امتحان البكالوريا التجريبي | ثانوية: شرايطية يوسف – العوانة–

دورة :ماي 2025 | ثانوية: مفدي زكرياء – سطيف–

الشعبة: علوم تجريبية | الأستاذتان: بشير الشريف، بورحلة

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية | المدة: 03 سا و 30 د

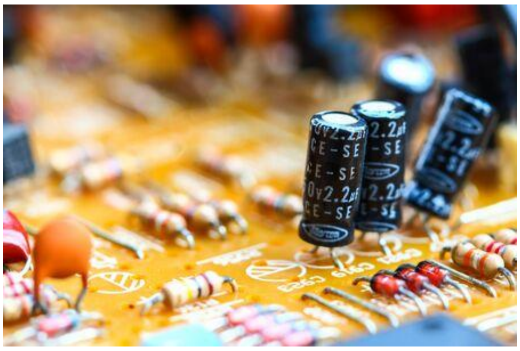
على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 01 من 08 إلى الصفحة 04 من 08)

الجزء الأول:(13 نقطة)

التمرين الأول:(07 نقاط)



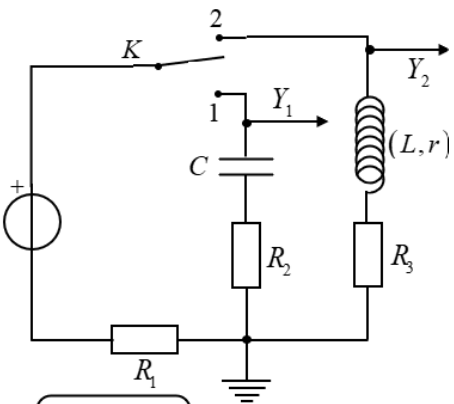
تحتوي الأجهزة الكهرومنزلية على وشائع، مكثفات ونواقل أومية.... ،

تختلف وظيفة كلّ منها حسب كيفية تركيبها ومجال استعمالها.

يهدف التمرين إلى دراسة تصرّف ثنائيات القطب (RC) و (RL)

من أجل هذا الغرض ننجز الدارة الكهربائية المبينة في **الشكل (1)**.

- مولد ذو توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E
- ثلاث نواقل أومية مقاومة كلّ منها $R_1 = 10\ \Omega$ ، R_2 و $R_3 = 8\ \Omega$.
- مكثفة غير مشحونة سعتها $C = 2000\ \mu F$
- وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r وبادلة K



الشكل (1)

I. في اللحظة $t=0$ نضع البادلة K في الوضع (1).

1. ماهي الظاهرة الكهربائية التي تحدث في الدارة؟

2. وضّح بأسهم الاتجاه الاصطلاحي للتيار واتجاه التوترات الكهربائية.

3. بتطبيق قانون جمع التوترات، أثبت أنّ المعادلة التفاضلية التّي يحقّقها التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة تكتب على الشكل: $\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{1}{R_{eq}.C}.u_C = \dfrac{E}{R_{eq}.C}$.

4. حلّ هذه المعادلة التفاضلية هو $u_C(t) = A + B.e^{-t/\tau}$ حيث τ ، A و B ثوابت يطلب تعيين عبارة كل منها.

5. أوجد العبارة اللّحظية لشدة التيار الكهربائي المار في الدّارة $i(t)$ ثمّ استنتج للتوتر الكهربائي $u_{R_2}(t)$.

II. عند شحن المكثفة كليّا في اللحظة $t = t'$ نضع البادلة K في الوضع (2) .

1. إذا علمت أنّ المعادلة التفاضلية التي يحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$ تكتب من الشكل التالي : $\dfrac{di}{dt} + \dfrac{R_1 + R_3 + r}{L}.i = \dfrac{E}{L}$:بيّن أنّ $i(t) = \dfrac{E}{R_1 + R_3 + r}.\left(1 - e^{-(t-t')/\tau'}\right)$ حلّ لها.

