الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية جيجل — ثانوية شرايطية يوسف – العوانة –

امتحان بكالوريا تجريبي ماي 2023 — ثانوية ثرخاش محمد –بوراوي بلهادف–

شعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية — **المدة: 04 سا و30 د**

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (05) صفحات (من الصفحة 01 من 10 إلى الصفحة 05 من 10)

التمرين الأول: (05 نقاط)

مرت عدة سنوات على التفجيرات والتجارب النووية للمستعمر الفرنسي التي ما تزال تخلف ضحايا في الجنوب الجزائري الشاسع، وذلك من يوم الانفجار الموافق لتاريخ 13 فيفري 1960 أين سجل المستعمر الفرنسي دخوله المدوي إلى نادي القوى النووية مخلفا وراءه بالحمودية ضواحي رقان نفايات نووية إثر الانفجار المريع والتي لازالت بعد نصف قرن تلحق أضرارا بالبيئة والسكان بسبب الإشعاعات المخلفة.

يعتبر كل من نظير السيزيوم $^{137}_{55}Cs$ ونظير اليود $^{131}_{53}I$ أهم النظائر المؤثرة على الصحة بعد الانفجار النووي.

يهدف التمرين لدراسة النشاط الإشعاعي لكل من نظيري اليود $^{131}_{53}I$ والسيزيوم $^{137}_{55}Cs$.

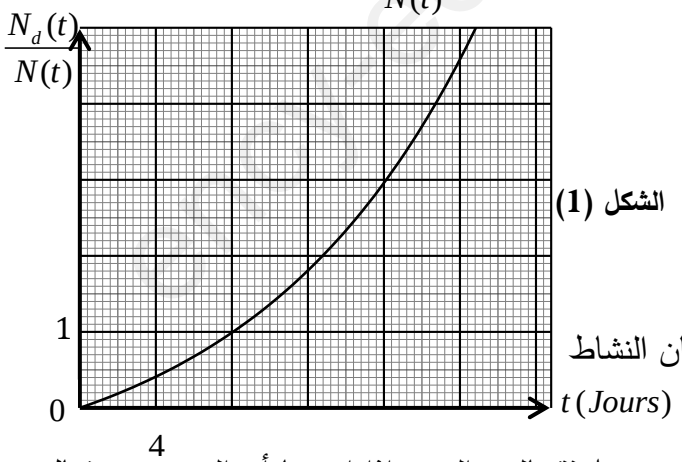
1. نواة اليود $^{131}_{53}I$ مشعة ينتج عن تفككها نواة الكزينون $^{A}_{Z}Xe$ في حالة إثارة وفق نمط تفكك β^- .

أ– اكتب معادلة التفاعل النووي الحادث، وعيّن قيمتي كل من A و Z .

ب–عند رجوع النواة الناتجة المثارة إلى حالتها الأساسية تبعث إشعاعات شديدة النفاذية.

– اكتب معادلة تحولها النووي مع تحديد نوع النشاط الإشعاعي.

2. من أجل تحديد زمن نصف العمر لنواة $^{131}_{53}I$ نستعمل المنحنى البياني $\frac{N_d(t)}{N(t)} = f(t)$ الممثل في **الشكل(1)**.



الشكل (1)

أ– اكتب عبارة التناقص الإشعاعي $N(t)$ بدلالة N_0 ، λ و t .

ب– استنتج عبارة الأنوية المتفككة $N_d(t)$ بدلالة N_0 ، λ و t.

ج– أثبت من العلاقات السابقة أن: $\frac{N_d(t)}{N(t)} = e^{\lambda t} - 1$.

د– اعتمادا على **الشكل (1)** حدد زمن نصف العمر $t_{\frac{1}{2}}$ لنواة $^{131}_{53}I$.

3. نعتبر أن المنطقة تلوثت إشعاعيا باليود $^{131}_{53}I$ فقط بحيث كان النشاط الإشعاعي آنذاك $A_0 = 1,76\times10^9\,GBq$.

أ– حدّد التاريخ الذي نعتبر فيه أن هذه المنطقة أصبحت غير ملوثة باليود المشع إذا اعتبرنا أن المنبع غير فعال عندما يبلغ نشاطه الإشعاعي $1Bq$.

www.ency-education.com

4. تتفكك نواة السيزيوم $^{137}_{55}Cs$ إلى نواة الباريوم $^{137}_{56}Ba$ مع إصدار إشعاع $^{A}_{Z}X$ ، زمن نصف عمرها يساوي: $t_{\frac{1}{2}} = 30,1\ ans$.

يصل التلوث النووي لمنطقة مساحتها $10000\ Km^2$، حيث كان النشاط الإشعاعي يساوي $555\ KBq$ لكل $1\ m^2$.

أ- اكتب معادلة تفكك نواة $^{137}_{55}Cs$ مع تحديد نمط الإشعاع.

ب - احسب عدد الأنوية $^{137}_{55}Cs$ لكل $1\ m^2$.

ج - احسب كتلة السيزيوم 137 بالكيلوغرام (Kg) الموجودة في المساحة $10000\ Km^2$.

5. إذا علمت أن منظمة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري (UNSCEAR) تشترط ألا يتعدى النشاط الإشعاعي الحد الأدنى، والذي يساوي $37\ KBq.m^{-2}$.

- حدّد التاريخ الذي تصبح فيه المنطقة قابلة للاستخدام.

المعطيات: $1an \approx 365\ jours$ ، $N_A = 6,023\times10^{23}\ mol^{-1}$ ، $1GBq = 10^9\ Bq$.

التمرين الثاني: (04 نقاط)

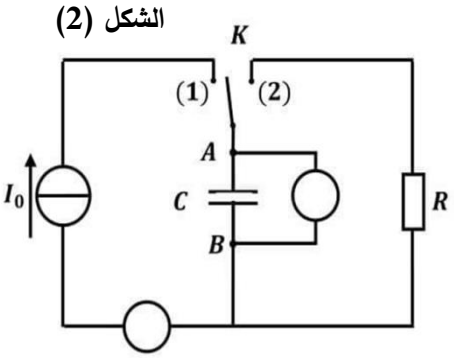
كثير من التجهيزات الالكترونية مثل التليفزيون، الحاسوب، الهاتف، آلة التصوير... تحتوي في دارتها على مكثفات.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد سعة المكثفة تجريبيا ثم دراسة تفريغها في ناقل أومي.

لهذا الغرض نقوم بتحقيق التركيب التجريبي الممثل في **الشكل (2)** الذي يحتوي على:

- مولد للتيار يعطي تيارا ثابتا شدته $I_0 = 0,5mA$.
- مكثفة فارغة سعتها C.
- ناقل أومي مقاومته R، أمبير متر، فولط متر، كرونومتر وبادلة K.

الشكل (2)



في اللحظة $t = 0$ وضعنا البادلة في الوضع (1)، وبعد مدة زمنية غيرنا وضع البادلة إلى(2)، بواسطة جهاز فولط متر، كرونومتر وبرمجية إعلام آلي تمكنا من رسم المنحنى البياني $u_c = f(t)$ الممثل لتغيرات التوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t **(الشكل (3))**.

البادلة في الوضع (1):

1. أتمم **الشكل (2)** مبينا عليه موضع كل من جهاز الفولط متر والأمبير متر والتوتر u_c.

2. أعط العلاقة بين I_0 ، t ، C و u_c.

3. اعتمادا على **الشكل (3)** حدد:

أ - قيمة سعة المكثفة C.

ب- قيمة التوتر الأعظمي U_0 وأحسب الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة.

البادلة في الوضع (2):

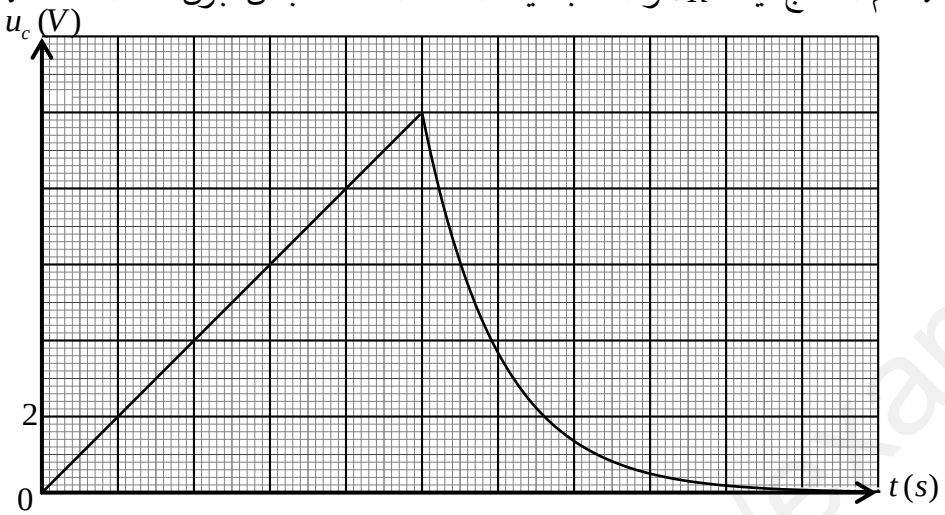
1. حدد اللحظة الزمنية t' التي نغير فيها وضع البادلة إلى الوضع(2).

2. بتطبيق قانون جمع التوترات، جد المعادلة التفاضلية للتوتر بين طرفي المكثفة u_c.

www.ency-education.com

3. تقبل المعادلة التفاضلية حلا من الشكل: $u_c(t) = A.e^{-\alpha(t-t')}$ ، حيث A و α ثابتين يطلب تعيين عبارتيهما بدلالة ثوابت الدارة الكهربائية المدروسة.

4. حدد ثابت الزمن τ ، ثم استنتج قيمة R . و احسب قيمة الطاقة الضائعة بفعل جول عند اللحظة $t = \tau$.



الشكل (3)

التمرين الثالث: (05 نقاط)

غاز الهيدروجين شفاف، عديم اللون والرائحة، لا يذوب في الماء ويحضر مخبريا عن طريق تفاعل بين محلول حمضي ومعدن.

يهدف هذا التمرين إلى المتابعة الحركية لتفاعل عن طريق الضغط واستنتاج الشروط التجريبية.

المعطيات:

- تجرى القياسات عند درجة حرارة ثابتة حيث: $T(K) = \theta°C + 273$ و اعتبار كل الغازات مثالية.
- $M(Zn) = 65,4\,g/mol$. - ثابت الغازات المثالية $R = 8,31\,SI$.

لدراسة التحول الحادث بين معدن الزنك $Zn_{(s)}$ ومحلول مائي لحمض الكبريت $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$ عن طريق قياس الضغط نضع في حوجلة حجمها $V = 1L$ ومجهزة بسدادة كتلة $m = 2,94\,g$ من مسحوق الزنك ثم ندخل لاقط قياس الضغط عبر السدادة فيشير إلى القيمة P_0 .

1. في اللحظة $t = 0$ وعند درجة حرارة T ، نصب في الحوجلة بواسطة سحاحة حجما $V_0 = 200mL$ من محلول مائي لحمض الكبريت تركيزه بشوارد H_3O^+ يساوي $[H_3O^+] = C_0$. ينمذج التحول الحادث بالمعادلة:

$$Zn_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

أ- أنجز جدولا لتقدم التفاعل.

