادة الاستر المتشكل $n_E(\text{mmol})$								

1.3. أنشئ جدول تقدم التفاعل، واستنتج العبارة التي تربط بين كمية مادة الاستر المتشكل $n_t(E)$ وكمية مادة

الحمض المتبقي $n_t(A)$.

2.3. أكمل الجدول، ثم ارسم المنحنى الممثل لتغيرات كمية مادة الاستر $n(E)$ بدلالة الزمن t .

3.3. أحسب ثابت التوازن K لتفاعل الأسترة.

4.3. أكتب عبارة مردود تفاعل الأسترة، ثم بين أنه يكتب على الشكل: $r = 100 \cdot \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$

5.3. أحسب قيمة مردود تفاعل الأسترة، واستنتج صنف الكحول المستعمل.

6.3. أكتب الصيغة النصف المفصلة للكحول المستعمل، علما أنه لا يحتوي على سلسلة متفرعة، وأعط اسمه

النظامي.

7.3. عرف سرعة تشكل الأستر، واحسب قيمتها عند اللحظة $t = 30 \text{ min}$.

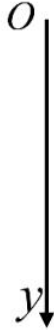
المعطيات: $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$

التمرين التجريبي: (07 نقاط)

شكلت حركة سقوط الأجسام لمدة طويلة من الزمن موضوع تساؤل واهتمام لدى الكثير من المفكرين والعلماء المتميزين من أمثال أرسطو، غاليلي ونيوتن.

يهدف التمرين إلى دراسة حركة سقوط كرة في الهواء.

الشكل 4.



من أجل هذا الغرض نقوم بتصوير حركة سقوط كرة ساكنة كتلتها m وحجمها V_S في الهواء بدون سرعة ابتدائية. ننسب حركة الكرة لمراجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مزود بمحور (Oy) موجه نحو الأسفل، ومبدؤه O مرتبط بمركز عطالة الكرة لحظة تركها. (الشكل 4).

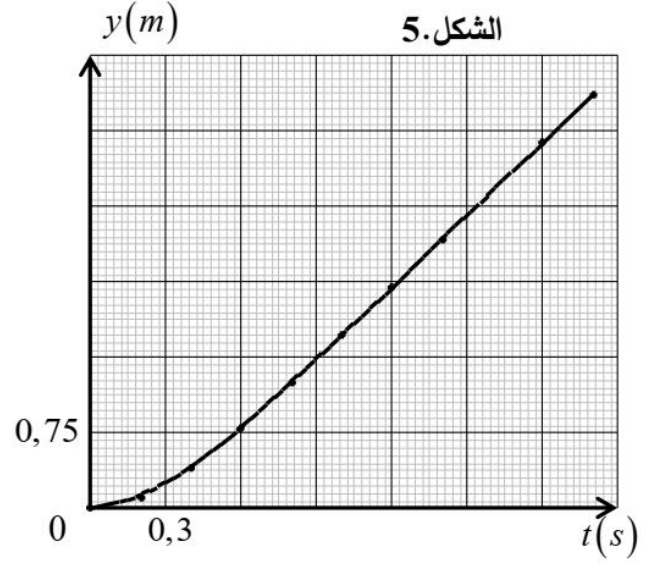
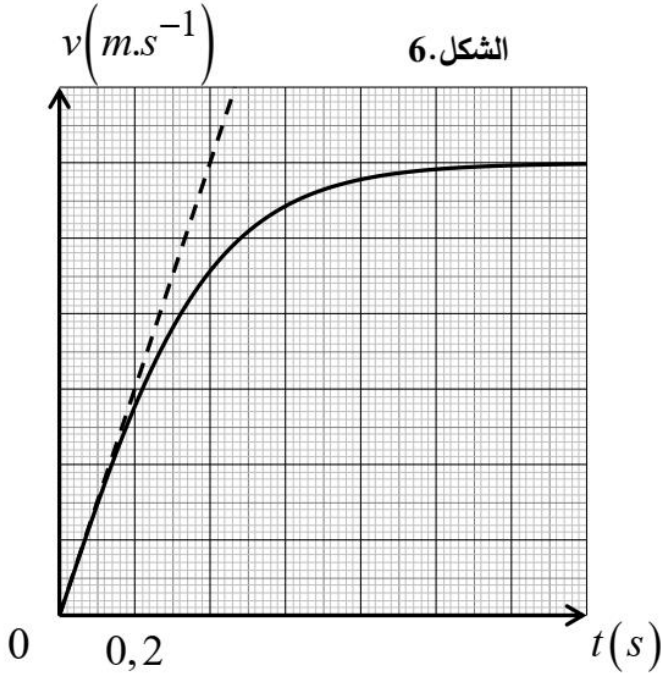


تم تحليل الفيديو بواسطة برمجيات مناسبة سمحت بالنتائج التي تم الحصول عليها برسم المنحنى البياني (الشكل 5) الممثل لتغيرات الموضع y بدلالة الزمن في حين الشكل 6 يوضح تغيرات سرعة مركز عطالة الكرة بدلالة الزمن.