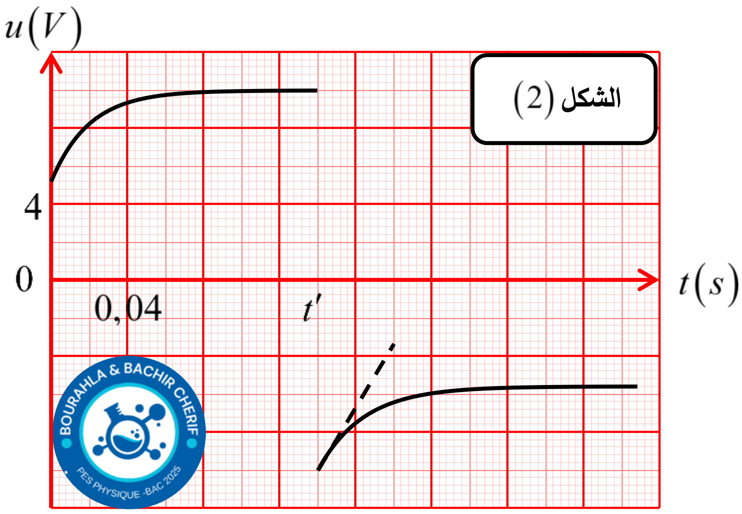
2. أوجد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الوشيعة $u_b(t)$ واستنتج عبارة التوتر الكهربائي $u_{R_3}(t)$.

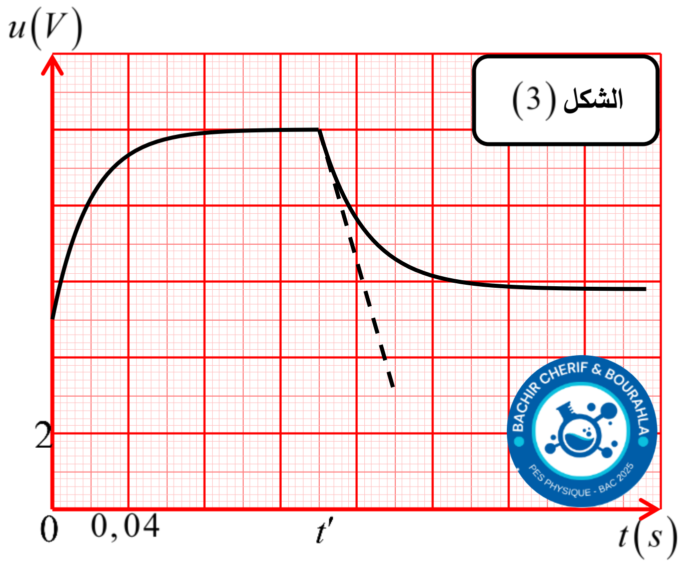
III. عند تحقيق التجربتين **(I)** و **(II)** ، وباستعمال راسم اهتزاز مهبطي موصول كما هو موضّح في الشكل (1) تمكّننا من معالجة منحنيات التوترات فتحصلنا على أحد **الشكلين (2)** أو **(3)**.

1. ماذا يمثّل المنحنيان المشاهدان بالمدخلين Y_1 و Y_2 لراسم الاهتزاز المهبطي؟

2. استنتج أي من الشكلين (2) أو (3) الذي يحقق التركيب الممثل في الشكل (1).

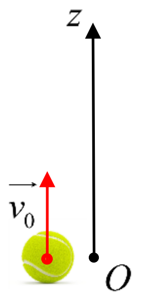
3. حدّد كل من القوة المحرّكة E، المقاومة R_2 ، المقاومة الداخلية للوشيعة r و ذاتيتها L.





التمرين الثاني:(04 نقاط)

خلال حصة الأعمال المخبرية قام التلاميذ بقذف كرة تنس نحو الأعلى في اللحظة $t=0$ بسرعة ابتدائية $\vec{v_0}$ من النقطة O نعتبرها مبدأ لمعلم شاقولي $(O,\vec{k})$ موجّه نحو الأعلى ومرتبط بمرجع عطالي مناسب كما هو موضّح في **الشكل (4)**.



الشكل (4)

تخضع الكرة خلال حركتها الشاقولية لثقلها $\vec{P}$ وقوة احتكاك $\vec{f}$ عبارتها من الشكل $\vec{f}=-k.\vec{v}$.

1. ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة الكرة، وما هو الشّرط اللّازم لاعتباره عطاليا؟

2. بيّن أنّ شدة دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$ مهملة أمام شدة قوة الثّقل $\vec{P}$.

3. مثّل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة خلال مرحلة الصّعود.

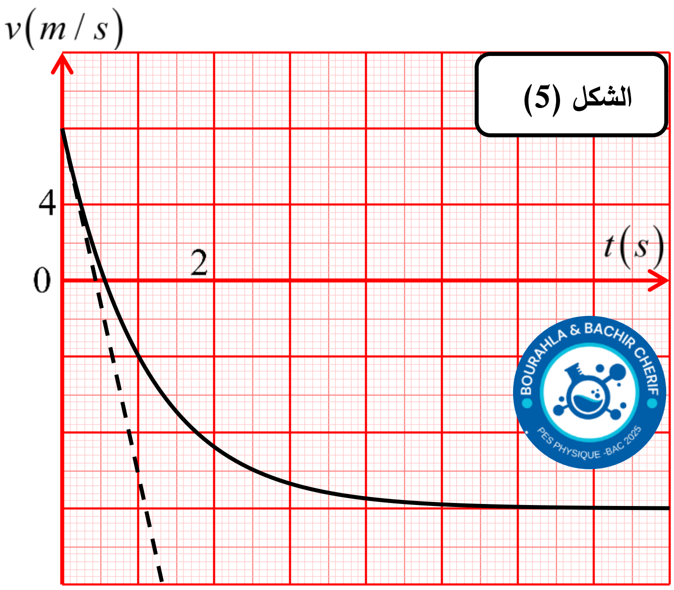
4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن،

– جد المعادلة التفاضلية المميزة لحركة الكرة بدلالة سرعتها $v(t)$.

5. جد عبارة السرعة الحدية $v_{\lim}$ للكرة بدلالة: k، g و m.

6. الدراسة التجريبية لحركة الكرة مكّنت من الحصول على المنحنى البياني **الشكل (5)** الممثّل لتطور سرعة الكرة $v(t)$ بدلالة الزمن.

– باستغلال البيان:



1.6. جد اللحظة التي تغيّر عندها الكرة جهة حركتها، ثم استنتج شدة تسارعها عند هذه اللحظة.

2.6. عدّد أطوار الحركة محدّدا طبيعتها في كل طور مع التعليل.

3.6. جد قيمة ثابت الزمن τ ثمّ استنتج قيمة ثابت الاحتكاك k .

4.6. جد قيمة السرعة الحدّية $v_{\lim}$ ثم احسب التسارع الابتدائي a_0 بطريقتين.

5.6. جد اللحظة التي يصبح عندها تسارع الكرة $a=-1,3\ m.s^{-2}$.

7. مثّل منحنى تطوّر تسارع الكرة بدلالة الزمن باستعمال السلم $1cm \rightarrow 1s$ و $1cm \rightarrow 4m/s^2$.

8. نملأ الكرة بالماء ثمّ نعيد التجربة بنفس الشروط. مثّل بشكل كيفي مع المنحنى السابق بيان تطور سرعة الكرة في هذه الحالة مع التّعليل.

معطيات:

كتلة الكرة $m=58\ g$	$\rho_{air}=1,29\ Kg.m^{-3}$	$g=10\ m.s^{-2}$	حجم الكرة $V=143,8\ cm^3$

الجزء الثاني:(07 نقاط)

التمرين التجريبي:(07 نقاط)

I− دراسة التحول الكيميائي بين محلول حمض الإيثانويك وشاردة هيدروجينوكربونات:

نضع في دورق مفرغ من الهواء حجما $V_1=60mL$ من محلول حمض الإيثانويك $CH_3COOH_{(aq)}$ تركيزه المولي C_1 ثم نضيف إليه حجما $V_2=20mL$ من محلول هيدروجينوكربونات الصوديوم $\left(Na^+,HCO_3^-\right)_{(aq)}$ تركيزه المولي C_2 حضِّر بإذابة كتلة قدرها $m=1,25g$ من كربونات الصوديوم الصلب $HCO_3Na_{(s)}$. عند مزج المحلولين نغلق الدورق بإحكام ثم نقيس ضغط الغاز الناتج خلال فترات زمنية مختلفة. ننمذج التحول التام الحادث بمعادلة التفاعل الكيميائي التالية: $CH_3COOH_{(aq)}+HCO^-_{3(aq)}=CH_3COO^-_{(aq)}+CO_{2(g)}+H_2O_{(\ell)}$

1. أحسب التركيز المولي C_2 ثم أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

تمت معالجة النتائج بواسطة برمجية خاصة فتحصلنا على المنحنيين $P_{CO_2}=f(t)$ و $y=g\left(P_{CO_2}\right)$ الممثلين في **الشكلين (6) و(7)** على الترتيب مع العلم أن: $y=\left[CH_3COOH\right]_t-\left[CH_3COO^-\right]_t$.

2. جد عبارة التقدم x بدلالة ضغط الغاز P_{CO_2} ، حجم الغاز V_{CO_2}،درجة الحرارة المطلقة T وثابت الغازات المثالية R .

3. أثبت أن عبارة y عند كل لحظة تعطى بالعلاقة: $y=\frac{C_1V_1}{V_T}-2\frac{V_{CO_2}}{V_T.R.T}P_{CO_2}$ حيث V_{CO_2} حجم الغاز مقدّرا بالـ m^3 .

4. اعتمادا على المنحنى $y=g\left(P_{CO_2}\right)$ حدّد حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون V_{CO_2} والتركيز المولي C_1 .

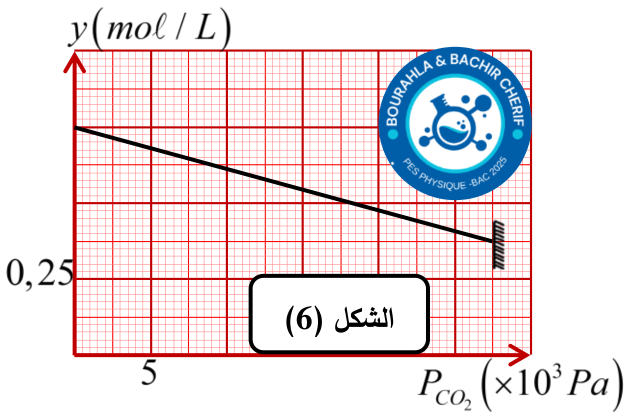
5. حدّد السلم الناقص من المنحنى البياني في **الشكل (8)**.

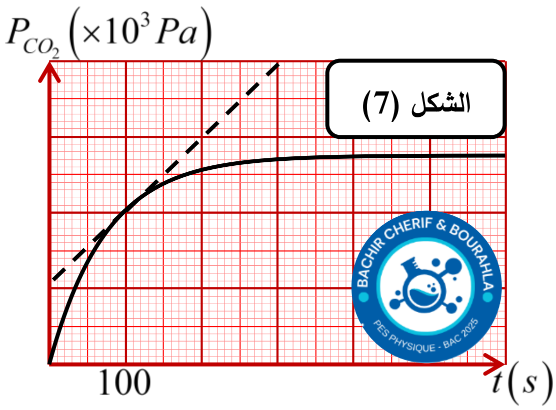
6. حدّد المتفاعل المحد ثم استنتج قيمة التقدم الأعظمي $x_{\max}$.

7. بيّن أن عبارة السرعة الحجمية تعطى بالعلاقة: $v_{vol}=\frac{V_{CO_2}}{V_T.R.T}.\frac{dP_{CO_2}}{dt}$ ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t=100s$.

8. حدّد قيمة الزمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

معطيات: $T=298K$ ، $R=8,314Pa.m^3/mo\ell.K$ ، $M_{HCO_3Na}=84g/mo\ell$





II- تفاعل حمض الإيثانويك مع البروبانول:

تحتوي الفواكه على أنواع كيميائية عضوية ذات نكهات متميزة تنتمي لمجموعة الأسترات، تستعمل الأسترات في الصناعة الغذائية ونظرا لقلة نسبها في الفواكه يتم اللجوء إلى تصنيعها.