ب- بين أن الضغط الكلي داخل الحوجلة يعرف بدلالة التقدم x بالعبارة: $P = \frac{RT}{V_g}.x + \alpha$ ،

حيث α ثابت يطلب تعيين عبارته ومدلوله العلمي.

2. النتائج التجريبية المسجلة مكنتنا من رسم البيانين 1 و2 الموضحين في **الشكلين (4) و(5)** على التوالي:

البيان 1 يمثل $P = f(x)$ تغير الضغط الكلي داخل الحوجلة بدلالة تقدم التفاعل.

البيان 2 يمثل $n(H_3O^+) = g(t)$ تغير كمية مادة شوارد الهيدرونيوم بدلالة الزمن.

www.ency-education.com

1.2 – اعتمادا على البيان (1):

أ– جد قيمة كل من: قيمة الضغط عند نهاية التفاعل P_f ، قيمة التقدم الأعظمي x_{max} واستنتج المتفاعل المحد.

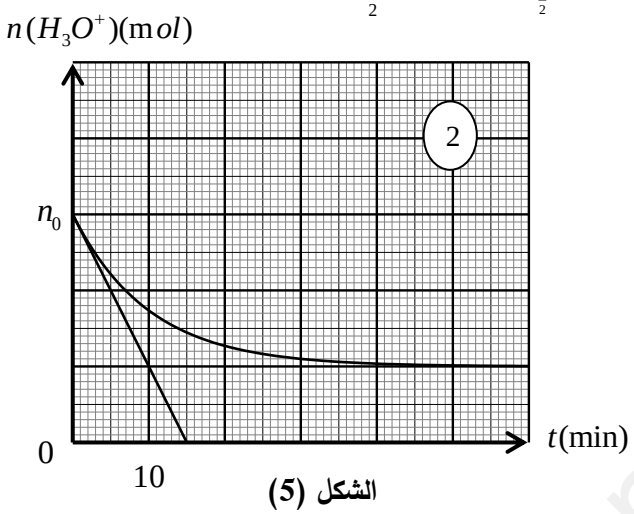
ب– أكتب العبارة البيانية للبيان (1) ثم استنتج قيمة كل من: الثابت α ودرجة حرارة الوسط T بـ $°C$.

2.2 – انطلاقا من جدول التقدم واعتمادا على البيان (2):

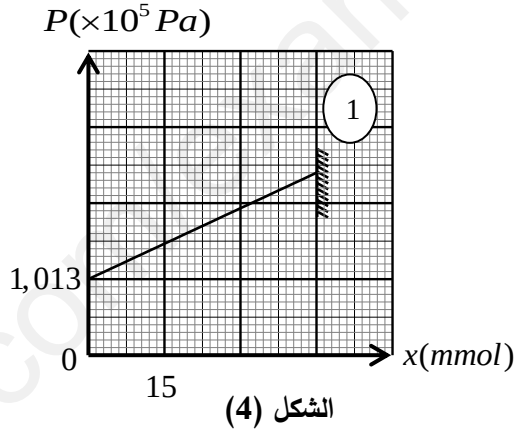
أ– بين أن: $n_0(H_3O^+)=3x_{max}$ ثم أحسب قيمته واستنتج قيمة C_0 .

ب– احسب السرعة الحجمية الأعظمية لاختفاء شوارد الهيدريونيوم ثم استنتج السرعة الحجمية للتفاعل عند نفس اللحظة.

ج– عرف زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$ ثم برهن أن: $n_{t_{\frac{1}{2}}}(H_3O^+)=\frac{n_0+n_f}{2}$ ، جد قيمة $t_{\frac{1}{2}}$.



الشكل (5)



الشكل (4)

التمرين التجريبي: (06 نقاط)

اهتم العالم الإيطالي غاليلي بدراسة حركة سقوط أجسام مختلفة، وقد تمت هذه الدراسات بتحرير أجسام من ارتفاعات مختلفة.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة السقوط الحر لكرة على سطح القمر والسقوط الشاقولي الحقيقي لها على سطح الأرض.

I. تم تصوير شريط فيديو لحركة السقوط الشاقولي الحر لكرة على سطح القمر، وعند تحليل الشريط حصلنا على مخطط سرعة الكرة $v=f(t)$ ، **الشكل (6)**، بحيث ننسب حركتها لمرجع مرتبط بسطح القمر ونعتبره غاليليا ومرتبط بمحور شاقولي $(z'z)$ موجه نحو سطح القمر.

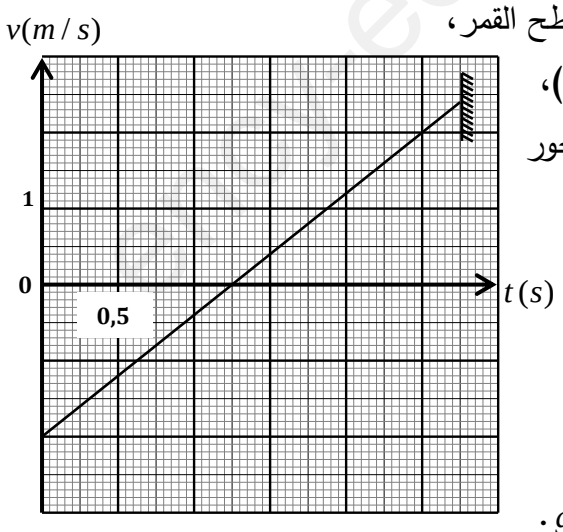
1. في أية جهة قذفت الكرة؟ علّل.

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع السابق:

– عبر عن تسارع الكرة بدلالة تسارع الثقالة g_L بجوار سطح القمر.

3. اكتب المعادلة الزمنية للسّرعة $v=f(t)$.

4. احسب قيمة g_L وقارنها مع شدة تسارع الثقالة على سطح الأرض g .



الشكل (6)

www.ency-education.com

5. قذفت الكرة من المبدأ O للمحور الذي يبعد عن سطح القمر بالمسافة $z_0 = 0,5m$ عند اللحظة $t = 0$.

أ- جد المعادلة الزمنية للحركة $z = f(t)$ منسوبة للمحور (zz').

ب-جد بطريقتين مختلفتين المسافة الكلية التي قطعتها الكرة من لحظة قذفها حتى لحظة وصولها لسطح القمر.

II. الكرة السابقة عبارة عن كرة مطاطية مملوءة بغاز ثاني أكسيد الكربون كتلتها m ونصف قطرها $r = 10cm$ ، بإهمال كتلة المطاط أمام كتلة الغاز.

نترك هذه الكرة تسقط بدون سرعة ابتدائية شاقوليا من ارتفاع h عن سطح الأرض، تخضع الكرة أثناء سقوطها لتأثير الهواء الذي ننمذجه في قوة احتكاك مائع شدتها $f = kv^2$ وشعاعها معاكس لشعاع السرعة، ودافعة أرخميدس $F_A = m_0 g$ ، حيث m_0 هي كتلة الهواء المنزاح من طرف الكرة.

ننسب حركة الكرة لمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مرتبط بمحور شاقولي موجه نحو الأسفل $(z'z)$.

1- تكتسب الكرة بعد مدة زمنية سرعة حدية v_L:

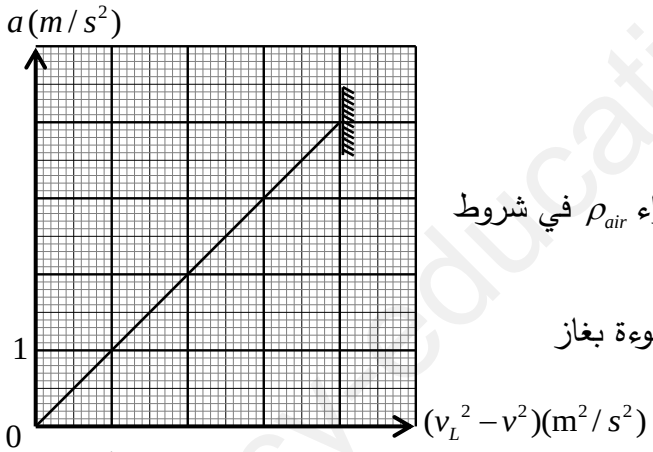
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن المعادلة التفاضلية تكتب من الشكل: $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v^2 = \frac{k}{m}v_L^{\ 2}$

2- بواسطة تجهيز خاص وبرنامج معلوماتي تمكنا من تحديد سرعة الكرة في لحظات مختلفة وقيمة مشتق السرعة بالنسبة للزمن في تلك اللحظات، ثم مثلنا بيانيا $a = f(v_L^{\ 2} - v^2)$ ، حيث a هو التسارع اللحظي للكرة.

أ- احسب كتلة الكرة.

ب-اعتمادا على بيان **الشكل (7)**:

- احسب ثابت الاحتكاك k.
- احسب التسارع الابتدائي للكرة، ثم استنتج الكتلة الحجمية للهواء ρ_{air} في شروط التجربة واحسب السرعة الحدية للكرة.



الشكل (7)

3- نعيد نفس التجربة في نفس الشروط بكرة لها نفس الحجم مملوءة بغاز الهيليوم He.

- احسب شدة دافعة أرخميدس المؤثرة على الكرة.
- مثل القوى المؤثرة على الكرة عند اللحظة $t = 0$ ، ثم بعد انطلاقها.
- جد المعادلة التفاضلية لسرعة الكرة ثم احسب السرعة الحدية للكرة.

المعطيات: حجم الكرة: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ، تسارع الثقالة على سطح الأرض $g = 10m/s^2$

في شروط التجربة: الكتلة الحجمية للغازين: $\rho_{CO_2} = 1,87\,Kg/m^3$ ، $\rho_{He} = 0,17\,Kg/m^3$.

انتهى الموضوع الأول

www.ency-education.com

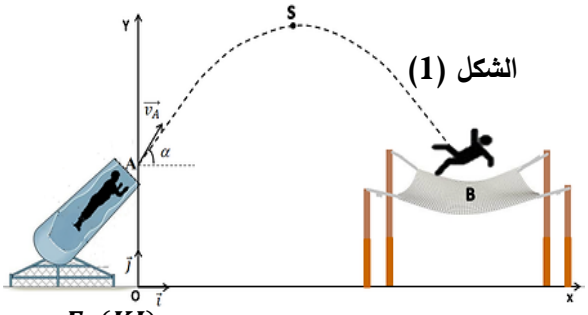
الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على 05 صفحات (من الصفحة 06 إلى الصفحة 10)

التمرين الأول: (05 نقاط)

المدفع البشري هو أداة يتمُّ فيها إخراج الشخص المجازف على شكل "قذيفة "من مدفع مصمّم خصيصًا ليسقط بعدها على شبكة أفقية انظر **الشكل (1)**.