المعطيات:

- شدة حقل الجاذبية الأرضية: $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ - الكتلة الحجمية للهواء: $\rho_{air} = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$

- كتلة الكرة: $m = 22 \text{ g}$ - عبارة قوة الاحتكاك: $\vec{f} = -k.v^2.\vec{j}$ هي k يمثل معامل الاحتكاك.



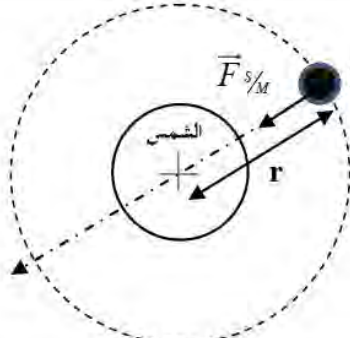
- تحليل المنحنيين:

1. يحتوي المنحنى البياني الممثل في الشكل 5 على جزء خطي.
 - 1.1 عين معامل توجيه هذا الخط المقارب، حدد مدلوله الفيزيائي.
 - 2.1 حدد طبيعة حركة مركز عتالة الكرة خلال المجال الزمني $[1,2s;2,1s]$.
2. يسمح المنحنى البياني الممثل في الشكل 6 بإبراز نظامين متمايزين لحركة الكرة.
 - 1.2 حدد سلم رسم (الشكل 6).
 - 2.2 استخرج قيمة τ الزمن المميز للحركة.
 - 3.2 استنتج قيمة a_0 التسارع الابتدائي، ما قولك حول القوى المؤثرة على الكرة خلال حركتها.

- الدراسة التحريكية في النظام الدائم:

1. مثل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عتالة الكرة.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عتالة الكرة، أثبت أن المعادلة التفاضلية لتطور سرعة مركز عتالتها تكتب من الشكل: $\frac{dv}{dt} = A.v^2 + B$ حيث A و B ثابتين يطلب تحديد عبارة كل منهما.
3. جد عبارة كل من a_0 التسارع الابتدائي، السرعة الحدية v_{lim} .
4. أحسب V_S حجم الكرة.

انتهى الموضوع الثاني.

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
0,5	2×0,25	<p>التمرين الأول: (06 نقاط)</p> <p>1. تحديد نصف قطر مسار حركة المريخ و سرعته وتسارعه. المريخ</p> <p>1. شكل مسار المريخ حول الشمس وتمثيل القوة:</p> 
0,25	0,25	<p>2. كتابة عبارة الشدة $F_{S/M}$ بدلالة G, M_S, M_M, r :</p> $F_{S/M} = G \frac{M_S M_M}{r^2} \dots \dots \dots (1)$
0,50	2×0,25	<p>3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :</p> <p>1.3 حركة المريخ حول الشمس منتظمة:</p> <p>بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع الهليومركزي الغاليلي.</p> $\sum \vec{F}_{ext} = M_M \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{F}_{S/M} = M_M \cdot \vec{a} \dots \dots \dots (2)$ <p>$\vec{F}_{S/M}$ ناظمي ومنه \vec{a} ناظمي فالحركة دائرية منتظمة</p>
1,50	0,25 0,25 0,25 0,25 2×0,25	<p>2.3. العلاقة بين الدور و نصف قطر مسار الحركة:</p> $\frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G M_S}$ <p>بالإسقاط العلاقة 2 على المحور الناظمي الموجه نحو المركز:</p> $F_{S/M} = M_M \cdot a_n$ <p>من (1) و (2) نجد : (3) $a_n = G \frac{M_S}{r^2}$</p> <p>لدينا من جهة أخرى : (4) $a_n = \frac{v^2}{r} \dots$</p> <p>من (3) و (4) نجد : (5) $v = \sqrt{G \frac{M_S}{r}} \dots$</p> <p>و لدينا: $T_M = \frac{2\pi r}{v} \rightarrow \frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G M_S}$</p> <p>قيمة r :</p> $r = \sqrt[3]{\frac{G M_S T_M^2}{4\pi^2}} \rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{6,67 \times 10^{-11} \cdot 2 \times 10^{30} \cdot (687 \times 24 \times 3600)^2}{4\pi^2}} = 2,3 \times 10^{11} m$
1,00	2×0,25 2×0,25	<p>4. حساب السرعة v و التسارع a لكوكب المريخ:</p> $v = \sqrt{G \frac{M_S}{r}} \rightarrow v = \sqrt{6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2 \times 10^{30}}{2,3 \times 10^{11}}} = 2,4 \times 10^4 m.s^{-1}$ $a = \frac{v^2}{r} = \frac{(2,4 \times 10^4)^2}{2,3 \times 10^{11}} = 2,5 \times 10^{-3} m.s^{-2}$

