

امتحان بكالوريا تجريبي في مادة العلوم الفيزيائية

على المترشح أن يختار موضوعا واحدا

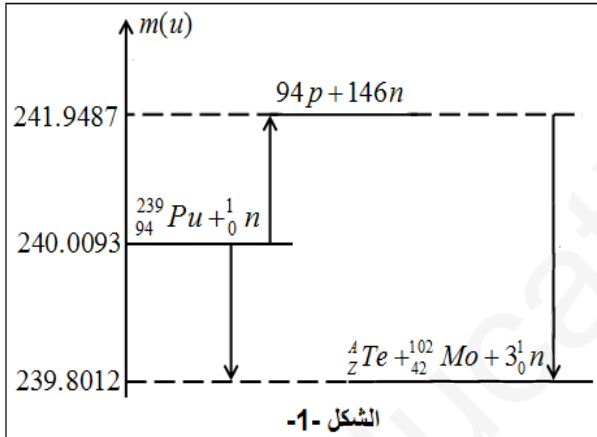
الموضوع الأول

الجزء الأول: (13 نقطة)

التمرين الأول: (06 ن)

(I) - يعتمد في إنتاج الطاقة في بعض المفاعلات النووية على إنشطار البلوتونيوم 239 . معادلة أحد تفاعلات الإنشطار التي تحدث هي: ${}_{94}^{239}\text{Pu} + {}_0^1n \rightarrow {}_Z^A\text{Te} + {}_{42}^{102}\text{Mo} + 3{}_0^1n$ (حيث يتم قذف نواة من البلوتونيوم 239 بواسطة نوترون).

مثلنا في الشكل 1- مخططا لحصيلة الكتلة لتفاعل إنشطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239.



1- أ) - كيف نسمي هذا النوع من التحولات ؟

ب) - بإستخدام قانوني الإحتفاظ بحدديتي Z و A .

2- اعتمادا على مخطط الحصيلة الكتلية ، احسب :

أ) - الطاقة المحررة عن إنشطار 1Kg من ${}_{94}^{239}\text{Pu}$.

ب) - طاقة التماسك E_f للنواة ${}_Z^A\text{Te}$ ، ثم قارن استقرار النواتين

${}_{42}^{102}\text{Mo}$ و ${}_Z^A\text{Te}$.

3- يستهلك المفاعل النووي 10^3Kg من البلوتونيوم 239 في

كل سنة بإستطاعة كهربائية قدرها $P = 9 \times 10^8\text{W}$.

* احسب مردود المفاعل النووي .

4- الديناميت مادة كيميائية تستعمل في أعمال الهدم وشق الطرقات في الجبال، عند انفجارها تحرر طاقة

مشابهة لطاقة إنشطار ${}_{94}^{239}\text{Pu}$. علما أن 1Kg من الديناميت يحترق 7.5 ميغاجول (MJ).

* احسب كتلة الديناميت التي تحرر نفس الطاقة التي يحترقها إنشطار 1Kg من ${}_{94}^{239}\text{Pu}$.

(II) - إن الأنوية الناتجة عن تفاعل الإنشطار هي أنوية مشعة، تعطي أنوية أخرى بدورها مشعة. من بين هذه

الأنوية نواة السيزيوم ${}_{55}^{137}\text{Cs}$ المشعة لـ β^- .

- لدينا عينة من السيزيوم (${}^{137}\text{Cs}$) كتلتها عند $t = 0$ هي m_0 ، تصبح كتلة هذه العينة $m = \frac{m_0}{8}$ بعد مدة

قدرها 90ans . يتفكك السيزيوم الى باريوم ${}_{56}^{137}\text{Ba}$ حيث تنتج نواة ${}_{56}^{137}\text{Ba}$ في حالة مثارة .

1-أ)- ما معنى تنتج نواة باريوم ماثرة ؟

ب)- اكتب معادلة تفكك السيزيوم 137.

ج)- عرف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ ، ثم عين قيمته للسيزيوم 137.

2- يتسرب السيزيوم 137 من أماكن إجراء التجارب النووية، فيصيب الخضر، الفواكه، الحيوان و الإنسان عن طريق دورة التغذية. في أحد مستودعات مصنع خل التفاح وجد في جانفي 2018 قارورة خل مكتوب على بطاقتها "تاريخ الصنع : جانفي 1990"، قام تقني بقياس نشاط السيزيوم 137 فيها فكان $400mBq$.

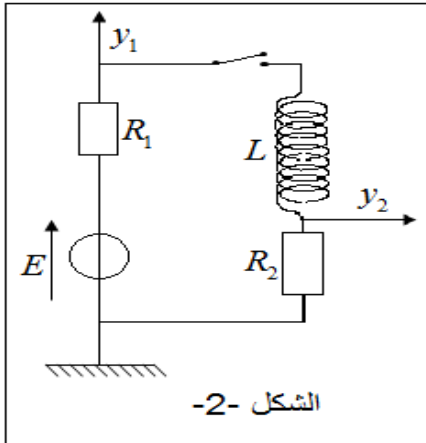
أ)- اكتب قانون النشاط الإشعاعي ثم احسب النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 .

ب)- احسب عدد الإشعاعات γ المنبعثة من الزجاجة منذ تاريخ الصنع حتى تاريخ القياس.

المعطيات:

$$1u = 931,5MeV / c^2 \quad , \quad N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1} \quad , \quad E_l / A \left({}_{42}^{102} Mo \right) = 8,35 Mev / nuc$$
$$1MeV = 1,6 \times 10^{-13} joule \quad , \quad 1an = 365 jours.$$

التمرين الثاني: (07 ن)



1) ننجز التركيب الموضح في الشكل -2- و المكون من : مولد للتوتر قوته المحركة $E = 12V$ ، وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها مهملة، ناقلين أوميين R_1 و $R_2 = 40\Omega$ ، قاطعة K ، وأسلاك التوصيل. عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة ونتابع تطور التوتر بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي.

فنحصل على المنحنيين (a) و (b) الموضحين في الشكل -3-.

1- عين المنحنى المشاهد على المدخل y_1 و المنحنى المشاهد على المدخل y_2 .

2- أ)- احسب قيمة I_0 شدة التيار في النظام الدائم.

ب)- تحقق أن المقاومة R_1 للناقل الأومي هي $R_1 = 8\Omega$.

3- أ)- اكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار

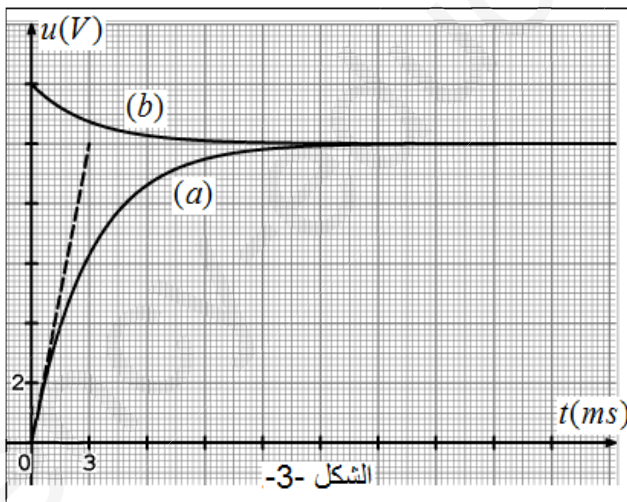
الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة.

ب)- تحقق أن العبارة اللحظية للتيار $i(t) = A(1 - e^{-bt})$ هي

حل للمعادلة التفاضلية مع تحديد عبارتي A و b بدلالة

ثوابت الدارة.

4- عين قيمة τ بيانيا، ثم احسب الذاتية L للوشيعة.