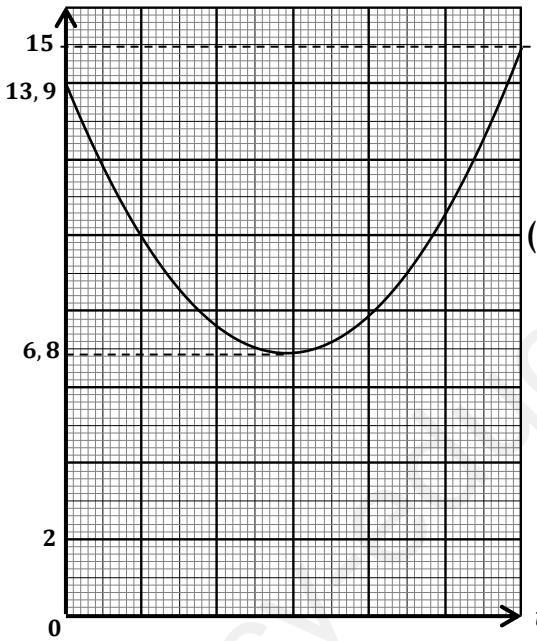
يهدف التمرين إلى دراسة حركة مركز عطالة المجازف باستعمال قوانين نيوتن ومبدأ انحفاظ الطاقة.



الشكل (1)

- كتلة المجازف $m = 70\,Kg$ ونأخذ $g = 9{,}8\,m \cdot s^{-2}$.
- تُهمل تأثيرات الهواء على المجازف.
- نعتبر سطح الأرض كمستوى مرجعي لقياس الارتفاعات.

عند اللحظة $t = 0s$ يُغادر المجازف المدفع من الموضع A الذي ارتفاعه $h_A = 6m$ عن سطح الأرض بسرعة ابتدائية v_A ليسقط على الشبكة في موضع B الذي ارتفاعه h_B، تتم الدراسة في المعلم $(o, \vec{i}, \vec{j})$ المرتبط بمرجع غاليلي.



الشكل (2)

1. حدد المرجع المناسب لدراسة حركة مركز عطالة المجازف.
2. اشرح العبارة التالية: "**تُهمل تأثيرات الهواء على المجازف**".
3. الدراسة التجريبية مكنت من رسم البيان الممثل لتغيرات الطاقة الحركية بدلالة الزمن $Ec = f(t)$. (**الشكل (2)**).

1.3. جد قيمة السرعة الابتدائية v_A لمركز عطالة المجازف.

2.3. الموضع S هو أقصى ارتفاع يصله المجازف.

- احسب قيمة السرعة v_S ثم استنتج زاوية القذف α.

3.3. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (مجازف + أرض):

- أوجد ارتفاع نقطة السقوط h_B .

4. للتأكد من الدراسة الطاقوية نلجأ إلى تطبيق القانون الثاني لنيوتن.

1.4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على المجازف جد المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ ثم استنتج معادلة المسار.

2.4. إذا علمت أن فاصلة نقطة السقوط هي $x_B = 42m$ ، تحقق من قيمة h_B المحسوبة سابقا.

5. تأكد أن سلم الرسم على محور الأزمنة يعطى بالشكل: $1cm \rightarrow 0{,}5s$

التمرين الثاني: (04 نقاط)

يتم تحرير الطاقة النووية من خلال تفاعلات نووية مفتعلة، وقد تم اكتشافها في الثلاثينات من القرن الماضي، أما اليوم فهي تعد مصدرا موثوقا لتوليد الطاقة الكهربائية والحرارية فرغم كل مزياها إلا أنّها تبقى مسبّبة للأضرار على البيئة والإنسان.

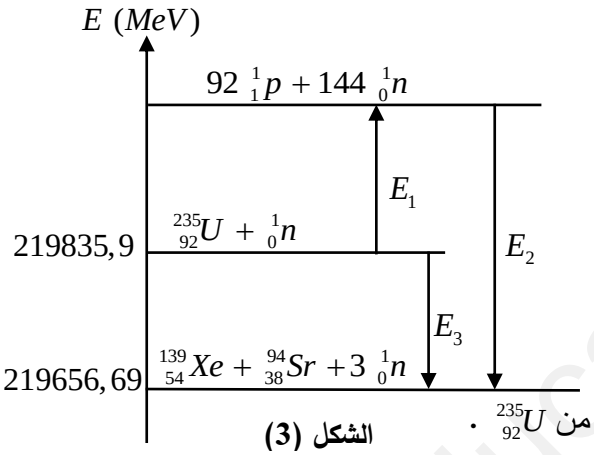
www.ency-education.com

يهدف هذا التمرين لدراسة مثالين عن استعمالات الطاقة المحررة للتفاعلات النووية المفتعلة.

المعطيات: $1MeV = 1,6\times10^{-13}\,J$ ، $m\,({}^{1}_{1}p) = 1,00728\,\mu$ ، $m\,({}^{1}_{0}n) = 1,00866\,\mu$ ، $1\mu = 931,5\,MeV/C^2$ ، $m\left({}^{A}_{Z}He\right) = 4,00138\,\mu$ ، $E_l\left({}^{3}_{1}H\right) = 8,57\,MeV$ ، $E_l\left({}^{2}_{1}H\right) = 2,23\,MeV$ ، $N_A = 6,02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ، $1MW = 10^6\,W$.

I- تم اكتشاف عنصر البولونيوم ${}^{210}_{84}Po$ عام 1889م من قبل العالمين بيار وماري كوري، وهو نادر الوجود في الطبيعة نشاطه الإشعاعي كبير جدّا، يمزج البولونيوم 210 مع البيريليوم ${}^{9}_{4}Be$ للحصول على نيترونات، حيث تصطدم الجسيمات α مع أنوية ${}^{9}_{4}Be$ فتنطلق نيترونات. هذه النيترونات يتم استعمالها لقذف أنوية اليورانيوم ${}^{235}_{92}U$، الطاقة المحرّرة من هذا التفاعل الأخير يتم استغلالها لتزويد الغواصة النووية لانتقالها في عمق البحار. أحد هذه التفاعلات يمكن كتابته على الشكل التالي:

$$ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{139}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 3\,{}^{1}_{0}n $$



الشكل (3)

1- يدعى تفاعل الانشطار النووي **تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا**، اشرح.

2- يمثّل **الشكل (3)** مخطّط الحصيلة الطاقوية للتفاعل السابق:

أ- ماذا يمثّل كل مقدار من المقادير E_1، E_2 و E_3.

ب- استنتج قيمة الطّاقة المحرّرة من هذا التّفاعل.

ج- إذا فرضنا أنّ المفاعل النّووي للغواصة يحوّل كلّ الطّاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية، وأنّ استطاعة المفاعل $P = 15\,MW$:

-جد باليوم المدّة الزّمنية التي تستهلك خلالها الغواصة كتلة قدرها $m = 27\,g$ من ${}^{235}_{92}U$.

II- يتنبأ علماء الذّرة حاليا أنّ وقود المفاعلات النووية المستقبلية في تفاعلات الاندماج هو خليط مكون من الديتريوم (D) نواته ${}^{2}_{1}H$ و التريتيوم (T) نواته ${}^{3}_{1}H$ وفق معادلة التفاعل النووي:

$$ {}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{A}_{Z}He + {}^{1}_{0}n $$

1- باستعمال قوانين الانحفاظ أوجد قيمة العددين A و Z.

2- عرّف تفاعل الاندماج النووي.

3- احسب طاقة الربط للنواة ${}^{A}_{Z}He$.

4- رتّب الأنوية: ${}^{A}_{Z}He$ ، ${}^{3}_{1}H$ و ${}^{2}_{1}H$ من الأقلّ إلى الأكثر استقرار. علّل.

5- احسب بـ MeV الطّاقة المحرّرة عند اندماج نواتي ${}^{2}_{1}H$ و ${}^{3}_{1}H$.

6- احسب الطاقة المحررة لكل نكليون لتفاعلي الانشطار والاندماج النووين السابقين.

7- يتم التفكير حاليا في انتاج الطاقة من تفاعل الاندماج بدل الانشطار فأيّهما أفضل؟ علّل.

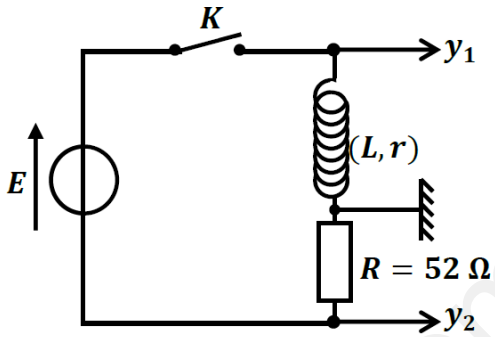
www.ency-education.com

التمرين الثالث: (05 نقاط)

تمكّن الفيزيائي الأمريكي جوزيف هنري من التعرف على الظواهر المرتبطة بوجود الوشيعة في دارة كهربائية وتمكّن من اكتشاف ذاتيتها في سنة 1932م ولتشريفه أعطي اسم هنري (Henry) لوحدتها.

يهدف هذا التمرين لدراسة خصائص ثنائي القطب RL أثناء غلق وفتح القاطعة.

في حصة الأنشطة التجريبية طلب أستاذ من أفواج التلاميذ تركيب الدارة الكهربائية الموضّحة في **الشكل (4)** لدراسة استجابة ثنائي القطب RL للرتبة توتر أثناء غلق وفتح القاطعة (K) وذلك بواسطة راسم اهتزاز مهبطي.



الشكل (4)

I. غلق القاطعة:

1- أثناء متابعة الأستاذ لعمل الأفواج لاحظ على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي **الشكل (5)**:

أ- ماذا يمثل كل منحنى؟

ب- أحد المنحنيين لا يؤكّد الظاهرة الملاحظة، عيّنه ثمّ بيّن ما يجب على أعضاء الفوج القيام به لتصحيح الخلل، كيف يصبح **الشكل (5)** بعدئذ؟ مثّله بشكل كيفي.

2- بتطبيق قانون جمع التّوترات،

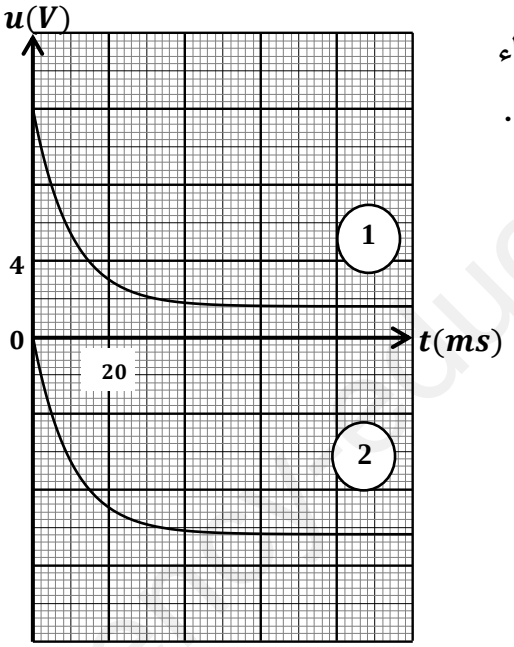
- استخرج المعادلة التفاضلية بدلالة التّوتر بين طرفي الوشيعة u_B.

3- المعادلة التفاضلية السابقة، تقبل حلّا من الشّكل: $u_B(t)=A.(r+R.e^{\alpha.t})$

حيث A و α ثوابت موجبة يطلب تعيين عبارتها بدلالة مميّزات الدّارة.

4- بالاعتماد على المنحنيات البيانية الممثّلة في **الشكل (5)**، استنتج القيم:

- E القوة الكهربائية للمولّد
- r المقاومة الدّاخلية للوشيعة.
- L ذاتية الوشيعة.