لتتبع التطور الزمني لتكون أستر انطلاقا من حمض الإيثانويك CH_3COOH والبروبان-1-ول نحضر سبعة أنابيب اختبار مرقمة ونضع عند درجة حرارة ثابتة وعند اللحظة $t=0$ في كل أنبوب $n_1 = 1mol$ من حمض الإيثانويك و $n_2 = 1mol$ من البروبان-1-ول، نعاير تباعا بعد كل ساعة الحمض المتبقي في المجموعة الكيميائية مما يمكن من تتبع تطور كمية مادة الأستر الناتج (E).

1. أكتب باستعمال الصيغ نصف المفصلة معادلة تفاعل الأسترة الحاصل ثم سم الأستر الناتج (E).

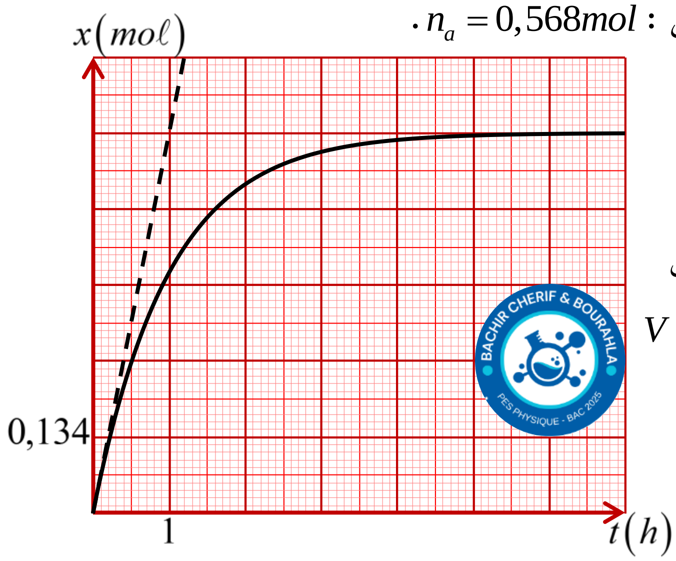
2. أنشئ جدول تقدم تفاعل الأسترة.

3. لمعايرة الحمض المتبقي في الأنبوب رقم 1، نسكب عند اللحظة $t=1h$ محتوى هذا الأنبوب في حوجلة عيارية، ثم نضيف إليه الماء المقطر المثلج للحصول على $V_0 = 100mL$ من مزيج (S)، نأخذ من (S) حجم $V_1 = 5mL$ ونسكبه في بيشر ثم نعايره بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_B = 1mol.L^{-1}$، فكان حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ هو $V_{BE} = 28,4mL$.

1.3. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل حمض- أساس الحاصل أثناء المعايرة.

2.3. بيّن أن كمية مادة الحمض المتبقي في الأنبوب رقم 1 هي : $n_a = 0,568mol$.

3.3. استنتج كمية مادة الأستر المتشكل.



4. مكّنت معايرة الحمض الموجود في الأنابيب السبعة من رسم المنحنى $x = f(t)$ الممثل في **الشكل (8)**.

1.4. أعط عبارة السرعة الحجمية v_{vol} لتفاعل الأسترة ثم احسب قيمتها الأعظمية علما أن حجم المزيج التفاعلي هو $V = 132,7mL$

2.4. عيّن قيمة زمن نصف التفاعل.

3.4. أحسب قيمة مردود التفاعل r.

4.4. أوجد قيمة ثابت التوازن لتفاعل الأسترة.

5. نضيف $n = 1mol$ من حمض الإيثانويك للمزيج الموجود في حالة التوازن، حدد جهة تطور الجملة الكيميائية وجد التركيب المولي للمزيج عند التوازن الكيميائي الجديد.