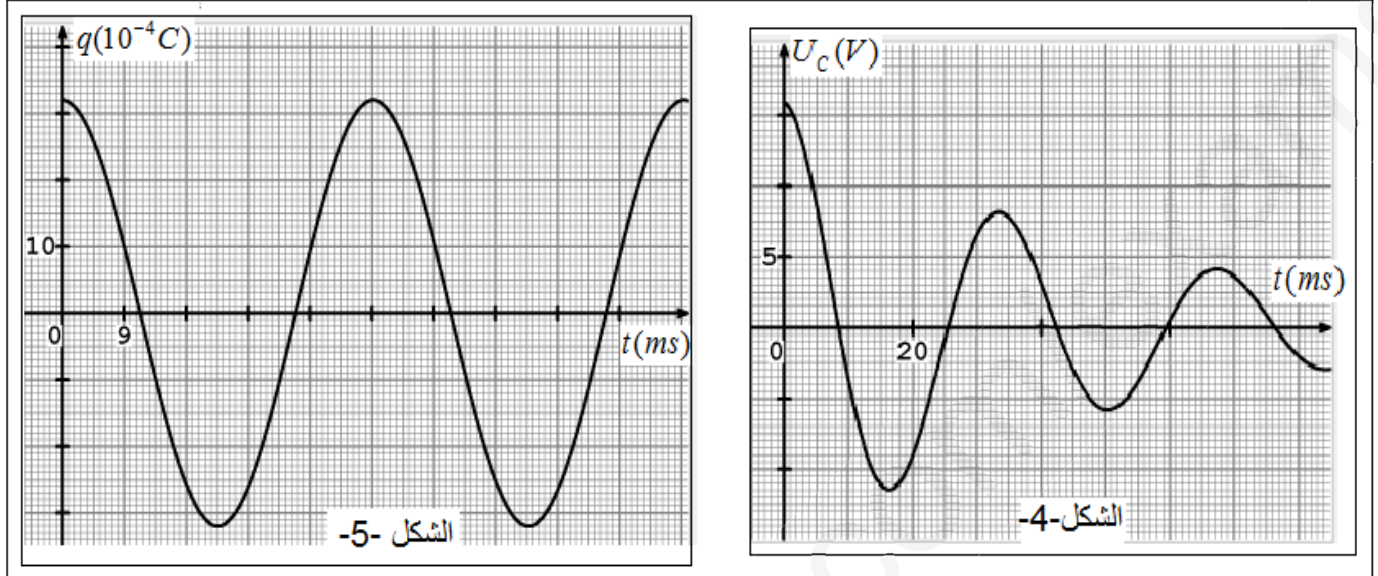


(II) نزع المولد و المقاومة R_2 ونستبدلها بمكثفة سعتهما $C_1 = 0,1mF$ مشحونة مسبقا تحت توتر $u = 16V$. عند اللحظة $t = 0$ ، نغلق القاطعة، فنحصل بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي على البيان $u_c = f(t)$. (الشكل-4)

1- مانوع هذه الاهتزازات؟ علل.

2- عين قيمة شبه الدور T .

3- أ)- احسب الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظة $t = 0$.



ب)- احسب الطاقة الضائعة بفعل جول عند نهاية الاهتزازة الاولى.

4- نزع المقاومة R_1 ، ونضيف في الدارة مكثفة C_2 حيث بجمع المكثفتين نحصل على مكثفة مكافئة C' مشحونة بنفس التوتر السابق، مثلنا بيانيا $Q(t) = g(t)$ (الشكل-5)

أ)- مانوع هذه الاهتزازات؟

ب)- بين أن المعادلة التفاضلية بدلالة الشحنة تكتب بالشكل: $\frac{d^2Q}{dt^2} + \frac{1}{LC'}Q = 0$.

ج)- يعطى حل المعادلة التفاضلية بالشكل $Q(t) = Q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$ ، عين بيانيا الثوابت Q_0 ، ω_0 و φ . ثم

بين أن النبض الذاتي ω_0 يعطى بالعلاقة $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC'}}$.

د)- احسب سعة المكثفة المكافئة C' ثم اذكر نوع الجمع.

5- بين أن الطاقة في الدارة تبقى ثابتة مهما كان الزمن.

الجزء الثاني: (07 نقاط)

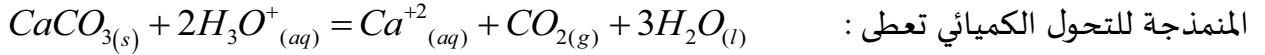
التمرين التجريبي: (07ن)

في مخبر الكيمياء حضر استاذ العلوم الفيزيائية محلولاً (S_0) لحمض كلور الماء (H_3O^+, Cl^-) عند $25^\circ C$ (درجة حرارة المخبر)، تركيزه المولي C_a .

قسم اشباله الى فوجين وطلب منهما حساب قيمة C_a بتجربتين مختلفتين.

التجربة الأولى : الفوج الأول:

في اللحظة $t = 0$ وعند درجة حرارة المخبر T_1 ، ألقى الفوج قطعة من كربونات الكالسيوم الصلب $(CaCO_3)_{(s)}$. كتلتها $m = 200mg$ في حوجلة بها حجم $V_a = 200ml$ من المحلول الحمضي (S_0) تركيزه C_a . معادلة التفاعل



استقبل غاز CO_2 المتشكل في دورق زجاجي حجمه $V = 1l$ مزود بمقياس ضغط .
1- (أ)- انشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

(ب)- احسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} علماً أن المزيج التفاعلي ستوكيومتري.

(ج)- احسب تركيز المحلول الحمضي C_a .

2- مثلنا بواسطة برنامج إعلامي التغير اللحظي لكتلة

كربونات الكالسيوم بدلالة الزمن $\frac{dm}{dt} = f(t)$ (الشكل -6-).

(أ)- بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعلاقة :

$$v_{vol} = \frac{-1}{V_a \cdot M} \cdot \frac{dm}{dt}$$

(ب)- احسب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين $t_1 = 0$

$$\text{و } t_2 = 30s$$

(ج)- اشرح على المستوى المجهرى سبب تناقص هذه

السرعة بمرور الزمن.

3- أعاد الأشبال التجربة في الدرجة $T_2 = 313^\circ K > T_1$ ، سجلوا قيم الضغط في الإناء في لحظات مختلفة، ثم

مثلوا البيان $p = f(t)$ (الشكل -7-).

(أ)- بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى

$$\text{بالعلاقة : } v_{vol} = \frac{V}{V_a \cdot R \cdot T_2} \cdot \frac{dP(CO_2)}{dt}$$

احسب قيمتها عند $t = 0$.

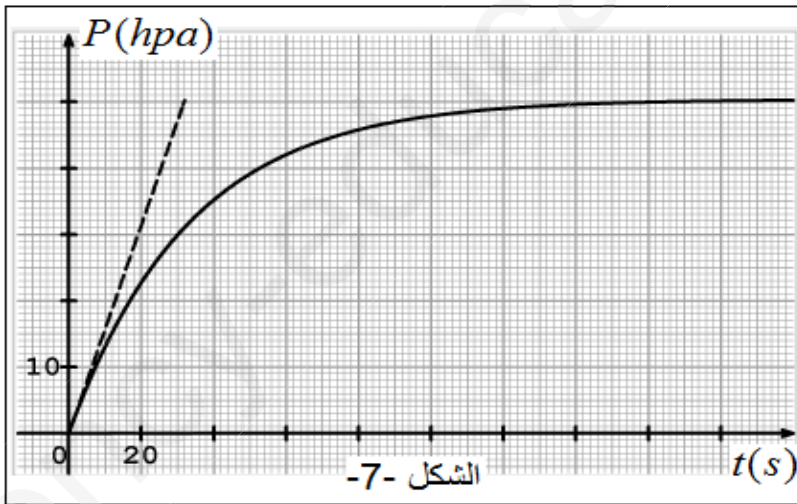
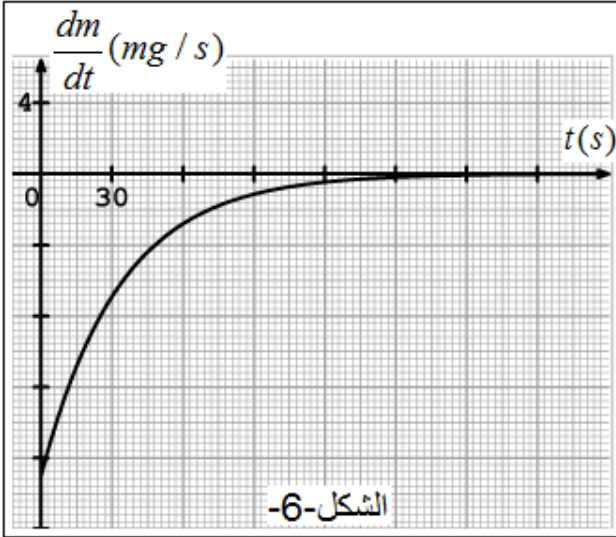
(ب)- اشرح سبب اختلاف قيمة هذه السرعة

مع القيمة المحسوبة في نفس اللحظة في

السؤال السابق (2- ب-).