الشكل (5)

II. فتح القاطعة:

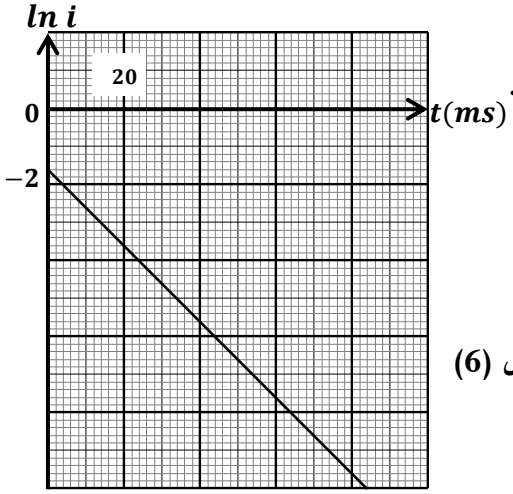
تفاجأ أعضاء أحد الأفواج بحدوث شرارة كهربائية لحظة فتح القاطعة.

1- وضّح سبب ذلك.

2- كيف يمكن تفادي حدوث ذلك عمليّا؟ موضّحا ذلك على الدّارة السّابقة.

www.ency-education.com

3- بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي وبرمجية إعلام آلي تحصلنا على المنحنى البياني الممثّل في **الشكل (6)**.



الشكل (6)

تعطى عبارة شدّة التّيار اللحظية بالعبارة التالية: $i(t)=I_0.e^{-t/\tau}$.

أ- بالاعتماد على البيان جد قيمة كلّ من ثابت الزّمن τ وشدّة التّيار الأعظمية I_0.

ب- احسب قيمة الطّاقة المخزنة في الوشيعة لحظة فتح القاطعة.

ج- كم تصبح قيمة هذه الطاقة بعد مرور $80\,ms$ من فتح القاطعة؟ علّل.

التمرين التجريبي: (06 نقاط)

تستعمل بعض الأحماض الكربوكسيلية كمواد حافظة للأغذية مثل الأجبان، المشروبات والمعلّبات...، كما تستعمل في تحضير بعض العطور، مستحضرات التّجميل وبعض الأدوية.

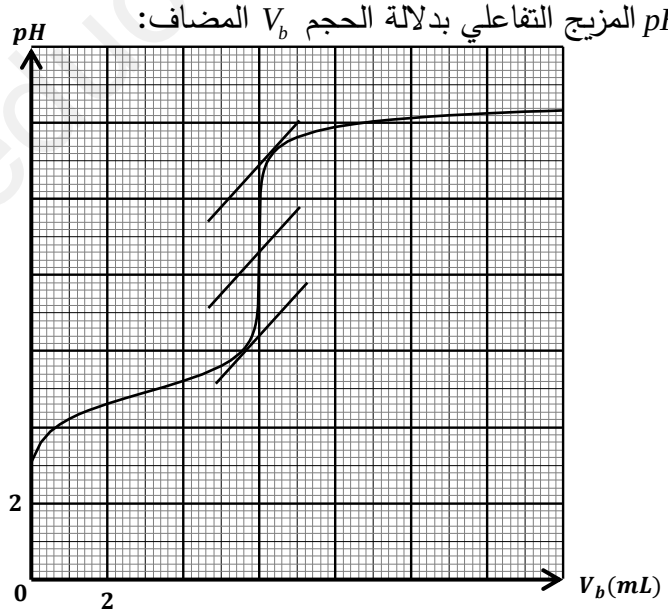
المرحلة 01: دراسة تفاعل محلول حمض البروبانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

المعطيات: تمت القياسات عند درجة حرارة $25^{\circ}C$

- الجداء الشاردي للماء: $Ke=10^{-14}$
- ثابت الحموضة للثنائية $pKa\left(C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-\right)=4,9$

بهدف إيجاد التركيز المولي C_a لمحلول مائي (S_a) لحمض البروبانويك $C_2H_5COOH_{(aq)}$ نعاير حجما $V_a=5mL$ منه بواسطة محلول مائي (S_b) لهيدروكسيد الصّوديوم $\left(Na^+ + HO^-\right)_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_b=5,0\times10^{-2}\,mol/L$.

يوضّح **الشكل (7)** تغيرات قيم pH المزيج التفاعلي بدلالة الحجم V_b المضاف:



الشكل (7)

www.ency-education.com

1- ارسم مخطّط المعايرة مع تحديد البيانات.

2- اكتب معادلة تفاعل المعايرة، ثم أنجز جدول التقدم.

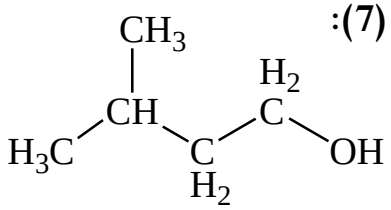
3- احسب التركيز المولي C_a للمحلول (S_a).

4- أثبت أنّ نسبة التّقدم النهائي تعطى بالعبارة: $\tau_f = 1 - \frac{10^{pH_E - 14}(Va + V_{bE})}{C_b.V_{bE}}$ ثم احسب قيمتها. ماذا تستنتج؟

5- استنتج النّوع الكيميائي الغالب للثنائية $(C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-)$ عند نقطة التكافؤ.

المرحلة 02: تصنيع إيثانوات الإيزوميل المستعملة في صناعة العطور (تفاعل حمض الإيثانويك مع 3-ميثيل بوتان-1-ول)

المعطيات: الصيغة الجزيئية نصف المفصلة للكحول المستعمل موضحة في **الشكل (7)**:



الشكل (7)

- كثافة حمض الإيثانويك (حمض الخل) المستعمل $d_1 = 1,05$
- كثافة الكحول **(3-ميثيل بوتان-1-ول) المستعمل** $d_2 = 0,81$
- الكتلة الحجمية للماء $\rho_{eau} = 1 g/mL$ و $d = \frac{\rho_l}{\rho_{eau}}$.
- الكتلة المولية الجزيئية لحمض الإيثانويك $M_1 = 60 g/mol$
- الكتلة المولية الجزيئية للكحول المستعمل $M_2 = 88 g/mol$
- الكتلة المولية الجزيئية للأستر المتشكّل $M_E = 130 g/mol$

نمزج حجما $V_1 = 30 mL$ من حمض الإيثانويك CH_3COOH مع حجم $V_2 = 20 mL$ من الكحول وقطرات من حمض الكبريت المركّز، ونضيف للمزيج قطع من حجر الخفان، ونسخّن المزيج لمدّة كافية بالارتداد.

1- ما هو الهدف من التّسخين بالارتداد ومن إضافة حمض الكبريت المركّز.

2- احسب كمية المادة الابتدائية لكل من الحمض n_{01} والكحول n_{02}.

3- اكتب معادلة التفاعل باستخدام الصيغ نصف المفصلة ثمّ أعط التّسمية النظامية للأستر الناتج.

4- أنجز جدولا لتقدّم التفاعل، ثمّ استنتج التّقدم الأعظمي x_{max}.

5- إنّ حجم الاستر النّاتج تجريبيا هو $V_E = 27 mL$، استنتج مردود التّفاعل علما أنّ كثافة الاستر النّاتج $d_E = 0,87$.

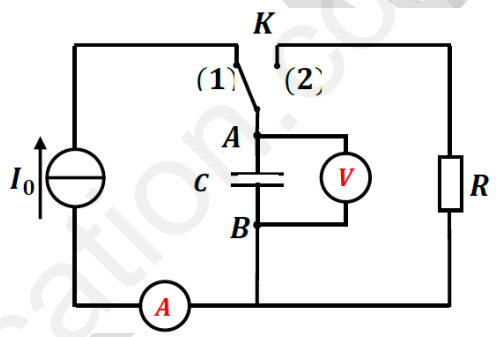
6- اذكر طريقة تمكّننا من تحسين مردود التّفاعل.

بالتوفيق في شهادة البكالوريا

www.ency-education.com

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع
التمرين الأول (05 نقاط) 1- أ- معادلة التفاعل النووي الحادث: ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}Xe^{*} + {}^{0}_{-1}e$. بتطبيق قوانين صودي للانحفاظ نجد: $A=131$ و $Z=54$ فتصبح المعادلة: ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe^{*} + {}^{0}_{-1}e$	0,5	
ب- معادلة التحول النووي: ${}^{131}_{54}Xe^{*} \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{0}\gamma$ نمط الاشعاع γ (اشعاع كهرومغناطيسي)	0,5	
2- أ- عبارة التناقص الإشعاعي: $N(t)=N_0.e^{-\lambda t}$	0,25	
ب- عبارة الأنوية المتفككة: $N_d(t)=N_0-N_0.e^{-\lambda t}=N_0.\left(1-e^{-\lambda t}\right)$	0,25	
ج- اثبات العلاقة: $\frac{N_d(t)}{N(t)}=e^{\lambda t}-1$: من العلاقات السابقة: $\frac{N_d(t)}{N(t)}=\frac{\cancel{N_0}.\left(1-e^{-\lambda t}\right)}{\cancel{N_0}.e^{-\lambda t}}=\frac{1-e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}}\times\frac{e^{\lambda t}}{e^{\lambda t}}$ ومنه $\frac{N_d(t)}{N(t)}=e^{\lambda t}-1$ وهو المطلوب.	0,25	
د- تحديد نصف عمر النواة $t_{1/2}$: $\frac{N_d(t_{1/2})}{N(t_{1/2})}=e^{\lambda t_{1/2}}-1=e^{\frac{\ln 2}{\cancel{t_{1/2}}}.\cancel{t_{1/2}}}-1=2-1=1$. بالإسقاط على المنحنى نجد: $t_{1/2}=8\,Jours$	0,5	
3- أ- التاريخ الذي نعتبر فيه أن هذه المنطقة أصبحت غير ملوثة: النشاط الإشعاعي يعطى بالعلاقة: $A(t)=A_0.e^{-\lambda t}$ ومنه $\frac{A(t)}{A_0}=e^{-\lambda t}=e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t}$ اذن: $t=\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\times\ln\frac{A_0}{A(t)}$ بالتعويض: $t=\ln\left(\frac{1,76\times10^{9}\times10^{9}}{1}\right)\times\frac{8}{\ln 2}=484,88\,Jours$ اذن: $t\approx1an,4mois$ ومنه يمكن اعتبار المنطقة غير ملوثة بتاريخ: 13 جوان 1961.	0,5	
4- أ- معادلة تفكك نواة السيزيوم ${}^{137}_{55}Cs$: ${}^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{A}_{Z}X$ بتطبيق قوانين صودي للانحفاظ نجد: $A=0$ و $Z=-1$ فتصبح المعادلة: ${}^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e$ - نمط الاشعاع هو: β^{-}	0,75	
ب- حساب عدد الأنوية لكلّ $1m^2$: لدينا: $A=\lambda\times N$ حيث: $\lambda=\frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ ومنه: $N=\frac{A}{\lambda}=\frac{A\times t_{1/2}}{\ln 2}$ بالتعويض: $N=\frac{555\times10^{3}\times30,1\times365\times24\times3600}{\ln 2}$ اذن: عدد الأنوية لكل $1m^2$ هو: $N=7,6\times10^{14}\ noyaux$.	0,5	