II- تحديد كتلة المريخ و شدة الجاذبية على سطحه:

1. الكتلة M_M للمريخ:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة فوبوس في مرجع مبدؤه منطبق على مركز المريخ والذي نعتبره غاليليا

$$\sum \vec{F}_{ext} = M_{ph} \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{F}_{M/ph} = M_{ph} \cdot \vec{a} \dots \dots \dots (2)$$

$\vec{F}_{M/ph}$ ناظم إذن : \vec{a} ناظم كذلك

بالإسقاط العلاقة 2 على المحور الناظمي الموجه نحو المركز: $F_{M/ph} = M_{ph} \cdot a_n$

$$a_n = G \frac{M_M}{(R_M + Z_{ph})^2} \dots \dots \dots (3) \text{ من (1) و (2) نجد:}$$

بالاستعانة بالعلاقة الموجودة في السؤال 2 و 3

$$\frac{T_{ph}^2}{(R_M + Z_{ph})^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_M} \rightarrow M_M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (R_M + Z_{ph})^3}{G \cdot T_{ph}^2}$$

$$M_M = \frac{4 \cdot \pi^2 \times ((3400 + 6000) \times 10^3)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times (460 \times 60)^2} = 6,45 \times 10^{23} \text{ Kg}$$

0,25
0,25
1,25
2×0,25
0,25

2. شدة الجاذبية g_{0M} على سطح المريخ:

$$F_{M/ph} = G \frac{M_M \cdot M_{ph}}{(R_M + Z_{ph})^2} = M_{ph} \cdot g_{0M} \rightarrow g_{0M} = G \frac{M_M}{(R_M + Z_{ph})^2}$$

$$g_{0M} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6,45 \times 10^{23}}{((3400 + 6000) \times 10^3)^2} = 3,71 \text{ m.s}^{-2}$$

المقارنة: القيمتين متساويتين في حدود القيم التقريبية المقدمة في التمرين

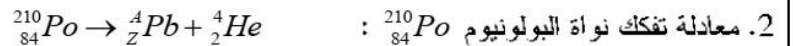
2×0,25
1,00
0,25
0,25

التمرين الثاني: (07 نقاط)

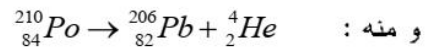
الجزء الأول

I. 1. تعريف ظاهرة النشاط الإشعاعي :

هي ظاهرة تفكك أنوية غير مستقرة متحولة إلى أنوية أكثر استقرارا مصدرة جسيمات وإشعاعات كهرومغناطيسية.



$$\begin{cases} 210 = A + 4 \Rightarrow A = 210 - 4 = 206 \\ 84 = Z + 2 \Rightarrow Z = 84 - 2 = 82 \end{cases} \text{ حسب قانوني الإنحفاظ:}$$



0,50
0,25

3. تركيب النواتين:

نواة البولونيوم 210: عدد البروتونات: $Z = 84$ ، عدد النيوترونات: $N = 210 - 84 = 126$

نواة الرصاص 206: عدد البروتونات: $Z = 82$ ، عدد النيوترونات: $N = 206 - 82 = 124$