المعطيات:

$$1hPa = 100Pa \quad , \quad R = 8.31S.I \quad , \quad M(CaCO_3) = 100g / mol$$



التجربة الثانية: الفوج الثاني:

أخذ الفوج محلولاً تجارياً للنشادر نسبة نقاوته 28% وكثافته $d = 0.91$.

1- احسب تركيز المحلول التجاري C_0 .

2- حضر الفوج محلولاً (S_1) حجمه 1L وتركيزه المولي $C_1 = 0.1 \text{ mol/l}$ انطلاقاً من المحلول التجاري.

* اذكر البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S_1) مع ذكر الزجاجيات المستعملة.

3- مدد الفوج المحلول (S_1) 10 مرات، للحصول على المحلول S_2 . قيست ناقليته النوعية، فاعطى الجهاز القيمة $\sigma = 10.9 \text{ mS/m}$.

(أ) ما سبب تمديد المحلول (S_1)؟

(ب) اكتب معادلة تفاعل النشادر مع الماء.

(ج) احسب قيمة التقدم النهائي τ_f لتفاعل النشادر مع الماء.

(د) بين أن ثابت الحموضة للثنائية (NH_4^+ / NH_3) يكتب بالشكل $K_a = \frac{(1 - \tau_f) \cdot K_e}{C_2 \cdot \tau_f^2}$ ، ثم احسب قيمة

الـ pK_a .

4- أخذ الفوج حجماً $V_b = 20 \text{ ml}$ من المحلول (S_2) وعايره بواسطة المحلول الحمضي ذي التركيز C_a ، عند إضافة $V_a = 5 \text{ ml}$ أعطى جهاز الـ pH مترقيمة 9.2.

(أ) اكتب معادلة تفاعل المعايرة واذكر خصائصه.

(ب) احسب التركيز المولي C_a للمحلول الحمضي

* هل تحصل الفوجين على نفس النتيجة؟

(ج) استنتج τ_f للتفاعل عند إضافة $V_a = 5 \text{ ml}$.

المعطيات:

$\lambda_{NH_4^+} = 7.35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 / \text{mol}$ ، $N = 14 \text{ g/mol}$ ، $H = 1 \text{ g/mol}$ ، $pK_e = 14$

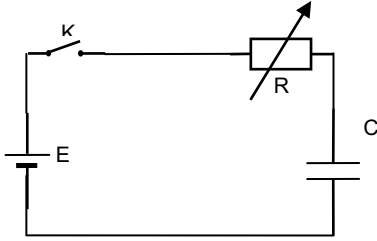
$\lambda_{OH^-} = 20 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 / \text{mol}$

الموضوع الثاني

الجزء الأول (13 نقطة) :

التمرين الأول (6 نقاط) :

تتميز المكثفات بخاصية تخزين الطاقة الكهربائية وإستغلالها عند الحاجة .
لدراسة سلوك مكثفة في دارة كهربائية نربط على التسلسل العناصر الكهربائية التالية :



الشكل - 1

- مولد ذات ثوابت قوته المحركة الكهربائية E .
- مكثفة غير مشحونة سعته C .
- ناقل أومي مقاومته R متغيرة .
- قاطعة K .

نضبط المقاومة R على القيمة $R = 100\Omega$ ونعلق القاطعة في اللحظة $t = 0s$.

1- أعد رسم الدارة موضحا عليها أسهم التوتر

u_R و u_C وكذلك جهة التيار الكهربائي و جهة حاملات الشحنة .

2- أ- بتطبيق قانون جمع التوترات أوجد المعادلة

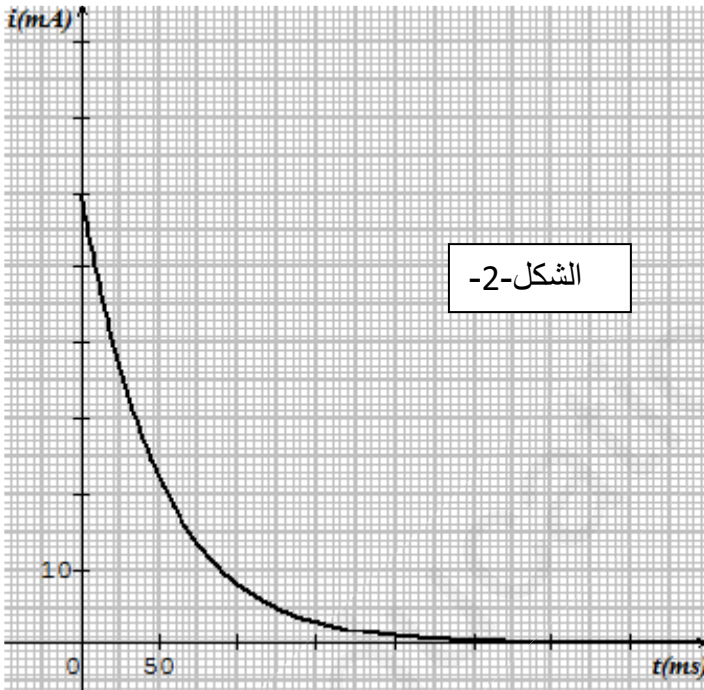
التي يحققها التوتر $u_R(t)$.

ب- حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل :

$$u_R(t) = Ae^{-\frac{t}{B}}$$

حيث A و B ثابتان يطلب كتابة عبارتهما .

ج- أعط المدلول الفيزيائي للثابت B .



الشكل - 2

3- البيان الموضح بالشكل -2- يمثل تطور الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة .

أ- بين على الدارة كيفية ربط راسم الإهتزاز المهبطي ذي ذاكرة لمشاهدة المنحنى الذي بواسطته أمكننا تتبع تطور شدة التيار $i(t)$ مع التعليل .

ب- إعتمادا على البيان عين : _ ثابت الزمن τ للدارة .

_ شدة التيار العظمى I_{max} .

ج - أحسب سعة المكثفة C والقوة المحركة الكهربائية E للمولد .

4- أعط العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة ثم أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 2\tau$.