www.ency-education.com

ج- حساب كتلة السيزيوم 137 الموجودة في المساحة $10000\ Km^2$: نحسب أولا كتلة السيزيوم 137 الموجودة في المساحة $1\ m^2$: نعلم أنّ $m'=\frac{N}{N_A}\times M\left({}^{137}Cs\right)$ بالتعويض: $m'=\frac{7,6\times10^{14}}{6,02\times10^{23}}\times137$ ومنه $m'=1,73\times10^{-7}\,g=1,73\times10^{-10}\,Kg$. نحسب كتلة السيزيوم 137 الموجودة في المساحة $10000\ Km^2$: $\begin{cases}1\ m^2 \rightarrow m'=1,73\times10^{-10}\,Kg\\10000\times10^6\ m^2 \rightarrow m(Kg)\end{cases}$ ومنه $m=\frac{10000\times10^6\times1,73\times10^{-10}}{1}$ أي: $m=1,73\,Kg$.	0,5	
5- تحديد التاريخ الذي تصبح فيه المنطقة قابلة للاستخدام: لدينا: $A(t)=A_0.e^{-\lambda t}$ ومنه $t=\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\times\ln\frac{A_0}{A(t)}$ بالتعويض: $t=\frac{30,1}{\ln 2}\times\ln\left(\frac{555\times10^3}{37\times10^3}\right)=117,6\,ans$ اذن: $t\approx117\,ans,7\,mois,6\,Jours$ ومنه تصبح المنطقة صالحة للاستخدام بتاريخ: 19 سبتمبر 2077.	0,5	
التمرين الثاني (04 نقاط) **البادلة في الوضع (01):** **1-** إتمام الشكل:  	0,5	
2- العلاقة بين I_0 ، t ، C و u_c: نعلم أن: $q=I_0\times t$ و $q=C.u_c$ ومنه: $u_c=\frac{q}{C}=\frac{I_0\times t}{C}$ و بالتالي: $u_c=\frac{I_0}{C}.t....(1)$.	0,25	
3- أ-إيجاد قيمة سعة المكثفة C: العبارة البيانية: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل: $u_c=a.t$ حيث $a=0,1$ ومنه نكتب: $u_c=0,1.t...(2)$. بالمطابقة بين (1) و (2) نجد: $\frac{I_0}{C}=0,1$ وبالتالي نجد: $C=\frac{I_0}{0,1}=\frac{0,5\times10^{-3}}{0,1}$ ومنه $C=5\times10^{-3}\ F$.	0,5	
ج- قيمة التوتر الأعظمي U_0: - بالإسقاط على البيان نجد: $U_0=10V$. حساب الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة: - لدينا: $E_0=\frac{1}{2}.C.U_0^2$ بالتعويض: $E_0=\frac{1}{2}.\left(5\times10^{-3}\right).10^2$ ومنه $E_0=0,25\,J$	0,5	

www.ency-education.com

البادلة في الوضع (2):

1– تحديد اللحظة الزمنية t' التي نغير فيها وضع البادلة إلى الوضع(2): من البيان: $t'=100\,s$ — 0,25

2– المعادلة التفاضلية للتوتر بين طرفي المكثفة u_c:

بتطبيق قانون جمع التوترات: $u_c+u_R=0$ أي: $u_c+R.i=0$ علما أنّ $i=\frac{dq}{dt}=\frac{d(C.u_c)}{dt}=C.\frac{du_c}{dt}$

بالتعويض والضرب في $\left(\frac{1}{RC}\right)$ نجد المعادلة التفاضلية المطلوبة: $\frac{du_c}{dt}+\frac{1}{RC}.u_c=0$ — 0,5

3– تعيين عبارة الثابتين A و α بدلالة ثوابت الدارة الكهربائية المدروسة:

لدينا: $u_c(t)=A.e^{-\alpha(t-t')}....(*)$ ومنه بالاشتقاق: $\frac{du_c}{dt}=-\alpha.A.e^{-\alpha(t-t')}....(**)$

بتعويض (*) و (**) في المعادلة التفاضلية نجد: $-\alpha.A.e^{-\alpha(t-t')}+\frac{1}{RC}.A.e^{-\alpha(t-t')}=0$

ومنه $A.e^{-\alpha(t-t')}\left(-\alpha+\frac{1}{RC}\right)=0$ اذن: $\alpha=\frac{1}{RC}$

وعند اللحظة: $t=t'$: $u_c(t')=A.e^0=U_0$ ومنه $A=U_0$. — 0,75

4– تحديد ثابت الزمن τ:

عند اللحظة $t=\tau$: $u_c(\tau)=0,37\times10=3,7V$ بالإسقاط على المنحنى نجد: $\tau=20\,s$.

– استنتاج قيمة R: نعلم أنّ $\tau=R.C$ ومنه $R=\frac{\tau}{C}$ بالتعويض نجد: $R=\frac{20}{5\times10^{-3}}=4\,K\Omega$.

– حساب قيمة الطاقة الضائعة بفعل جول عند اللحظة $t=\tau$: $E_{lib}=E_{max}-E(\tau)=E_0-\frac{1}{2}.C.u_c(\tau)$

لدينا من البيان: $u_c(\tau)=3,6V$ ومنه بالتعويض نجد: $E_{lib}=0,25-\frac{5\times10^{-3}\times3,6^2}{2}$ اذن: $E_{lib}=0,2\,J$ — 0,75

التمرين الثالث: (05 نقاط)

1– أ– جدول تقدم التفاعل: — 0,25

معادلة التفاعل		$Zn_{(s)}$	$+\ 2H_3O^+_{(aq)}$	$=\ Zn^{2+}_{(aq)}$	$+\ H_{2(g)}$	$+\ 2H_2O_{(l)}$
ح ج	التقدم (mol)	كميات المادة				
$t=0$	$x=0$	$n_0(Zn)$	$n_0(H_3O^+)$	0	0	بوفرة
t	x	$n_0(Zn)-x$	$n_0(H_3O^+)-2x$	x	x	بوفرة
t_f	x_m	$n_0(Zn)-x_m$	$n_0(H_3O^+)-2x_m$	x_m	x_m	بوفرة

ب– إثبات أنّ: $P=\frac{RT}{V_g}.x+\alpha$:

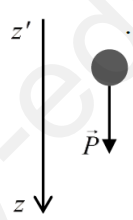
الضغط الكلي داخل الحوجلة هو: $P=P_g+P_0$

لدينا من قانون الغازات المثالية: $P_{H_2}.V_{H_2}=n_{H_2}.R.T$ ومنه: $P_g=\frac{n_{H_2}.R.T}{V_g}$ ومن جدول التقدم: $n_{H_2}=x$ — 0,75

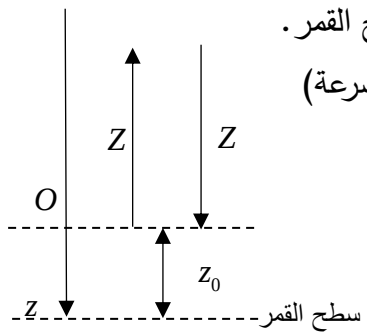
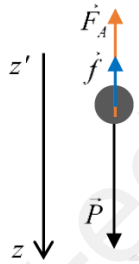
www.ency-education.com

		بالتعويض نجد: $P_g=\frac{R.T}{V_g}.x$ ومنه: $P=\frac{R.T}{V_g}.x+P_0...(1)$. بالمطابقة بين (1) والعلاقة المعطاة نجد : $P_0=\alpha$ وهي تمثل الضغط الجوي في الحوجلة قبل بداية التفاعل P_{atm} .
	0,75	2-1- اعتمادا على البيان (1): أ- قيمة الضغط عند نهاية التفاعل P_f : $P_f=2,4\times1,013\times10^5$ ومنه $P_f=2,43\times10^5\ Pa$. قيمة التقدم الأعظمي x_{max} : $x_m=3\times15$ ومنه: $x_m=45mmol=4,5\times10^{-2}\ mol$. استنتاج المتفاعل المحد: اذا كان Zn متفاعل محدّ يكون: $n_0(Zn)-x_m=0$ يعني أنّ $n_0(Zn)=x_m$ ولدينا: $n_0(Zn)=\frac{m}{M}=\frac{2,94}{65,4}=0,00449\,mol$ اذن: $n_0(Zn)=x_m=0,0045\,mol$ ومنه المتفاعل المحد هو Zn .
	0,75	ب- العبارة البيانية للبيان (1): البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل: $P=a.x+b$ حيث a ميل البيان. حسابه: $a=\frac{(2,4312-1,013)\times10^5}{0,045-0}=31,51\times10^5\ Pa/mol$ و $b=1,013\times10^5\ Pa$ ومنه معادلة البيان: $P=31,51\times10^5.x+1,013\times10^5....(2)$ استنتاج قيمة كل من: الثابت α ودرجة حرارة الوسط T: بالمطابقة بين العبارة النظرية (1) والعبارة البيانية (2) نجد: $\alpha=1,013\times10^5\ Pa$ و $\frac{R.T}{V_g}=a$ اذن $T=\frac{a\times V_g}{R}$ بالتعويض نجد: $T=\frac{31,51\times10^5\times(1-0,2)\times10^{-3}}{8,31}$ ومنه $T=303,34K=30,34\,^\circ C$
	0,75	2.2 - انطلاقا من جدول التقدم واعتمادا على البيان (2): أ- اثبات أنّ: $n_0(H_3O^+)=3x_{max}$: لدينا من جدول التقدم: $n_f(H_3O^+)=n_0(H_3O^+)-2x_m$ ومنه: $x_m=\frac{n_0-n_f}{2}....(*)$ ومن البيان نلاحظ أنّ $n_f=\frac{n_0}{3}$. بالتعويض في (*) نجد: $x_m=\frac{1}{2}\times\left(n_0-\frac{n_0}{3}\right)=\frac{1}{\cancel{2}}\times\frac{\cancel{2}.n_0}{3}$ ومنه: $n_0(H_3O^+)=3x_m$ وهو المطلوب. حساب قيمته: $n_0(H_3O^+)=3.x_m=3\times0,045$ ومنه $n_0(H_3O^+)=1,35\times10^{-2}\ mol$. استنتاج قيمة C_0 : $n_0(H_3O^+)=[H_3O^+]\times V=C_0\times V$ ومنه $C_0=\frac{n_0(H_3O^+)}{V}=\frac{1,35\times10^{-2}}{0,2}$ اذن: $C_0=0,675\,mol/L$