0,25
0,50

0,75	<p>4. حساب طاقة الربط للنواتين: $E_l(^{210}_{84}Po) = \Delta m.c^2$</p> $E_l(^{210}_{84}Po) = \Delta m.c^2 = [84m_p + 126m_n - m(^{210}_{84}Po)].c^2$ $E_l(^{210}_{84}Po) = [(84 \times 1,00728) + (126 \times 1,00866) - 209,9368].c^2$ $E_l(^{210}_{84}Po) = [1,76588].c^2 = 1,76588 \times 931,5 = 1644,91722 \text{ MeV}$ $E_l(^{206}_{82}Pb) = \Delta m.c^2 = [82m_p + 124m_n - m(^{206}_{82}Pb)].c^2$ $E_l(^{206}_{82}Pb) = [(82 \times 1,00728) + (124 \times 1,00866) - 205,9295].c^2$ $E_l(^{206}_{82}Pb) = [1,7413].c^2 = 1,7413 \times 931,5 = 1622,02095 \text{ MeV}$
0,75	<p>5. تحديد أي النواتين أكثر استقرارا: نحسب طاقة الربط لكل نوية للنواتين:</p> $E_{l/A}(^{210}_{84}Po) = \frac{E_l(^{210}_{84}Po)}{A} = \frac{1644,91722}{210} = 7,83 \text{ MeV / nucléon}$ $E_{l/A}(^{206}_{82}Pb) = \frac{E_l(^{206}_{82}Pb)}{A} = \frac{1622,02095}{206} = 7,87 \text{ MeV / nucléon}$ <p>نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$ هي الأكثر استقرارا لأن: $E_{l/A}(^{206}_{82}Pb) > E_{l/A}(^{210}_{84}Po)$</p>
	<p>II. 1. عدد أنوية البولونيوم 210 في الجرعة:</p> $N_0 = \frac{m_0}{M} \times N_A = \frac{1 \times 10^{-6}}{210} \times 6,02 \times 10^{23} = 2,86 \times 10^{15} \text{ noyaux}$
	<p>2. إيجاد النشاط الابتدائي $A_0 = \lambda N_0$:</p> $A_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times 2,86 \times 10^{15} = 1,66 \times 10^8 \text{ Bq}$ $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{138 \times 24 \times 3600}$
	<p>3. الزمن اللازم ليصبح النشاط مهملا: لدينا $A(t) = A_0.e^{-\lambda.t}$ و $A(t) = 0,01A_0$</p> $0,01A_0 = A_0.e^{-\lambda.t} \Rightarrow \ln(0,01) = -\lambda.t$ <p>و منه:</p> $t = -\frac{1}{\lambda} \ln(0,01) = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln(0,01) = -\frac{138}{\ln 2} \times \ln(0,01) = 916,85 \text{ jours}$
	<p>III. عدد الخلايا المخربة خلال 30 يوما: عدد الخلايا المخربة هو نفسه عدد الأنوية المتفككة N_d.</p> $N_d = N_0 - N(t) = N_0 - N_0.e^{-\lambda.t} = N_0(1 - e^{-\lambda.t}) = N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{138} \times 30}\right)$ $N_d = 2,86 \times 10^{15} \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{138} \times 30}\right) = 3,07 \times 10^{14} \text{ noyaux}$
	<p>الجزء الثاني: 1. اسم التفاعل: انشطار نووي.</p>

		2. تسلسلي لأن انشطار النواة الأولى يحرر نيوترونات تؤدي إلى انشطار أنوية أخرى وهكذا..... ومغذى ذاتيا لأن النيوترونات المستعملة ناتجة عن الانشطارات نفسها.																														
0,75	3×0,25	1.3. ΔE_1 : تمثل طاقة الربط لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$. ΔE_2 : تمثل عكس مجموع طاقتي الربط للنواتين $^{94}_{38}Sr$ و $^{139}_{54}Xe$ ΔE_3 : تمثل عكس الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار.																														
		2.3. استنتاج قيمة الطاقة المحررة من هذا التفاعل: $E_{lib} = \Delta E_3 = 219835,9 - 219656,69 = 179,21 MeV$																														
		3.3. إيجاد المدة الزمنية: نحسب الطاقة المحررة من انشطار $m = 27g$ من اليورانيوم 235 نحسب عدد أنوية اليورانيوم 235 في 27g $N = \frac{m}{M} \times N_A = \frac{27}{235} \times 6,02 \times 10^{23} = 6,92 \times 10^{22} \text{ noyaux}$ $E_T = N \times E_{lib} = 179,21 \times 6,92 \times 10^{22} = 1,24 \times 10^{25} MeV$ $E_T = 1,6 \times 10^{-13} \times 1,24 \times 10^{25} = 1,984 \times 10^{12} J$ المدة الزمنية اللازمة للاستهلاك هذه الكتلة : $P = \frac{E}{t}$ و منه $t = \frac{E}{P} = \frac{1,984 \times 10^{12}}{15 \times 10^6} = 1,32 \times 10^5 s$ $t = \frac{1,32 \times 10^5}{3600} = 36,66 h = \frac{36,66}{24} = 1,5275 \text{ jours}$																														
		التمرين التجريبي: (07 نقاط) 1. حمض الكبريت المركز ودرجة حرارة مرتفعة يسرعان التفاعل الكيميائي.																														
		2. معادلة التفاعل: $HCOOH(l) + C_3H_7 - OH(l) = HCOO - C_3H_7(l) + H_2O(l)$																														
		3. جدول تقدم التفاعل. <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">المعادلة</th> <th colspan="4">$HCOOH(l) + C_3H_7 - OH(l) = HCOO - C_3H_7(l) + H_2O(l)$</th> </tr> <tr> <th>الحالة</th> <th>تقدم</th> <th colspan="4">كمية المادة بالمول</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>الابتدائية</td> <td>$x = 0$</td> <td>n_0</td> <td>n_0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>الانتقالية</td> <td>$x(t)$</td> <td>$n_0 - x(t)$</td> <td>$n_0 - x(t)$</td> <td>$x(t)$</td> <td>$x(t)$</td> </tr> <tr> <td>النهائية</td> <td>x_f</td> <td>$n_0 - x_f$</td> <td>$n_0 - x_f$</td> <td>x_f</td> <td>x_f</td> </tr> </tbody> </table>	المعادلة		$HCOOH(l) + C_3H_7 - OH(l) = HCOO - C_3H_7(l) + H_2O(l)$				الحالة	تقدم	كمية المادة بالمول				الابتدائية	$x = 0$	n_0	n_0	0	0	الانتقالية	$x(t)$	$n_0 - x(t)$	$n_0 - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$	النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f
المعادلة		$HCOOH(l) + C_3H_7 - OH(l) = HCOO - C_3H_7(l) + H_2O(l)$																														
الحالة	تقدم	كمية المادة بالمول																														
الابتدائية	$x = 0$	n_0	n_0	0	0																											
الانتقالية	$x(t)$	$n_0 - x(t)$	$n_0 - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$																											
النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f																											