5- نغير في قيمة مقاومة الناقل الأومي حيث نأخذ: $R_2 = 4R$ و $R_1 = 2R$

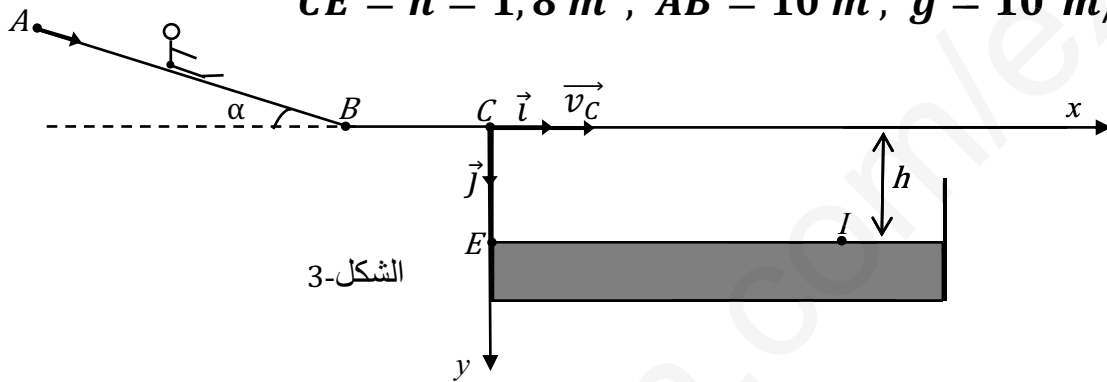
_ مثل كيفيا وفي نفس المعلم منحى تطور التوتر الكهربائي $u_R(t)$ في كل حالة مع التعليل .

التمرين الثاني: (7 ن)

I- دراسة حركة شخص ينزل على الجزء (AB) :

ينزل شخص نعتبره نقطياً كتلته m فوق مزلقة مسبح مكونة من جزء AB عبارة عن مستو مائل يميل عن الأفق بزاوية α وجزء BC مستوي أفقي يوجد على ارتفاع h من سطح المسبح (الشكل-3) . نعتبر الاحتكاكات مهملة .

المعطيات : $CE = h = 1,8 m$, $AB = 10 m$, $g = 10 m/s^2$

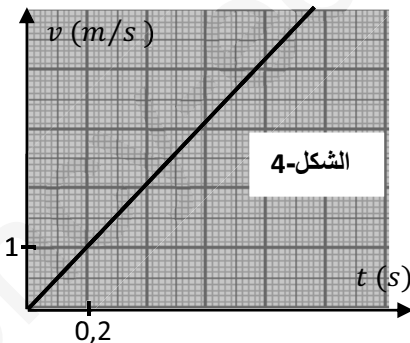


ينطلق الشخص عند اللحظة $t = 0$ بدون سرعة ابتدائية من الموضع A ، فينزل على AB . لدراسة حركة الشخص ، نختار معلماً (A, \vec{i}) مرتبطاً بالأرض حيث $x_A = 0$ عند اللحظة $t = 0$.

(1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها الفاصلة x للشخص تكتب بالشكل :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = g \cdot \sin\alpha \quad . \quad \text{استنتج طبيعة حركة الشخص على الجزء } AB .$$

(2) بعد تصوير حركة الشخص بواسطة كاميرا رقمية ومعالجة المعطيات بواسطة برنامج مناسب تم الحصول على مخطط سرعة الشخص (الشكل-4) .



أ- استنتج بيانياً تسارع حركة الشخص .

ب- حدد المدة الزمنية المستغرقة على الجزء AB .

II- دراسة حركة شخص على الجزء (CI) :

يغادر الشخص المزلقة عند الموضع C بالسرعة $v_C = 11 m/s$ عند لحظة نعتبرها مبدأ الأزمنة ليسقط بعدها في ماء المسبح . ندرس حركة الشخص في المعلم (C, \vec{i}, \vec{j}) .

(1) أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد عبارة المعادلتين الزميتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة الشخص .

ب- استنتج معادلة المسار و اذكر طبيعته .

(2) يصل هذا الشخص إلى سطح الماء في الموضع I بالسرعة \vec{v}_I .

أ- تأكد أن لحظة وصول الشخص إلى الموضع I هي $t = 0,6 s$.

ب- احسب قيمة السرعة v_I .

ج- عين قيمة المسافة EI .

(3) يسقط شخص آخر كتلته m' ضعف الكتلة m على نفس المسار .

هل تتغير قيمة المسافة EI ؟ علل إجابتك .

الجزء الثاني

التمرين التجريبي: (7 ن)

I- نحضر محلولاً مائياً (S) لحمض الإيتانويك CH_3COOH بإذابة كتلة $m = 0,6 g$ من حمض الإيتانويك النقي في حجم $V = 1l$ من الماء المقطر .

نقيس الناقلية النوعية σ للمحلول (S) في درجة الحرارة $25^\circ C$ فنجدها $\sigma = 1,64 \cdot 10^{-2} S \cdot m^{-1}$.

1- أ) أكتب معادلة التفاعل المنمدج للتحويل الكيميائي الحادث بين حمض الإيتانويك والماء .

ب) أحسب التركيز المولي C للمحلول (S) .

2- أ) أنجز جدول تقدم التفاعل الحادث في المحلول (S) .

ب) أوجد عبارة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]_f$ في المحلول (S) بدلالة σ والناقليتين الموليتين الشارديتين $\lambda_{CH_3COO^-}$ ، $\lambda_{H_3O^+}$.

ج) استنتج قيمة الـ pH للمحلول (S) .

3- أ) أكتب عبارة كسر التفاعل النهائي Q_{rf} للتفاعل الحادث في المحلول (S) وبين أنها تكتب على الشكل :

$$Q_{rf} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$$

ب) أحسب ثابت التوازن K للتفاعل السابق ؟ ماذا تستنتج ؟

II- لدراسة تطور تفاعل الأسترة بدلالة الزمن ، نسكب في إناء موضوع داخل ماء مُثلج مزيجاً مؤلف من $m_1 = 4,6g$ من الإيتانول و $m_2 = 6g$ من حمض الإيتانويك ، بعد الرّج توزع المزيج بالتساوي على 10 أنابيب إختبار التي تُسد بإحكام وتوضع في حمام مائي درجة حرارته ثابتة ثم نشغل الميقاتية .

لمعرفة كمية مادة الأستر المتشكل n_E خلال لحظات زمنية t ، نقوم بمعايرة الحمض المتبقي في كل أنبوب بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0,4 \text{ mol/L}$ بوجود كاشف ملون مناسب ، فيلزم لبلوغ نقطة التكافؤ إضافة حجم V'_{bE} من محلول هيدروكسيد الصوديوم لنستنتج الحجم V_{bE} اللازم لمعايرة الحمض المتبقي الكلي ، فنحصل على جدول القياسات الآتي :

$t(h)$	0	1	5	10	20	40	60	80	100	120
$V_{bE}(mL)$	250	217	176	138	105	90	85	84	83	83
$n_E(mmol)$										

1- ما الغرض من وضع أنابيب في الحمام المائي ؟

2- أكتب معادلة التفاعل الممنذج للتحويل الكيميائي الحاصل وسم الأستر الناتج .

3- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

4- بين أنّ : $n_E = 10^{-3} (100 - 0,4 \cdot V_{bE})$ ، ثم أكمل الجدول .

5- مثل المنحنى البياني $n_E = f(t)$.

6- ماهي خصائص التفاعل التي يمكن استنتاجها من البيان ؟

7- استنتج من البيان لحظة بلوغ الجملة حالة التوازن .

8- أحسب ثابت التوازن K .

9- أحسب سرعة التفاعل في اللحظتين $t_1 = 5h$ ، $t_2 = 40h$. ماذا تستنتج ؟

10- أحسب مردود التفاعل .

11- كيف يمكننا الحصول على مردود 100% .

12- هل يتوقف التفاعل في اللحظة $t = 100h$ ؟ علل .