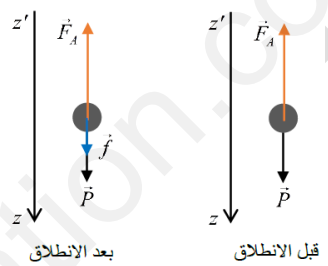
www.ency-education.com

	0,75	ب- حساب السرعة الحجمية الأعظمية لاختفاء شوارد الهيدريونيوم أي عند $t=0\min$: لدينا: $v_{Vol(H_3O^+)}(t=0)=-\frac{1}{V}.\left(\frac{dn(H_3O^+)}{dt}\right)_{t=0}$ ومنه: $v_{Vol(H_3O^+)}(t=0)=-\frac{1}{0,2}.\left(\frac{0-0,135}{15-0}\right)$ اذن: $v_{Vol(H_3O^+)}(t=0)=4,5\times10^{-2}\ mol/L.\min$ استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل عند نفس اللحظة: لدينا: $v_{Vol}(t=0)=\frac{1}{2}.v_{Vol(H_3O^+)}(t=0)$ ومنه $v_{Vo}(t=0)=\frac{(4,5\times10^{-2})}{2}$ اذن: $v_{Vo}(t=0)=2,25\times10^{-2}\ mol/L.\min$.
	1	ج- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لبلوغ التقدم التفاعل نصف قيمته الأعظمية. - اثبات العلاقة $n_{t_{1/2}}(H_3O^+)=\frac{n_0+n_f}{2}$: لدينا من جدول التقدم: $n_f(H_3O^+)=n_0-2x_m$ ومنه: $x_m=\frac{n_0-n_f}{2}$ لما $t=t_{1/2}$: $n_{t_{1/2}}(H_3O^+)=n_0-\cancel{2}\times\frac{x_m}{\cancel{2}}=n_0-x_m=n_0-\frac{n_0-n_f}{2}=\frac{2n_0-n_0+n_f}{2}$ ومنه $n_{t_{1/2}}(H_3O^+)=\frac{n_0+n_f}{2}$.وهو المطلوب. قيمته: $n_{t_{1/2}}(H_3O^+)=\frac{0,135+0,045}{2}=0,09\,mol$ بالإسقاط على البيان نجد: $t_{1/2}=7\min$.
	0,5	**التمرين التجريبي: (06 نقاط)** **I- 1-** بما أنّ عند اللحظة $t=0s$ إشارة سرعة الكرة سالبة (البيان)، إذن قذفت الكرة نحو الأعلى. لأنّ (zz') موجه نحو الأسفل.
	0,5	**2-** التعبير عن تسارع الكرة بدلالة تسارع الثقالة g_L بجوار سطح القمر: بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع السابق: $\sum\vec{F}_{ext}=m.\vec{a}$ ومنه $\vec{P}=m.\vec{a}$ بالإسقاط على المحور (zz') نجد: $P=m.a$ ومنه: $\cancel{m}.g_L=\cancel{m}.a$ ومنه: $a=g_L$. 
	0,25	**3-** كتابة المعادلة الزمنية للسّرعة $v=f(t)$: $v(t)=g_L.t+v_0$ ومن الشروط الابتدائية $(t=0:\ v_0=-2m/s)$ ومنه $v(t)=g_L.t-2$
	0,25	**4-** حساب قيمة g_L : البيان $v=f(t)$ عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل $v=\alpha.t+\beta$. حيث α هو الميل، حسابه: $\alpha=\frac{0-(-2)}{2,5\times0,5-0}=1,6$ و $\beta=-2$ ومنه تصبح المعادلة: $v=1,6.t-2$ بالمطابقة مع العبارة النظرية نجد: $g_L=1,6$

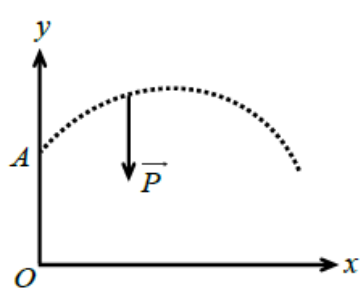
www.ency-education.com

المقارنة بين g و g_L : $\frac{g}{g_L}=\frac{10}{1,6}=6,3$ ومنه: $g \rangle g_L$	0,25	
5–أ– المعادلة الزمنية للحركة $z=f(t)$: $z(t)=\frac{1}{2}g_L.t^2-2.t+z_0$ ومن الشروط الابتدائية $(t=0 : z_0=0m)$ ومنه $z(t)=\frac{1}{2}g_L.t^2-2.t$ بالتعويض نجد: $z(t)=0,8.t^2-2.t$	0,25	
ب– المسافة الكلية التي قطعتها الكرة من لحظة قذفها حتى لحظة وصولها لسطح القمر: الطريقة 01: المسافة تمثل المساحة المحصورة بين محور الزمن والمستقيم $v=f(t)$: $d=\frac{2\times(2,5\times2)}{2}+\frac{2,4\times(3\times0,5)}{2}=1,25+1,8$ ومنه $d=3,05m$. الطريقة 02: الكرة تصعد نحو الأعلى ثم تتوقف لتعود من جديد إلى سطح القمر. حساب مسافة الصعود: من البيان زمن الصعود هو: $t=1,25s$ (تنعدم السرعة) بالتعويض في المعادلة الزمنية للحركة: $Z=0,8.(1,25)^2-2.(1,25)$ اذن $Z=-1,25m$ (عكس جهة المحور). ومنه : $d=2.Z+z_0$ اذن $d=2\times1,25+0,5$ فنجد : $d=3m$  	0,5	
II- 1– إثبات أن المعادلة التفاضلية تكتب من الشكل: $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}v^2=\frac{k}{m}v_L^2$ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (كرة) في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مرتبط بمحور شاقولي موجه نحو الأسفل (zz') : $\sum\vec{F_{ext}}=m.\vec{a}$ ومنه: $\vec{P}+\vec{F_A}+\vec{f}=m.\vec{a}$ بالإسقاط وفق المحور (zz') نجد: $P-F_A-f=m.a$ ومنه $mg-m_0.g-kv^2=m.\frac{dv}{dt}$ اذن نكتب: $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}.v^2=g\left(1-\frac{m_0}{m}\right)...(1)$ لما $v=v_L$ يكون $\frac{dv}{dt}=0$ ومنه $\frac{k}{m}.v_L^2=g\left(1-\frac{m_0}{m}\right)$ اذن: $v_L^2=\frac{m}{k}.g\left(1-\frac{m_0}{m}\right)$ بالتعويض في (1) نجد: $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}.v^2=\frac{k}{m}.v_L^2$ وهو المطلوب.  	0,5	
2– أ– حساب كتلة الكرة: $m=\rho_{CO_2}.V=1,87\times\frac{4}{3}\times3,14\times(0,1)^3$ ومنه $m=7,83\times10^{-3}Kg$	0,25	
ب– حساب ثابت الاحتكاك k : العبارة البيانية: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل $a=\alpha.(v_L^2-v^2)$. حيث α هو الميل، حسابه: $\alpha=1$. العبارة النظرية: لدينا من (1) : $\frac{dv}{dt}=a=\frac{k}{m}.(v_L^2-v^2)$. بالمطابقة بين العبارتين نجد: $\frac{k}{m}=1$ ومنه $k=7,83\times10^{-3}Kg/m$.	1,25	

www.ency-education.com

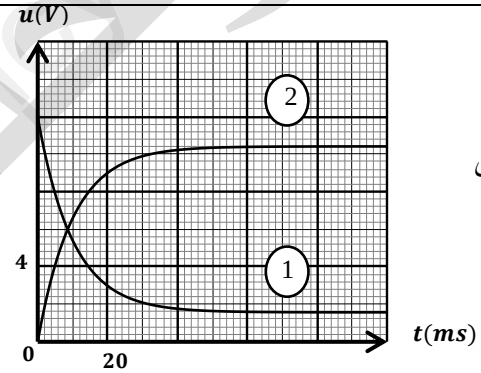
		-حساب التسارع الابتدائي للكرة: أكبر قيمة للتسارع هي التسارع الابتدائي. حيث: $a_0=\left.\frac{dv}{dt}\right\|_{t=0}=\frac{k}{m}.\left(v_L^2-\cancel{v_0^2}\right)=\frac{k}{m}.v_L^2$ ومنه $a_0=\frac{7,83\times10^{-3}}{7,83\times10^{-3}}\times(4)$ من البيان: $a_0=4m/s^2$. - استنتاج الكتلة الحجمية للهواء ρ_{air} في شروط التجربة: $a_0=g\left(1-\frac{\rho_{air}.\cancel{V}}{\rho_{CO_2}.\cancel{V}}\right)=g\left(1-\frac{\rho_{air}}{\rho_{CO_2}}\right)$ ومنه $\frac{\rho_{air}}{\rho_{CO_2}}=1-\frac{a_0}{g}$ اذن $\rho_{air}=\rho_{CO_2}.\left(1-\frac{a_0}{g}\right)=1,87\times0,6$ وبالتالي: $\rho_{air}=1,12\,Kg/m^3$. - حساب السرعة الحدية للكرة: وجدنا سابقا: $a_0=\frac{k}{m}.v_L^2$ ومنه $v_L=\sqrt{\frac{a_0.m}{k}}=\sqrt{4}$ اذن: $v_L=2m/s$
	0,25	**-3** - حساب شدة دافعة أرخميدس المؤثرة على الكرة: $F_A=\rho_{air}\times V_g\times g$ اذن: $F_A=1,12\times4,18\times10^{-2}$ ومنه $F_A=4,68\times10^{-2}\,N$.
	0,5	- تمثيل القوى المؤثرة على الكرة عند اللحظة $t=0$ ، ثم بعد انطلاقها: $P'=m'.g=\rho_{He}.V.g\,0,17\times4,18\times10^{-3}\times10=7,1\times10^{-3}\,N$ بما أنّ $P'\rangle F_A$: الكرة تصعد نحو الأعلى. 
	0,5	- ايجاد المعادلة التفاضلية لسرعة الكرة: تطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (كرة) في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مرتبط بمحور شاقولي موجه نحو الأسفل (zz') : $\sum\overrightarrow{F_{ext}}=m.\vec{a}$ ومنه: $\vec{P}+\vec{F_A}+\vec{f}=m.\vec{a}$ بالإسقاط وفق المحور (zz') نجد: $P-F_A+f=m'.a$ حيث m' هي كتلة الكرة وهي مملوءة بالهيليوم. ومنه $m'g-m_0.g+kv^2=m'.\frac{dv}{dt}$ اذن المعادلة التفاضلية هي: $\frac{dv}{dt}-\frac{k}{m'}.v^2=g\left(1-\frac{m_0}{m'}\right)$
	0,25	- حساب السرعة الحدية للكرة: لما $v=v_L$ تكون: $\frac{dv}{dt}=0$ أي: $-\frac{k}{m'}.v_L^2=g\left(1-\frac{m_0}{m'}\right)$ اذن $v_L^2=-\frac{m'.g}{k}\left(1-\frac{m_0}{m'}\right)=-\frac{7,1\times10^{-3}}{7,83\times10^{-3}}\times\left(1-\frac{1,12}{0,17}\right)=5$ ومنه: $v_L=2,23m/s$