		1-II. تعريف الحمض: هو كل فرد كيميائي قادر على فقد بروتون H^+ أو أكثر خلال تحول كيميائي
		2. سبب وضع العينة في الماء المثلج: لتوقيف التفاعل
		3. التركيب التجريبي لعملية المعايرة مع ذكر الأدوات والزجاجيات المستعملة (سحاحة مدرجة ، بشر ، مخلاط المغناطيسي
	3×0,25	
		4. معادلة المعايرة: $HCOOH(aq) + OH^-(aq) = HCOO^-(aq) + H_2O(l)$
		1.5. عند نقطة التكافؤ يكون المزيج ستوكيومترى وعليه: $n_a = n_b$ ومنه: $n_a = c_b \cdot V_{bE}$ من جدول تقدم التفاعل لدينا $n_E(t) = x(t)$ و $n_a = n_0 - x(t)$ منه $n_E(t) = n_0 - n_a$ إذن: $n_E(t) = n_0 - C_b V_{bE} \dots \dots \dots (1)$ عند $t = 0$: $n_E(0) = 0$ و V_{bE} لمن البيان نعوض في العبارة (1) السابقة نجد $n_0 = 0,05 mol$
		2.5. إيجاد x_f : $x_f = n_{ef} = n_0 - C_b V_{bEf}$ $x_f = 0,05 - 2 \times 8 \times 10^{-3} = 0,034 mol$
		3.5. قيمة التقدم النهائي: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{n_0} = 0,68 = 68\%$
		4.5. التركيب المولي للمزيج عند التوازن: $n_{ef} = n_f(H_2O) = x_f = 0,034 mol$ $n_{acf} = n_{alf} = n_0 - x_f = 0,016 mol$ - حساب ثابت التوازن K : $K = \frac{n_{ef} \times n_f(H_2O)}{n_{acf} \times n_{alf}} = 4,5$
		5.5. الصيغة النصف المفصلة والتسمية الكحول أولي $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ لأن $\tau_f = 67\%$ الاسم: البروبان-1-ول الأستر $HCOO-CH_2-CH_2-CH_3$ الاسم: ميثانوات البروبيل

		<p>6.5. سرعة التفاعل: $v(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{dn_e}{dt} = -c_b \frac{dV_{bE}}{dt}$</p> <p>$\frac{dV_{bE}}{dt}$ يمثل معامل توجيه مماس المنحنى عند اللحظة المعتبرة</p>
		<p>7.5. حساب قيمة السرعة عند اللحظة المطلوبة :</p> $v(20min) = 2 \times \frac{(10-15) \times 10^{-3}}{20-0} = 5 \times 10^{-4} mol.min^{-1}$
		<p>8.5. زمن نصف التقدم : بيانيا $V_E(t_{1/2}) = \frac{V_0 + V_f}{2} = \frac{25+8}{2} = 16,5 mL$</p> <p>نقرأ : $t_{1/2} = 7 min$</p>
		<p>6. الجهة التلقائية لتطور الجملة : $Q_{ri} = \frac{n_{ei} \times n_i (H_2O)}{n_{aci} \times n_{di}} = 40$</p> <p>$Q_{ri} < K$ منه الجملة تتطور تلقائيا في الجهة العكسية (اماهة الأستر)</p>