يُعطى : $\lambda_{H_3O^+} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

$M(H) = 1 \text{ g/mol}$ ، $M(C) = 12 \text{ g/mol}$ ، $M(O) = 16 \text{ g/mol}$

امتحان بكالوريا تجريبي

الشعبة : علوم تجريبية

تصحيح اختبار مادة العلوم الفيزيائية

الموضوع الأول

العلامة		الموضوع
المجزأة		
		التمرين الأول:
0.25		1- (أ) - نسي هذا النوع بالتحويلات المفتعلة .
0.5		(ب) - من قانون صودي نكتب : $240 = A + 102 + 3$ ، $94 = Z + 42$.
0.5		ومنه $Z = 52$ ، $A = 135$.
0.5		2- (أ) - أولا نحسب الطاقة المحررة عن نواة واحدة:
		$E_{lib} = \Delta m \cdot 931.5$
		من المخطط : $E_{lib} = (240.0093 - 239.8012) \cdot 931.5$
		$E_{lib} = 193.84 \text{ MeV}$
		ومنه حساب الطاقة المحررة الكلية :
0.5		$E_{lib(T)} = E_{lib} \cdot N = E_{lib} \cdot N_A \cdot \frac{m}{M} = 193.84 \times 6.02 \times \frac{1000}{239}$
		$E_{lib(T)} = 4.88 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$
0.25		(ب) - حساب $E_l({}^A_Z\text{Te})$:
		من المخطط لدينا : $E_l(\text{Te}) + E_l(\text{Mo}) = (241.9487 - 239.8042) \cdot 931.5$
0.25		ومنه $E_l(\text{Te}) = 1997.60 - \frac{E_l(\text{Mo})}{A} \cdot A$
		$E_l(\text{Te}) = 1145.9 \text{ MeV}$
0.25		المقارنة: $\frac{E_l}{A}(\text{Te}) = 8.48 \text{ MeV} / \text{nuc}$
		ومنه $\frac{E_l}{A}(\text{Te}) > \frac{E_l}{A}(\text{Mo})$ ومنه Te اكثر استقرارا من Mo
0.5		3- حساب مردود المفاعل :
		$r = \frac{E_e}{E'_{lib(T)}} \cdot 100 = \frac{p \cdot t}{E_{lib} \cdot N_A \cdot \frac{10^6}{M}} \cdot 100$
0.25		$r = 36\%$

4- حساب كتلة الديناميت :

$$1Kg \rightarrow 7.5 \cdot 10^6 J$$

$$m \rightarrow 7.8 \cdot 10^{13} J$$

$$m = 1.04 \cdot 10^7 Kg$$

(II) 1- (أ) - تنتج نواة Ba مثارة اي يصدر معها إشعاعات γ .

(ب) - معادلة التفكك : ${}_{55}^{137}Cs \rightarrow {}_z^A Ba + {}_{-1}^0 e + {}_0^0 \gamma$

$$\left[\begin{array}{l} 137 = A + 0 \Rightarrow \boxed{A = 137} \\ 55 = Z - 1 \Rightarrow \boxed{Z = 56} \end{array} \right.$$

(ج) - $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لتفكك نصف الانوية الابتدائية .

* حساب $t_{1/2}$:

من قانون التناقص في الكتلة :

$$\left[\begin{array}{l} m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda t} \\ \frac{m_0}{8} = m_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} \\ t_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot t}{\ln 8} \end{array} \right. \quad \text{ومنه :}$$

$$\boxed{t_{1/2} = 30 \text{ans}}$$

2- قانون النشاط الإشعاعي : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

من القانون نكتب : $A_0 = A(t) \cdot e^{-\lambda t}$

$$\boxed{A_0 = 760 \text{mBq}}$$

ومنه

* عدد اشعاعات γ المنبعثة من الزجاجه هي عدد أنوية ${}_{55}^{137}Cs$ المتفككة حيث :

$$N_d = N_0 - N(t)$$

$$N_d = \frac{A_0 - A(t)}{\lambda} = \frac{A_0 - A(t) \cdot t_{1/2}}{0.69}$$

$$\boxed{N_d = 4.936 \cdot 10^8 \text{noyaux}}$$

ومنه عدد الاشعاعات γ المنبعثة تقدر بـ :

التمرين الثاني:

(I) 1- المنحنى المشاهد على المدخل y_2 هو (a) و المنحنى المشاهد على المدخل y_1 هو (b)

2- (أ) - حساب I_0 :

من البيان : $u_{R_2}(\text{max}) = 10V$

ولدينا : $u_{R_2}(\text{max}) = R_2 \cdot I_0$

$$I_0 = \frac{u_{R_2}}{R_2} = \frac{10}{40} = 0.25A \quad \text{ومنه}$$

(ب) - التحقق من قيمة R_1 :

من قانون جمع التوترات في النظام الدائم : $E = (R_1 + R_2)I_0$

$$\frac{E}{I_0} = R_1 + R_2$$

0.25*2

0.25

0.25

$$R_1 = \frac{E}{I_0} - R_2 = 8\Omega$$

3- من قانون جمع التوترات : $E = u_L + u_R$

$$E = L \frac{di}{dt} + R_1 i$$

$$\frac{E}{R_1} = \frac{L}{R_1} \cdot \frac{di}{dt} + i$$

$$i(t) = A(1 - e^{-bt})$$

$$\frac{di}{dt} = A \cdot b \cdot e^{-bt}$$

$$\frac{E}{R_1} = \frac{L}{R_1} \cdot A \cdot b \cdot e^{-bt} + A - A \cdot e^{-bt}$$

$$\frac{E}{R_1} = A \cdot e^{-b} \left(\frac{L}{R_1} \cdot b - 1 \right) + A$$

0.25

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \frac{E}{R_1} \\ \frac{L}{R_1} \cdot b = 1 \Rightarrow b = \frac{R_1}{L} \end{array} \right. \quad \text{لتحقيق التساوي يجب:}$$

0.25

4- من البيان $\tau = 3ms$

0.25

$$\tau = \frac{L}{R_1} \quad \text{لدينا:}$$

0.25

$$L = \tau \cdot R_1 = 144 \cdot 10^{-3} H \quad \text{اذن}$$

$$L = 0.144H$$

0.25

(II) 1- تعبر عن اهتزازات كهربائية متخادمة. وجود الناقل الاومي يعمل على استهلاك الطاقة بفعل جول

0.25

2- حساب شبه الدور: من البيان : $T = 34ms$

3- (أ) حساب الطاقة عند $t = 0$

0.25

$$E_C = \frac{1}{2} C_1 \cdot E^2 = 12.8 \cdot 10^{-3} J$$

(ب) حساب الطاقة بعد مدة T_1

0.25

$$E'_C = \frac{1}{2} C_1 \cdot (8)^2 = 3.2 \cdot 10^{-3} J$$

الطاقة الضائعة : $\Delta E_C = E_C - E'_C$

$$\Delta E_C = 9.6 \cdot 10^{-3} J$$

0.25

4- (أ) اهتزازات حرة غير متخادمة لعدم وجود ناقل اومي

(ب) المعادلة التفاضلية بدلالة الشحنة

0.25

$$u_c + u_b = 0$$

$$\frac{Q}{C'} + L \frac{di}{dt} = 0 \quad / \quad i = \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{Q}{C'} + L \frac{d^2Q}{dt^2} = 0$$

0.25

$$(1) \dots \dots \dots \frac{Q}{LC'} + \frac{d^2Q}{dt^2} = 0$$

0.25

(ج) - تعيين الثوابت بيانياً: $Q_0 = 32 \cdot 10^{-4} C$

$$T_0 = 45ms$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow \omega_0 = 44.44\pi rad / s$$

$$Q(t) = Q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad \text{حساب } \varphi$$

$$Q(0) = Q_0 \quad \text{لما } t = 0$$

$$\cos Q = 1 \Rightarrow \varphi = 0$$

$$Q(t) = 32 \cdot 10^{-4} \cos\left(\frac{2}{45}\pi \cdot t\right) \quad \text{ومنه المعادلة:}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC'}} \quad \text{*تبيان ان:}$$

$$Q(t) = Q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\frac{dQ}{dt} = -\omega_0 \cdot Q_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\frac{d^2 Q}{dt^2} = -\omega_0^2 \cdot Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$(2) \dots \dots \dots \frac{d^2 Q}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot Q(t) = 0$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC'} \quad \text{بالمطابقة بين (1) و (2) نجد:}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC'}} \quad \text{ومنه:}$$