www.ency-education.com

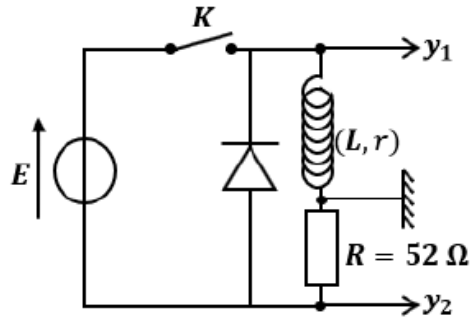
عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع
التمرين الأول (05 نقاط) 1- المرجع المناسب لدراسة حركة مركز عطالة المجازف: المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا.	0,25	
2- شرح العبارة: "**تُهمل تأثيرات الهواء على المجازف**": المجازف يخضع لتأثير ثقله فقط (سقوط حر).	0,25	
3-1- ايجاد قيمة السرعة الابتدائية v_A لمركز عطالة المجازف: $Ec_A=\frac{1}{2}.m.v_A^2$ ومنه: $v_A^2=\frac{2Ec_A}{m}$ أي أنّ: $v_A=\sqrt{\frac{2Ec_A}{m}}$ و من البيان نجد: $Ec_A=13,9KJ$ إذن: $v_A=\sqrt{\frac{2\times13,9\times10^3}{70}}$ وبالتالي: $v_A=19,93m/s$	0,5	
3-2- حساب قيمة السرعة v_S : $Ec_S=\frac{1}{2}.m.v_S^2$ ومنه: $v_S^2=\frac{2Ec_S}{m}$ أي أنّ: $v_S=\sqrt{\frac{2Ec_S}{m}}$ و من البيان نجد: $Ec_A=6,8KJ$ إذن: $v_A=\sqrt{\frac{2\times6,8\times10^3}{70}}$ وبالتالي: $v_A=13,94m/s$	0,25	
- استنتاج قيمة زاوية القذف α : $\cos\alpha=\frac{v_{Ax}}{v_A}$ حيث: $v_{Ax}=v_S$ لإن عند الموضع S يكون $v_y=0$ و السرعة وفق المحور $(\overrightarrow{Ox})$ ثابتة إذن: $\alpha=\cos^{-1}\left(\frac{v_S}{v_A}\right)=\cos^{-1}\left(\frac{13,94}{19,93}\right)$ أي أنّ $\alpha=45,62^\circ$	0,25	
3-3- ايجاد ارتفاع نقطة السقوط h_B : بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (مجازف + أرض) بين الموضعين A و B : $Epp_B+Ec_B=Epp_A+Ec_A$ ومنه: $m.g.h_B=m.g.h_A+Ec_A-Ec_B$ وعليه: $h_B=h_A+\frac{Ec_A-Ec_B}{m.g}$ إذن: $h_B=6+\frac{(13,9-15)\times10^3}{70\times9,8}$ ومنه: $h_B=4,39m$.	0,5	
4-1- ايجاد المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$: - الجملة: مجازف - المرجع: سطحي أرضي نعتبره عطاليا. عند اللحظة $t=0$: $\begin{cases}x=0\\y=h_A\end{cases}$ و $v_A=\begin{cases}v_{Ax}=v_A.\cos\alpha\\v_{Ay}=v_A.\sin\alpha\end{cases}$ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\sum\overrightarrow{F_{ext}}=m.\vec{a}$ ومنه: $\vec{P}=m.\vec{a}$ بالإسقاط وفق المحور $(\overrightarrow{Ox})$ نجد: $m.a_x=0$ ومنه: $a_x=0$.  	0,5 0,5	

بالإسقاط وفق المحور $(\overrightarrow{Oy})$ نجد: $m.a_y=-g$ ومنه: $a_y=-g$.		
بمكاملة عبارتي a_x و a_y نجد: $\begin{cases} v_x(t)=v_A.\cos\alpha \\ v_y(t)=-g.t+v_A.\sin\alpha \end{cases}$	0,5	
بمكاملة عبارتي $v_x(t)$ و $v_y(t)$ نجد: $\begin{cases} x(t)=v_A.\cos\alpha.t \quad .....(1) \\ y(t)=-\frac{1}{2}g.t^2+v_A.\sin\alpha.t+h_A. \quad .....(2) \end{cases}$	0,5	
– استنتاج معادلة المسار: من العلاقة (1): $t=\frac{x}{v_A.\cos\alpha}$ و بالتعويض في العلاقة (2) نجد معادلة المسار: $y=-\frac{g}{2.v_A^2.\cos^2\alpha}.x^2+(\tan\alpha)x+h_A$	0,5	
4-2- التحقق من قيمة h_B : لدينا معادلة المسار: $y=-0,025.x^2+1,022x+6$ ، المجازف في الموضع $B(x_B=42\,,y_B)$ بالتعويض نجد: $y_B=-0,025.(42)^2+1,022(42)+6$ ومنه: $y_B=4,82\,m$	0,25	
5- التأكد أن سلم الرسم على محور الأزمنة يعطى بالشكل: $1cm \to 0,5s$ زمن وصول المجازف إلى الموضع B هو: $t_B=\frac{x_B}{v_A.\cos\alpha}=\frac{42}{19,93\times\cos(45,62)}=3s$ وهي ممثلة بـ $6cm$ يعني أنّ: $6cm \to 3s$ ، إذن: $1cm \to 0,5s$	0,25	
التمرين الثاني (04 نقاط) **I-1-** يطلق عليه تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا لأن النيترونات الناتجة عن الانشطار الأول تُحدث انشطارات أخرى.	0,25	
2- أ- المقادير E_1،E_2 و E_3 هي: E_1 : تمثل طاقة الربط لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ E_2 : تمثل مجموع طاقتي الربط للنواتين $^{94}_{38}Sr$،$^{139}_{54}Xe$ E_3 : تمثل الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار.	0,75	
ب- استنتاج قيمة الطّاقة المحرّرة من هذا التّفاعل: من المخطط $E_{lib}=E_1-E_2=219835,9-219656,69$ ومنه: $E_{lib}=179,21MeV$	0,25	
ج- إيجاد المدّة الزّمنية التي تستهلك خلالها الغواصة كتلة قدرها $m=27\,g$ من اليورانيوم $^{235}_{92}U$: نحسب أولا الطاقة المحررة من انشطار كتلة $m=27\,g$ من $^{235}_{92}U$: $E'_{lib}=N\times E_{lib}=\left(\frac{m}{M(^{235}U)}\times N_A\right)\times E_{lib}$ اذن نجد: $E'_{lib}=\left(\frac{27}{235}\times 6,02\times 10^{23}\right)\times 179,21MeV$ ومنه: $E'_{lib}=1,24\times 10^{25}\,MeV=1,984\times 10^{12}\,J$	0,25	

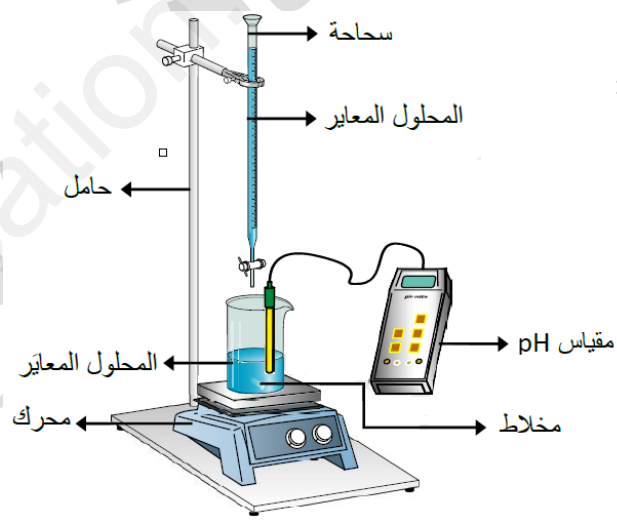
www.ency-education.com

	0,25	نعلم أنّ: $P=\frac{E}{t}$ ومنه: $t=\frac{E}{P}$ بالتعويض نجد: $t=\frac{1,984\times10^{12}}{15\times10^{6}}=1,32\times10^{5}\,s=1,51\,J$
	0,25	**II-1-** إيجاد قيمة العددين A و Z: $\begin{cases}2+3=A+1\\1+1=Z\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A=4\\Z=2\end{cases}$
	0.25	**2-** تفاعل الاندماج هو تفاعل نووي مفتعل يتم فيه التحام نواتين خفيفتين لتنتج نواة أثقل و أكثر استقرارا مع تحرير طاقة.
	0,25	**3-** حساب طاقة الربط للنواة ${}^{A}_{Z}He$: $E_l\left({}^{4}_{2}He\right)=\left(A.m_p+(A-Z).m_n-m({}^{4}_{2}He\right)\times C^2$ أي $E_l\left({}^{4}_{2}He\right)=\left(2\times1,00728+2\times1,00866-4,00138\right)\times931,5$ ومنه $E_l\left({}^{4}_{2}He\right)=28,41\,MeV$.
	0,5	**4-** ترتيب الأنوية: نحسب طاقة الربط لكل نوية: $\frac{E_l\left({}^{2}_{1}H\right)}{A}=\frac{2,23}{2}=1,115\,MeV$ ، $\frac{E_l\left({}^{3}_{1}H\right)}{A}=\frac{8,57}{3}=2,857\,MeV$ ، $\frac{E_l\left({}^{4}_{2}He\right)}{A}=\frac{28,41}{4}=7,103\,MeV$ ومنه النواة الأقل استقرار هي ${}^{2}_{1}H$ تليها نواة ${}^{3}_{1}H$ ثم نواة ${}^{4}_{2}He$ الأكثر استقرارا.
	0,25	**5-** حساب الطاقة المحررة عن اندماج نواتي ${}^{2}_{1}H$ و ${}^{3}_{1}H$: $E_{lib}=\left\|E_l({}^{2}_{1}H)+E_l({}^{3}_{1}H)-E_l({}^{4}_{2}He)\right\|$ $E_{lib}=\left\|2,23+8,57-28,41\right\|$ ومنه $E_{lib}=\left\|-17,6\right\|MeV$
	0,5	**6-** حساب الطاقة المحررة لكل نكليون لتفاعلي الانشطار والاندماج: الاندماج: $\frac{E_{lib}}{\sum A}=\frac{17,6}{2+3}=3,25\,MeV/nuc$ ، الانشطار: $\frac{E_{lib}}{\sum A}=\frac{179,21}{235}=0,76\,MeV/nuc$
	0,25	**7-** تفاعل الاندماج أفضل من تفاعل الانشطار: لأنّ تفاعل الاندماج يحرر طاقة أكبر بمشاركة عدد نويات أقل، له مخلفات إشعاعية أقل ووفرة في الوقود النووي.
	0,5	**التمرين الثالث: (05 نقاط)** **I-غلق القاطعة:** **1-** أ- المنحنيات: (1): التوتر بين طرفي الوشيعة u_b ، (2): التوتر بين طرفي الناقل الأومي u_R. عند غلق القاطعة، ينشأ التيار مع مرور الزمن مما يؤدي إلى تزايد التوتر بين طرفي الناقل الأومي $u_R=R.i$ ، وحسب قانون جمع التوترات، التوتر بين طرفي الوشيعة u_b يتناقص.
	0,5	**ب-** المشكلة الموجودة في التجربة: حسب ربط جهاز راسم الاهتزاز المهبطي، المدخل y_2 مربوط من جهة الكمون المنخفض للمولد، وعليه التوتر بين طرفي الناقل الأومي يظهر على الشاشة معكوس ومن أجل تصحيحه يجب الضغط على زر (INV) للمدخل y_2. فيصبح البيان: 
		2-المعادلة التفاضلية بدلالة التّوتر بين طرفي الوشيعة u_B:

www.ency-education.com

	0,5	بتطبيق قانون جمع التوترات نجد : $u_b+u_R=E$ ومنه $L.\frac{di}{dt}+(R+r).i=E....(*)$ من جهة أخرى لدينا $u_b+R.i=E$ ومنه $i=\frac{E-u_b}{R}$ بالاشتقاق نجد $\frac{di}{dt}=\frac{E}{R}-\frac{du_b}{dt}$ ، بتعويض i و di/dt في $(*)$ نجد: $L.\left(\frac{-1}{R}.\frac{du_b}{dt}\right)+(R+r).\left(\frac{E}{R}-\frac{1}{R}.u_b\right)=E$ نضرب طرفي المعادلة في $\left(-R/L\right)$: $\frac{du_b}{dt}+\frac{(R+r)}{L}.u_b=\frac{(R+r)}{L}.E-\frac{R}{L}.E$ ومنه نجد المعادلة التفاضلية : $\frac{du_b}{dt}+\frac{(R+r)}{L}.u_b=\frac{r}{L}.E....(**)$
	0,5	**3**– تعيين عبارتي A و α : لدينا: $u_B(t)=A.(r+R.e^{\alpha.t})$ بالاشتقاق نجد: $\frac{du_B}{dt}=A.R.\alpha.e^{\alpha.t}$ بتعويض عبارتي u_b و $\frac{du_B}{dt}$ في $(**)$ نجد: $A.R.\alpha.e^{\alpha.t}+\frac{(R+r)}{L}.(A.r+A.R.e^{\alpha.t})=\frac{r}{L}.E$ بعد عملتي النشر والتبسيط نجد: $A.R..e^{\alpha.t}\left(\alpha+\frac{R+r}{L}\right)+\frac{(R+r)}{L}.A.r=\frac{r}{L}.E$ ومنه: $\alpha=-\frac{R+r}{L}$ و $A=\frac{E}{R+r}$.
	0,75	**4**– استنتاج قيم: E ، r و L : قيمة E : $E=12V$ قيمة r : $\begin{cases}u_b(\infty)=r.I_0=1,6V\\u_R(\infty)=R.I_0=10,4V\end{cases}$ ومنه $\frac{u_b(\infty)}{u_R(\infty)}=\frac{r.I_0}{R.I_0}=\frac{1,6}{10,4}$ نجد: $r=\frac{52\times1,6}{10,4}$ ومنه: $r=8\Omega$ قيمة L : من البيان نجد: $\tau=10ms=10\times10^{-3}s$ ومن جهة أخرى: $\tau=\frac{L}{R+r}$ ومنه $L=(R+r)\times\tau$ بالتعويض نجد: $L=(52+8)\times10\times10^{-3}$ ومنه: $L=0,6H$.
	0,25	**II-فتح القاطعة:** **1**– التوضيح: حدوث شرارة كهربائية.
	0,5	**2**– تحديد حل المشكلة تجريبيا: يجب توصيل صمام ثنائي. 
		3–أ– إيجاد قيم كل من ثابت الزمن τ وشدة التيار الأعظمية I_0 :

www.ency-education.com

	0,75	–العبارة البيانية: البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل: $\ln i = a.t + b$ حيث a هو الميل. نجد: $a=-0,1$ و $b=-1,6$ ومنه: $\ln i = -0,1.t - 1,6 ....(1)$ –العبارة النظرية: لدينا: $i(t)=I_0.e^{-t/\tau}$ ومنه: $\ln i = \ln\left(I_0.e^{-t/\tau}\right) = -\frac{1}{\tau}.t + \ln I_0 ....(2)$ بالمطابقة بين (1) و (2) نجد: $\begin{cases} -\frac{1}{\tau} = -0,1 \\ \ln I_0 = -1,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \tau = 10\,ms \\ I_0 = e^{-1,6} = 0,2\,A \end{cases}$
	0,25	**ب**– حساب قيمة الطاقة المخزّنة في الوشيعة: نعلم أن عند فتح القاطعة: $i = I_0$ ومنه: $E_{m_0} = \frac{1}{2}.L.I_0^2 = 0,5\times 0,6\times 0,2^2$ اذن: $E_{m_0} = 0,012\,J$.
	0,5	**ج**– حساب قيمة الطاقة عند $t = 80\,ms$: لما $t = 80\,ms$: $\ln i = -9,6$ ومنه $i = e^{-9,6} = 6,77\times 10^{-5}\,A$ و منه: $E_{m_t} = 0,5\times 0,6\times\left(6,77\times 10^{-5}\right)^2$ إذن: $E_{m_t} = 1,37\times 10^{-9}\,J$ – تخزن الوشيعة طاقة كهرومغناطيسية عند مرور التيار الكهربائي و عند انقطاعه تستهلك تلك الطاقة في الناقل الأومي وفي مقاومتها الداخلية (فعل جول).
	0,25	**التمرين التجريبي: (06 نقاط)** **المرحلة 01:** **1**– مخطط المعايرة: 
	0,25	**2**– معادلة تفاعل المعايرة: $C_2H_5COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ – جدول التقدم:

معادلة التفاعل		$C_2H_5COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
ح ج	التقدم (mol)	كميات المادة			
$t=0$	$x=0$	$C_a.V_a$	$C_b.V_b$	0	بوفرة
t	x	$C_a.V_a - x$	$C_b.V_b - x$	x	بوفرة
t_f	x_E	$C_a.V_a - x_E$	$C_b.V_{bE} - x_E$	x_E	بوفرة

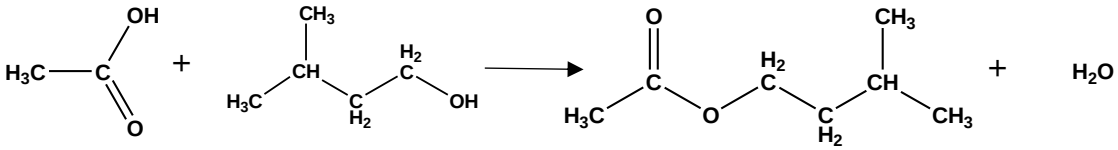
0,5

www.ency-education.com

	0,5	**3**– حساب التركيز المولي C_a للمحلول (S_a): – عند التكافؤ يكون: $C_a.V_a = C_b.V_{bE}$ ومنه $C_a = \frac{C_b.V_{bE}}{V_a}....(*)$ ومن البيان في الشكل(7) وبالإسقاط نجد احداثيات نقطة التكافؤ: $E\ (V_{bE} = 6mL,\ pH_E = 6,8)$ بالتعويض في $(*)$ نجد: $C_a = \frac{5,0\times10^{-2}\times6\times10^{-3}}{5\times10^{-3}}$ ومنه $C_a = 6\times10^{-2}\ mol/L$.
	0,75 0,25	**4**– اثبات العلاقة $\tau_f = 1 - \frac{10^{pH_E-14}(Va+V_{bE})}{C_b.V_{bE}}$: نعلم أنّ: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_E}{x_{max}}....(**)$ من جدول التقدم لدينا: $[HO^-]_f = \frac{n_f(HO^-)}{V_a+V_{bE}} = \frac{C_b.V_{bE}-x_E}{V_a+V_{bE}}$ ومن الجداء الشاردي للماء: $Ke = [HO^-]_f.[H_3O^+]_f$ اذن $[HO^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_E} = \frac{10^{-14}}{10^{-pH_E}}$ أي أنّ: $\frac{C_b.V_{bE}-x_E}{V_a+V_{bE}} = \frac{10^{-14}}{10^{-pH_E}}$ وبالتالي $\frac{10^{-14}}{10^{-pH_E}}.(V_a+V_{bE}) = (C_b.V_{bE}-x_E)$ نجد: $x_E = C_b.V_{bE} - 10^{pH_E-14}.(V_a+V_{bE})...(1)$ عند التكافؤ المزيج في شروط ستوكيومترية يعني أنّ: $x_{max} = C_bV_{bE}....(2)$ بتعويض (1) و (2) في $(**)$ نجد: $\tau_f = \frac{x_E}{x_{max}} = \frac{C_b.V_{bE}-10^{pH_E-14}.(V_a+V_{bE})}{C_bV_{bE}}$ ومنه $\tau_f = 1 - \frac{10^{pH_E-14}.(V_a+V_{bE})}{C_bV_{bE}}$ وهو المطلوب. – حساب قيمتها: $\tau_f = 1 - \frac{10^{8,6-14}.(5+6)}{5,0\times10^{-2}\times6} = 0,999 \approx 1$ ومنه تفاعل المعايرة تام.
	0,5	**5**– النوع الكيميائي الغالب عند التكافؤ: لدينا: $pH_E = pKa + \log\frac{[C_2H_5COO^-]_E}{[C_2H_5COOH]_E}$ ومنه $\frac{[C_2H_5COO^-]_E}{[C_2H_5COOH]_E} = 10^{pHE-pKa}$ بالتعويض نجد: $\frac{[C_2H_5COO^-]_E}{[C_2H_5COOH]_E} = 10^{8,6-4,9} = 5011,87$ أي $[C_2H_5COO^-]_E \rangle [C_2H_5COOH]_E$ ومنه عند التكافؤ تكون الصفة الأساسية هي الغالبة.
	0,25	**المرحلة 02:** **1**– الهدف من التسخين بالارتداد: تسريع التفاعل والحفاظ على كميات مادة المتفاعلات والنواتج. والهدف من إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز: تسريع التفاعل.
	0,5	**2**– حساب n_{01} و n_{02}: كمية المادة الابتدائية للحمض: $n_{01} = \frac{m_1}{M_1} = \frac{\rho_1.V_1}{M_1} = \frac{d_1.\rho_{eau}.V_1}{M_1} = \frac{1,05\times1\times30}{60}$ ومنه $n_{01} = 0,525\,mol$ كمية المادة الابتدائية للكحول: $n_{02} = \frac{m_2}{M_2} = \frac{\rho_2.V_2}{M_2} = \frac{d_2.\rho_{eau}.V_2}{M_2} = \frac{0,81\times1\times20}{88}$ ومنه $n_{02} = 0,184\,mol$

www.ency-education.com

3– معادلة التفاعل باستخدام الصيغ نصف المفصلة: 0,5



تسمية الاستر الناتج: ايثانوات 3–ميثيل البوتيل 0,25

4– جدول التقدم للتفاعل: 0,5

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)}+C_5H_{11}OH_{(aq)}=CH_3CO_2C_5H_{11(aq)}+H_2O_{(l)}$			
ح ج	التقدم (mol)	كميات المادة			
$t=0$	$x=0$	n_{01}	n_{02}	0	0
t	x	$n_{01}-x$	$n_{02}-x$	x	x
t_f	x_f	$n_{01}-x_f$	$n_{02}-x_f$	x_f	x_f

– إيجاد التقدم الأعظمي x_{max}: بما أنّ $n_{02} \langle n_{01}$ فإنّ : $x_{max}=0,184\,mol$. 0,25

5– استنتاج قيمة مردود التفاعل: 0,5

لدينا: $r\%=\frac{x_f}{x_{max}}=\frac{n_E}{x_{max}}=\frac{d_E.\rho_{eau}.V_E}{M_E.x_{max}}=\frac{0,87\times1\times27}{130\times0,184}\times100$ ومنه $r\%=98,2\%$

6– طريقة لتحسين مردود تفاعل الأسترة: 0,25

– عملية التقطير المجزأ (نزع الاستر أثناء تشكله).

– جهاز دين ستارك (نزع الماء أثناء تشكله).

– استعمال كلور الأسيل.

www.ency-education.com