الموضوع الثاني

التمرين الأول: (06 نقاط)

- شحن المكثفة

0,5

0,25

0,25

1. تعريف المكثفة، وتحديد شكل الطاقة التي تخزنها: هي عبارة عن ثنائي قطب، يتكون من لبوسين يفصل بينهما عازل. تخزن المكثفة طاقة كهربائية.

0,5

2x0,25

2. التحليل البعدي لثابت الزمن τ : $[\tau] = [R] \cdot [C] = \frac{V}{I} \cdot \frac{I \cdot T}{V} = T$

0,25

0,25

3. استنتاج قيمة τ : $\tau = R \cdot C = 2,2 \times 10^3 \times 4,7 \times 10^{-3} = 10,34s$

0,5

2x0,25

4. حساب قيمة الطاقة المخزنة في المكثفة عند انتهاء عملية الشحن تماما:

$$E_{c_{\max}} = \frac{1}{2} \cdot C E^2 = \frac{4,7 \times 10^{-3} \times 4,5^2}{2} = 4,76 \times 10^{-2} J$$

- تفريغ المكثفة:

0,75

3x0,25

1. تعيين بيانيا ثابت الزمن τ' ، واستنتاج قيمة r :

$$r = \frac{\tau'}{C} = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{4,7 \times 10^{-3}} = 2 \Omega \quad \tau' = 9,5 ms \text{ نجد: } t=0, \text{ بالاعتماد على المماس عن}$$

0,5

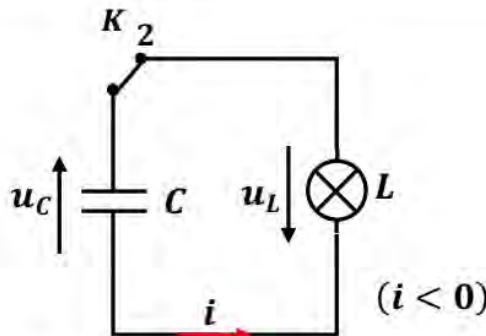
0,5

2. تفسير سبب إصدار المصباح ومضة ضوئية قوية: لأن المصباح يعيد الطاقة المخزنة في المكثفة في زمن قصير جدا.

3. تمثيل الدارة الكهربائية:

01

4x0,25



4. تبيان المعادلة التفاضلية:

0,75

3x0,25

بتطبيق قانون جمع التوترات:

$$u_L + u_C = 0 \rightarrow r \cdot i + u_C = 0 \rightarrow rC \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = 0 \rightarrow \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{rC} \cdot u_C = 0$$

5. التحقق من حل المعادلة التفاضلية:

باشتقاق عبارة $u_C(t)$ وتعويضها في المعادلة التفاضلية، نجد:

0,75	3x0,25	$-\frac{E}{\tau'} e^{-\frac{t}{\tau'}} + \frac{E e^{-\frac{t}{\tau'}}}{rC} = 0 \rightarrow E e^{-\frac{t}{\tau'}} \left(-\frac{1}{rC} + \frac{1}{rC} \right) = 0 \rightarrow 0 = 0$ <p>منه عبارة $u_C(t)$ هي حل للمعادلة التفاضلية.</p>
0,5	2x0,25	<p>6. تحديد اللحظة t' التي ينطفئ فيها المصباح:</p> $u_C(t') = E e^{-\frac{t'}{\tau'}} \rightarrow t' = -\tau' \cdot \ln \left(\frac{u_C(t')}{E} \right) = -9,5 \times \ln \left(\frac{3,5}{4,5} \right) = 2,38 ms$
0,25	0,25	<p>التمرين الثاني: (07 نقاط) - الجزء الأول:</p> <p>1. كتابة معادلة تفاعل المعايرة: $C_n H_{2n} O_2(aq) + HO^-(aq) = C_n H_{2n-1} O_2^-(aq) + H_2O(l)$</p>
0,25	0,25	<p>2. تحديد إحداثيات نقطة التكافؤ : اعتمادا على طريقة المماسين: $E(16 mL; 8,3)$</p>
0,25	0,25	<p>3. استنتاج قيمة ثابت الحموضة pKa للثنائية $(C_n H_{2n} O_2 / C_n H_{2n-1} O_2^-)$: عند نقطة نصف التكافؤ: $V_b = \frac{V_{b,E}}{2} = 8 mL \rightarrow pH = pKa = 4,8$</p>
0,75	3x0,25	<p>4. كتابة عبارة ثابت التوازن K، وحساب قيمته:</p> $K = \frac{[C_n H_{2n-1} O_2^-]_{eq}}{[C_n H_{2n} O_2]_{eq} \cdot [HO^-]_{eq}}$ $K = \frac{[C_n H_{2n-1} O_2^-]_{eq}}{[C_n H_{2n} O_2]_{eq} \cdot [HO^-]_{eq}} \times \frac{[H_3O^+]_{eq}}{[H_3O^+]_{eq}} = \frac{Ka}{Ke}$ $K = 10^{pKe - pKa} = 10^{14 - 4,8} = 1,58 \times 10^9$ <p>بما أن $K > 10^4$، إذن فالفاعل تام.</p>
0,75	2x0,25	<p>5. تحديد صيغة الحمض الكربوكسيلي، واسمه النظامي:</p> $\begin{cases} n = \frac{m}{M} \\ M = 14n + 32 \end{cases} \rightarrow 14n + 32 = \frac{m}{C.V} \rightarrow n = \frac{1,2}{0,08 \times 0,25} - 32 = 2$
	0,25	<p>منه: $CH_3 - COOH$ وإسمه: حمض الإيثانويك</p>
0,25	0,25	<p>- الجزء الثاني:</p> <p>1. تحديد دور حمض الكبريت المركز: تسريع التفاعل (وسيط)</p>

0,25

0,25

2. كتابة معادلة التفاعل: $CH_3 - COOH + C_5H_{11} - OH = CH_3 - COO - C_5H_{11} + H_2O$

1.3.3. إنشاء جدول تقدم التفاعل، واستنتاج عبارة $n_t(E)$ بدلالة $n_t(A)$:

معادلة التفاعل		A	+	B	=	E	+	H ₂ O
الحالة	التقدم	n(A)		n(B)		n(E)		n(H ₂ O)
ابتدائية	0	0,2		0,2		0		0
انتقالية	x	0,2 - x		0,2 - x		x		x
نهائية	x_f	0,2 - x_f		0,2 - x_f		x_f		x_f

0,25

0,25

$$n_t(E) = n_0(A) - n_t(A)$$

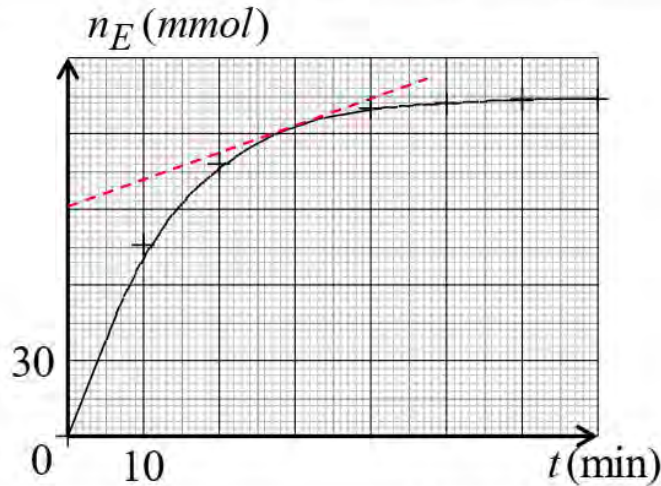
2.3. إكمال الجدول، ورسم المنحنى $n(E) = f(t)$:

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	70
n_A (mmol)	200	124	92	76	70	68	66,5	66,5
n_E (mmol)	0	76	108	124	130	132	133,5	133,5

0,75

0,75

4,25



3.3. حساب ثابت التوازن K لتفاعل الأسترة:

0,25

$$K = \frac{n_f(E) \cdot n_f(H_2O)}{n_f(A) \cdot n_f(B)} = \frac{133,5^2}{66,5^2} = 4$$

4.3. كتابة عبارة المردود:

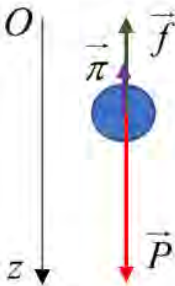
0,25

$$r = \frac{n_f(E)}{n_0(A)} \times 100$$

$$K = \frac{n_f(E)^2}{n_f(A)^2} \rightarrow \frac{n_f(E)}{n_0(A) - n_f(E)} = \sqrt{K} \rightarrow \frac{n_0(A) - n_f(E)}{n_f(E)} = \frac{1}{\sqrt{K}}$$