(د) - حساب سعة المكثفة C' :

$$Q(t) = C' \cdot u_c$$

$$Q_0 = C' \cdot E \Rightarrow C' = \frac{Q_0}{E}$$

$$C' = 2 \cdot 10^{-4} F$$

$C' > C_1$ ومنه كان ربط المكثفتين على التفرع

5- نبين ان الطاقة في الدارة ثابتة:

$$E_t = \frac{1}{2} C \cdot u_c^2 + \frac{1}{2} L \cdot i^2$$

$$E_t = \frac{1}{2} C \cdot \frac{Q_0^2}{C^2} \cos^2 + \frac{1}{2} L \cdot Q_0^2 \cdot \omega_0^2 \cdot \sin^2$$

$$E_t = \frac{1}{2} C \cdot \frac{Q_0^2}{C^2} \cos^2 + \frac{1}{2} L \cdot Q_0^2 \cdot \frac{1}{LC} \cdot \sin^2$$

$$E_t = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_0^2}{C} (\cos^2 + \sin^2)$$

$$E_t = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_0^2}{C} = C^{te}$$

0.25

التمرين التجريبي:

التجربة الأولى:

1-أ) جدول التقدم:

$CaCO_3 + 2H_2O^+ = Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O$				
$n = \frac{m_0}{M}$	$n_a = C_a V_a$	0	0	بوفرة
$n - x(t)$	$n_a - 2x(t)$	$x(t)$	$x(t)$	//
$n - x_f$	$n_a - 2x_f$	x_f	x_f	//

ب)- حساب x_{max} : بما ان المزيج ستكيوميتري فإن:

$$n - x_f = 0 \Rightarrow x_f = \frac{m_0}{M}$$

$$n_a - 2x_f = 0 \Rightarrow x_f = \frac{C_a \cdot V_a}{2}$$

$$x_f = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

ج)- حساب C_a :

$$C_a = \frac{2x_f}{V_a} = 0.02 \text{ mol/l}$$

2-أ)- عبارة v_{vol} :

$$v_{vol} = \frac{1}{V_a} \cdot \frac{dx}{dt}$$

من جدول التقدم لدينا: $n(t) = n_0 - x(t)$

$$x(t) = n_0 - n(t)$$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{dn}{dt} = -\frac{1}{M} \cdot \frac{dm}{dt}$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{M \cdot V_a} \cdot \frac{dm}{dt}$$

ومنه

ب)- حساب السرعة الحجمية:

$$\frac{dm}{dt} = -17 \cdot 10^{-3} \text{ g/s} \quad \text{عند } t = 0 \text{ وبعملية الإسقاط:}$$

$$v_{vol}(t=0) = 0.85 \cdot 10^{-3} \text{ (mol/l}\cdot\text{s)}$$

$$\frac{dm}{dt} = -6.8 \cdot 10^{-3} \text{ g/s} \quad \text{عند } t = 30 \text{ s وبعملية الإسقاط:}$$

$$v_{vol}(t=30 \text{ s}) = 0.34 \cdot 10^{-3} \text{ (mol/l}\cdot\text{s)}$$

ج)- كلما مر الزمن تتناقص كمية المتفاعلين وبالتالي تتناقص حدة التصادمات الفعالة وهذا يؤدي الى تناقص السرعة.

$$v_{vol} = \frac{1}{V_a} \cdot \frac{dx}{dt} \quad \text{3-أ)- عبارة السرعة الحجمية:}$$

$$x = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$$

$$v_{vol} = \frac{V}{V_a \cdot R \cdot T} \cdot \frac{dP}{dt}$$

$$v_{vol} = 0.3 \text{ mol/l}\cdot\text{s}$$

(ب)- الشرح : السرعة في التجربة الثانية عند $t = 0$ أكبر من السرعة في التجربة الأولى عند نفس اللحظة لأن $T_2 > T_1$ (درجة الحرارة عامل حركي).

التجربة الثانية :

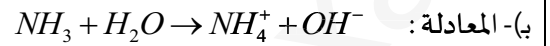
$$C_0 = \frac{10 \cdot P \cdot d}{M} = 14.98 \text{ mol/l} \approx 15 \text{ mol/l} \quad \text{حساب } C_0 :$$

2- البروتوكول التجريبي:

$$V_0 = 6.7 \text{ ml} \quad , \quad F = \frac{C_0}{C} = \frac{V}{V_0} \quad \text{حساب الحجم الواجب اخذه بالسحاحة} :$$

بواسطة ماصة مزودة بأجاصة مص نسحب من المحلول حجما $V_0 = 6.7 \text{ ml}$ نضعه في حوالة عيارية حجمها 1 l نضيف كمية من الماء نرج جيدا ثم نكمل بالماء حت الخط العيار.

3(أ)- تمديد المحاليل عند قياس ناقليتها حتى تكون القياسات دقيقة .



$$\text{(ج)- حساب } \tau_f : \tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

$$\text{بعد انشاء جدول التقدم : } \tau_f = \frac{n(\text{OH}^-)}{C_2 V_2} = \frac{[\text{OH}^-]}{C_2}$$

*اولا حساب $[\text{OH}^-]$:

$$\sigma = \lambda^- [\text{OH}^-] + \lambda^+ [\text{NH}_4^+]$$

$$\sigma = (\lambda^- + \lambda^+) [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{\sigma}{\lambda^- + \lambda^+} = 0.4 \text{ mol/m}^3$$

$$[\text{OH}^-] = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$\tau_f = 0.04$$

$$\text{(د)- من المعادلة : } K = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} \times \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$K = \frac{K_e}{K_a} \dots \dots \dots (1)$$

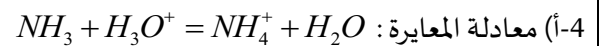
$$K = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_2 - [\text{OH}^-]} = \frac{C_2^2 \cdot \tau_f^2}{C_2 - C_2 \cdot \tau_f} \quad \text{من جدول التقدم :}$$

$$K = \frac{C_2 \cdot \tau_f^2}{1 - \tau_f} \dots \dots \dots (2)$$

$$K_a = \frac{(1 - \tau_f) K_e}{C_2 \cdot \tau_f^2} \quad \text{(1)=(2) ومنه:}$$

$$K_a = 6 \cdot 10^{-10} \quad \text{بعد التعويض :}$$

$$pK_a = -\log K_a = 9.2$$



- تفاعل سريع

- تفاعل تام

(ب) عند $pH = 9.2$ يكون نقطة نصف التكافؤ ومنه $V_{a_{eq}} = 10 \text{ ml}$

من علاقة التكافؤ: $C_a V_{a_{eq}} = C_b V_b$

$$C_a = \frac{C_b V_b}{V_{a_{eq}}}$$

$$C_a = 0.02 \text{ mol/l}$$

* تحصل الفوجان على نفس النتيجة

(ج) - استنتاج قيمة τ_f .

المتفاعل المحد عند 5 ml هو H_3O^+ (الذي ينزل من السحاحة) $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}}$

ومنه: $x_{\max} = C_a V_a$

من جدول التقدم: $n(H_3O^+)_{\text{restant}} = C_a V_a - x_f$

حساب: $n(H_3O^+)$

$$n(H_3O^+)_f = [H_3O^+] \cdot V_{\text{melange}}$$

$$n(H_3O^+)_f = 1.5 \cdot 10^{-11} \text{ mol}$$

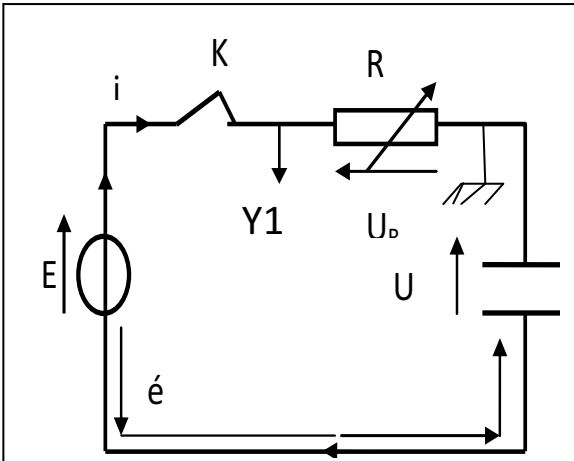
$$x_f = C_a V_a - n(H_3O^+)$$

$$\tau_f = 1$$

0.25

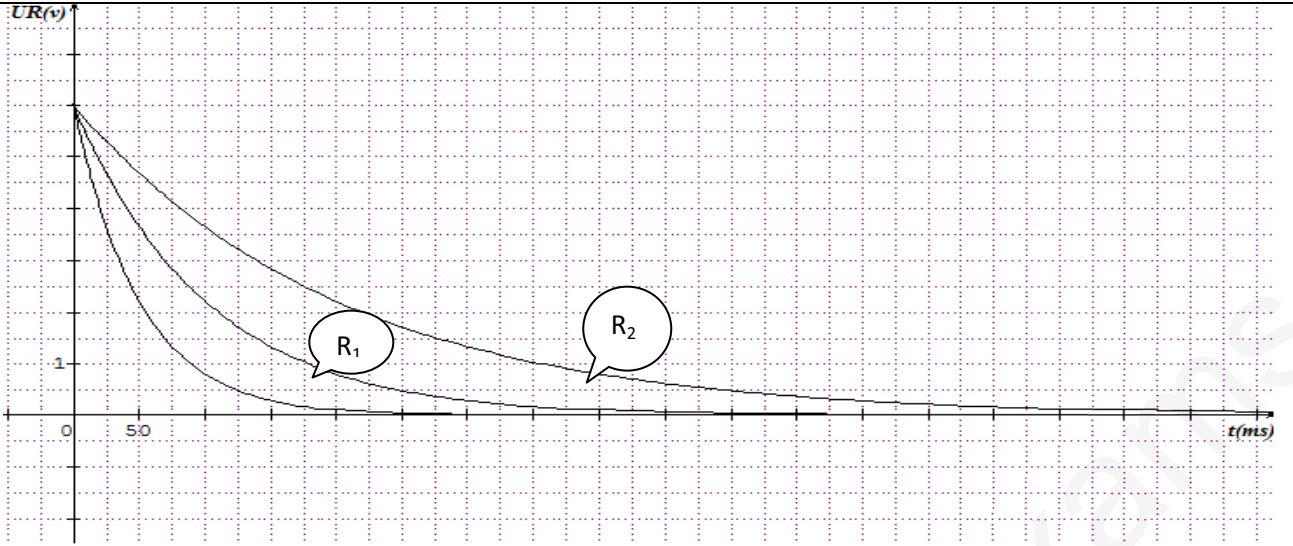
0.25

0.25

العلامة	عناصر الإجابة
1	<p style="text-align: right;">الجزء الاول (13ن) التمرين الاول(6ن):</p> <p>1/ إعادة رسم الدرة موضحا عليها أسهم التوترات و جهة التيار و حاملات الشحنة</p> <p>2/ أ) إيجاد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوترال $u_R(t)$ بتطبيق قانون جمع التوترات : بالإشتقاق نجد :</p> 
1	$u_c(t) + u_R(t) = E$
1	$\frac{d}{dt} u_R(t) + \frac{d}{dt} u_C(t) = 0 \rightarrow \frac{d}{dt} u_R(t) + \frac{1}{C} \frac{d}{dt} q(t) = 0 \rightarrow \frac{d}{dt} u_R(t) + \frac{1}{C} i = 0$
1	$\frac{d}{dt} u_R(t) + \frac{1}{RC} u_R(t) = 0 \rightarrow \frac{d}{dt} u_R(t) + \frac{1}{\tau} u_R(t) = 0$
0.5	<p>ب) تعيين A, B: نعوض الحل في المعادلة التفاضلية نجد : $t = 0 \rightarrow u_R(t) = E \rightarrow A = E$</p>
0.25	<p>ج) المدلول الفيزيائي للثابت B : هو ثابت الزمن وهو الزمن الازم لشحن المكثفة ب 63% من قيمتها النهائية</p>
0.5	<p>3/ أ) تبين طريقة ربط راسم الإهتزاز المهبطي : أنظر الشكل : يتطور $i(t)$ بشكل مماثل لتطور $u_R(t)$ حسب</p> $u_R(t) = Ri(t)$
0.5	<p>ب) -تعيين ثابت الزمن للدارة بيانيا . $\tau = 50ms$</p>
0.25	<p>- شدة التيار الأعظمي : من البيان نجد : $I = 6.10 = 60mA$</p>
0.25	<p>ج) حساب سعة المكثفة و القوة المحركة الكهربائية للمولد</p>
0.25	$\tau = RC \rightarrow C = \frac{50.10^{-3}}{100} \rightarrow C = 5.10^{-4} F$
0.25	$E = RI \rightarrow E = 100.60.10^{-3} \rightarrow E = 6V$
0.25	<p>4) عبارة الطاقة اللحظية المخزنة في المكثفة و حسابها عند اللحظة 2τ :</p>
0.25	$\xi(t) = \frac{1}{2} cu_c^2(t) \rightarrow \xi(t) = \frac{1}{2} cu_c^2(t) = \frac{1}{2} cE^2 \left(1 - e^{-t/\tau}\right)$
0.75	$t = 2\tau \rightarrow \xi(t) = \frac{1}{2} 5 \cdot 10^{-4} (6)^2 (1 - e^{-2}) = 6,73 \cdot 10^{-3} j$
0.25	<p>التمثيل الكيفي والتعليل: كلما زادت R زاد ξ</p>

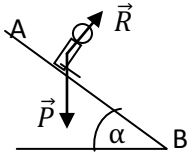
0.25

0.5



التمرين الثاني : (7 ن)

I - 1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الشخص :



0,5

$$\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}$$

0,5

0,5

$$P \sin \alpha = ma \Rightarrow mg \sin \alpha = m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad \text{بالإسقاط على المحور } (A, \vec{t}) :$$

0,5

0,25

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = g \sin \alpha = Cte > 0$$

و منه حركة الشخص على الجزء AB مستقيمة متسارعة بانتظام .

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ m/s}^2 \quad \text{أ- من البيان تسارع حركة الشخص : (2)}$$

$$x = \frac{1}{2} a t^2 = AB \Rightarrow t^2 = \frac{2AB}{a} \quad \text{ب- المدة المستغرقة على الجزء AB :}$$

0,25

$$t^2 = \frac{2 \cdot 10}{5} = 4 \Rightarrow t = 2s$$

II - 1) أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الشخص :

0,5

$$\vec{P} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} \quad \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases}$$

0,25

$$v(t) \quad \begin{cases} v_x = v_c = cte \\ v_y = g t \end{cases}$$

0,5

$$\begin{cases} x(t) = v_c t \dots \dots (1) \\ y(t) = \frac{1}{2} g t^2 \dots \dots (2) \end{cases}$$

المعادلتان الزمانياتن :

0,25

$$y = \frac{g}{2 \cdot v_c^2} \cdot x^2 \quad \text{نعوض في (2) :}$$

0,5

$$t^2 = \frac{2 \cdot y_1}{g} = \frac{2 \cdot 1,8}{10} = 0,36 \Rightarrow t = 0,6 s \quad \text{أ- عند الموضع I : (2)}$$

0,5

$$E_{C_c} + W_{Cl}(P) = E_{C_I} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_c^2 + m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v_I^2$$

0,25

$$v_I^2 = v_c^2 + 2gh \Rightarrow v_I = \sqrt{v_c^2 + 2gh}$$

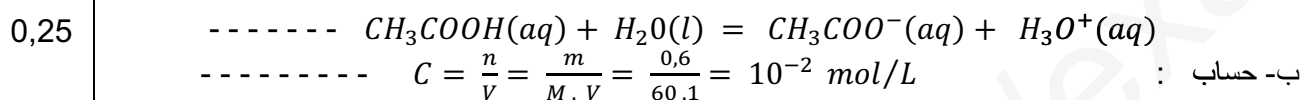
0,25
0,25
0,25
0,25
0,25

----- $v_I = \sqrt{121 + 2 \cdot 10 \cdot 1,8} = \sqrt{157} = 12,5 \text{ m/s}$
 ----- $EI = x_I = v_C \cdot t = 11 \cdot 0,6 = 6,6 \text{ m}$ ج- عند الموضع I :
 (3) المسافة EI تعتمد على المقدارين v_C و t :
 السرعة v_C ثابتة لأن :
 ----- $v_C^2 = 2 \cdot a \cdot AB = cte$
 ----- $t^2 = \frac{2 \cdot y_I}{g} = cte$ وكذلك مدة السقوط من C إلى I تبقى ثابتة لأن :
 ومنه نستنتج أنه عندما تكون $m' = 2 \cdot m$ لا تتغير قيمة المسافة EI .