0,25

$$\rightarrow \frac{n_0(A)}{n_f(E)} - 1 = \frac{1}{\sqrt{K}} \rightarrow \frac{100}{r} - 1 = \frac{1}{\sqrt{K}} \rightarrow r = 100 \cdot \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$$

	2x0,25	<p>5.3. حساب قيمة مردود تفاعل الأستر، واستنتاج صنف الكحول:</p> $r = 100 \cdot \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} = 100 \cdot \frac{\sqrt{4}}{1 + \sqrt{4}} \approx 67\%$ <p>بما أن المزيج الابتدائي متكافئ في كمية المادة والمردود 67% إذن فالكحول المستعمل أولي.</p>
	2x0,25	<p>6.3. كتابة الصيغة النصف مفصلة للكحول المستعمل، وإسمه النظامي:</p> $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ <p>بنتان 1-ول</p>
	0,25	<p>7.3. تعريف سرعة تشكل الأستر، وحساب قيمتها عند $t = 30 \text{ min}$:</p> $v(E) = \frac{dn_E}{dt}$ <p>هي تغير كمية مادة الأستر بدلالة الزمن.</p>
	0,25	$v(E) = \frac{dn_E}{dt} = \frac{124 - 90}{30 - 0} = 1,13 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$
01	2x0,25	<p>التمرين التجريبي: (07 نقاط)</p> <p>- تحليل المنحنين:</p> <p>1.1.1. تعيين معامل التوجيه، وتحديد مدلوله الفيزيائي:</p> $\alpha = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{4,05 - 2,175}{1,98 - 1,2} = 2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ <p>هي يمثل السرعة الحدية v_{lim}.</p>
	2x0,25	<p>2.1. تحديد طبيعة الحركة: حركة مستقيمة منتظمة لأن المسار مستقيم والسرعة ثابتة $v = v_{\text{lim}}$.</p>
1,75	2x0,25	<p>2.2. تحديد سلم رسم:</p> $\left. \begin{array}{l} 6 \text{ cm} \rightarrow 2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \\ 1 \text{ cm} \rightarrow v \end{array} \right\} \rightarrow v = 0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
	2x0,25	<p>2.2. استخراج قيمة الزمن المميز للحركة: اعتمادا على المماس عند $\tau = 0,4 \text{ s}$، نجد:</p>
	3x0,25	<p>3.2. استنتاج قيمة a_0 التسارع الابتدائي:</p> $a_0 = \frac{v_{\text{lim}}}{\tau} = \frac{2,4}{0,4} = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ <p>وعليه الكرة خاضعة لدافعة أرخميس.</p>
0,75	3x0,25	<p>- الدراسة التحريكية في النظام الدائم:</p> <p>1. تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الكرة:</p> 

1,5	0,25 0,25 2x0,25 2x0,25	<p>2. تبيان المعادلة التفاضلية:</p> <p>- المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليليا. - الجملة: كرة.</p> <p>بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة:</p> $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{\pi} = m \cdot \vec{a}$ <p>بإسقاط العبارة الشعاعية على المحور (\overline{Oy}):</p> $m \cdot g - k \cdot v^2 - \pi = m \cdot \frac{dv}{dt} \rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{k}{m} \cdot v^2 + g - \frac{\pi}{m}$ <p>منه: $A = -\frac{k}{m}$ $B = g - \frac{\pi}{m}$</p>
01	2x0,25 2x0,25	<p>3. عبارة a_0 التسارع الابتدائي، v_{lim} السرعة الابتدائية:</p> <p>* عبارة التسارع الابتدائي a_0:</p> <p>عند $\left(v = 0; \frac{dv}{dt} \Big _{t=0} = a_0 \right)$ وعليه: $a_0 = g - \frac{\pi}{m}$</p> <p>* عبارة السرعة الحدية v_{lim}:</p> <p>في النظام الدائم: $\left(v = v_{lim}; \frac{dv}{dt} = 0 \right)$ وعليه: $v_{lim} = \sqrt{\frac{mg - \pi}{k}}$</p>
01	4x0,25	<p>4. حساب V_S حجم الكرة:</p> $a_0 = g - \frac{\pi}{m} \rightarrow \pi = m \cdot (g - a_0) \rightarrow \rho_{air} \cdot V_S \cdot g = m \cdot (g - a_0)$ $\rightarrow V_S = \frac{m \cdot (g - a_0)}{\rho_{air} \cdot g} = \frac{22 \times 10^{-3} \times (9,8 - 6)}{1,2 \times 9,8} = 7,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$