الجزء الثاني :

(تمرين تجريبي) (7 ن)

I - (1) أ- معادلة التفاعل مع الماء :



(2) أ- جدول التقدم

0,25

المعادلة	CH_3COOH	+	H_2O	=	CH_3COO^-	+	H_3O^+
$t=0$	CV		بوفرة		0		0
t	CV - X		بوفرة		X		X
t_f	CV - X_f		بوفرة		X_f		X_f

0,25
ب- $\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_f + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]_f$

0,25
 $\sigma = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}) [H_3O^+]_f$ ، $[H_3O^+]_f = [CH_3COO^-]_f$

0,25
----- $[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}}$

0,25
----- $[H_3O^+]_f = \frac{1,64 \cdot 10^{-2}}{39,1 \cdot 10^{-3}} = 0,42 \text{ mol/m}^3 = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ ج -

----- $pH = -\text{Log}[H_3O^+]_f = -\text{Log} 4,2 \cdot 10^{-4} = 3,4$

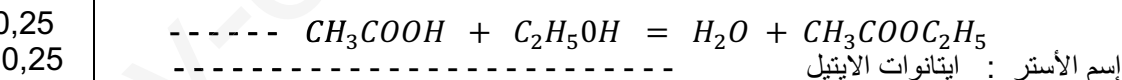
0,25
0,25
----- $Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f} = \frac{(10^{-pH})^2}{C - 10^{-pH}} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$ أ) عند حالة التوازن :

0,25
----- $K = Q_{rf} = \frac{10^{-6,8}}{10^{-2} - 3,98 \cdot 10^{-4}} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ ب)

0,25
----- بما أن $K < 10^4$ نستنتج أن التفاعل غير تام

- II

0,25
----- 1- الغرض من وضع أنابيب في الحمام المائي لتسريع تفاعل الأسترة .
 2- المعادلة :



3- جدول التقدم :

0,25

المعادلة	CH_3COOH	+	C_2H_5OH	=	H_2O	+	$CH_3COOC_2H_5$
$t=0$	n_1		n_2		0		0
t	$n_1 - x$		$n_2 - x$		x		x
عند التوازن	$n_1 - x_f$		$n_2 - x_f$		x_f		x_f

0,25
----- 4- كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات :
 $n_2 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{4,6}{46} = 0,1 \text{ mol}$

$n_1 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ mol}$

0,25
----- كمية مادة الأستر المتشكل في المزيج خلال لحظة t : $n_E = x$

كمية مادة الحمض المتبقي في كل أنبوب في لحظة t : $n'_a = C_b V'_{bE}$

كمية مادة الحمض المتبقي في المزيج في لحظة t :

$$n_a = 10 n'_a = 10 C_b V'_{bE} = C_b V_{bE}$$

و من جدول التقدم : كمية مادة الحمض المتبقي في المزيج عند لحظة t :

$$n_a = n_1 - x \Rightarrow C_b V_{bE} = n_1 - n_E$$

$$0,4 V_{bE} = 0,1 - n_E \Rightarrow n_E = 0,1 - 0,4 V_{bE}$$

$$n_E = 10^{-3} (100 - 0,4 \cdot 10^{-3} V_{bE})$$

حيث V_{bE} (L) \rightarrow

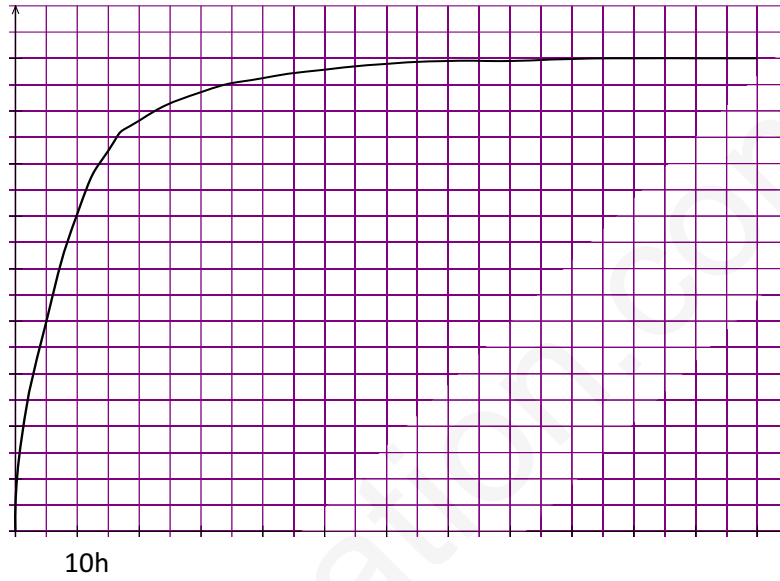
$$n_E = 10^{-3} (100 - 0,4 V_{bE})$$

حيث V_{bE} (mL) \rightarrow

إكمال الجدول :

t(h)	0	1	5	10	20	40	60	80	100	120
n_E (mmol)	0	13,2	29,6	44,8	58	64	66	66,4	66,8	66,8

5- تمثيل البيان :



6- خصائص التفاعل من البيان : بطيء - غير تام

$$t_f = 80 \text{ h}$$

7- لحظة بلوغ الجملة حالة التوازن :

$$K = Q_{rf} = \frac{[H_2O]_f [CH_3COOC_2H_5]_f}{[CH_3COOH]_f [C_2H_5OH]_f} = \frac{x_f^2}{(0,1 - x_f)^2}$$

8- حساب K :

$$x_f = n_{E_f} = 66,8 \text{ mmol}$$

من البيان :

$$K = \frac{(66,8 \cdot 10^{-3})^2}{(0,1 - 66,8 \cdot 10^{-3})^2} = \frac{(0,0668)^2}{(0,0332)^2}$$

9-

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{dn_E}{dt}$$

$$v_1 = \frac{62,4 - 29,6}{15 - 5} = 3,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol/h}$$

عند $t_1 = 5 \text{ h}$

$$v_2 = \frac{67,2 - 64}{60 - 40} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/h}$$

عند $t_2 = 40 \text{ h}$

نستنتج أنه بمرور الزمن تتناقص سرعة التفاعل .

0,25 --- $r = \frac{x_f}{n_0(acide)} = \frac{n_{Ef}}{n_1} = \frac{66,8 \cdot 10^{-3}}{0,1} \approx 0,67 = 67\%$: 10- مردود التفاعل :

0,25 ----- 11- يمكننا الحصول على مردود تام وذلك إما :
- بحذف الماء المتشكل باستمرار (مثلا إضافة كمية معتبرة من حمض الكبريت)
- بنزع الأستر المتشكل باستمرار بواسطة التسخين عن طريق التقطير المُجزأ .

0,25 12- لا يتوقف التفاعل في اللحظة $t = 100 h$ لأن الجملة الكيميائية عندئذ تكون في حالة توازن أي يتواصل التفاعل في الإتجاهين حيث يحد أحدهما الآخر .