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 05 من 08 إلى الصفحة 08 من 08)

الجزء الأول: (13 نقطة)

التمرين الأول: (06 نقاط)

يرتكز إنتاج الطاقة في المفاعلات النووية على انشطار اليورانيوم 235 إلا أن تفاعلات الانشطار تخلف بعض الأنوية المشعة المضرة. تجري حاليا أبحاث حول كيفية تطوير إنتاج الطاقة باعتماد الاندماج النووي لنظائر عنصر الهيدروجين.

I– المخطط في **الشكل (1)** يمثّل منحنى أستون، الموضح عليه نوعين من التفاعلات المفتعلة لإنتاج الطاقة.

1. ماذا يمثّل منحنى أستون وما الفائدة منه؟

2. ماذا تتمثل المنطقة من المنحنى التي لها $50 < A < 75$ وبماذا تتميز؟

II– يؤدّي تفاعل الانشطار الذي يحدث إثر قذف النواة $^{235}_{92}U$ بنترون بطيء إلى إنتاج أنوية أكثر استقرارا ونيترونات.

1. عرّف تفاعل الانشطار النووي واذكر خصائصه.

2. اكتب معادلة تفاعل الانشطار النووي الموضح على منحنى استون.

3. نرمز للطاقة المحررة عن انشطار نواة يورانيوم $^{235}_{92}U$ واحدة بـ $E_{\ell ib}$.

1.3. أحسب بطريقتين هذه الطاقة بالـ MeV.

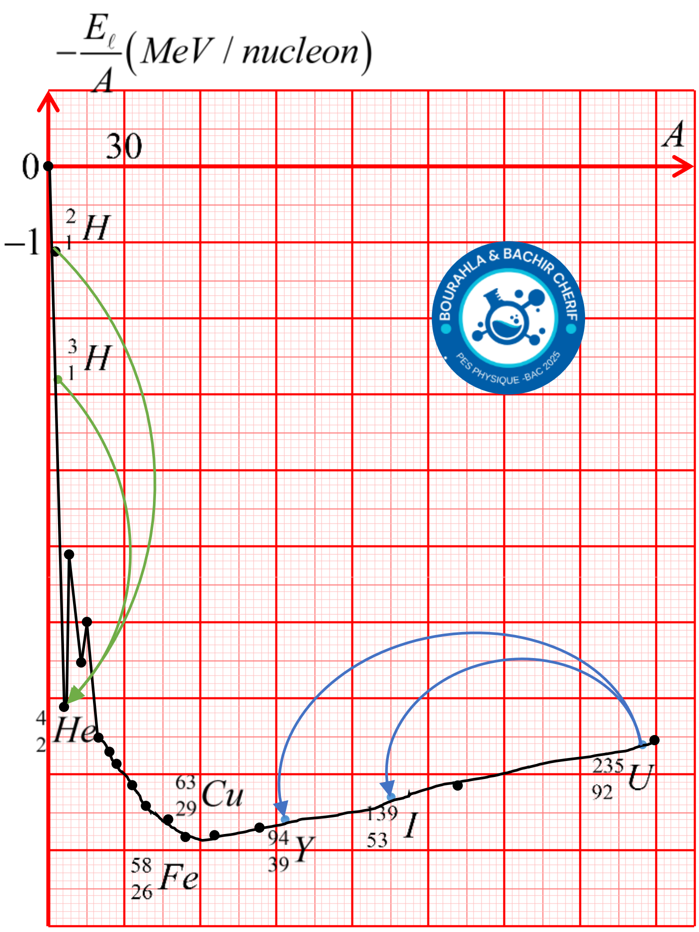
2.3. إذا علمت أن 12% من هذه الطاقة تستهلك على شكل طاقة حركية للنيترونات الناتجة عن هذا الانشطار، احسب سرعة النترون الواحد.

4. علما أن المفاعل النووي يستهلك في اليوم الواحد كتلة $m = 2,6kg$ من اليورانيوم $^{235}_{92}U$، فينتج بذلك طاقة باستطاعة كهربائية قدرها $P = 900MW$ بمردود طاقوي r.

1.4. أحسب الطاقة النووية $E_{\ell ib_T}$ المحررة خلال يوم واحد.

2.4. أحسب الطاقة الكهربائية الناتجة خلال يوم واحد.

3.4. استنتج المردود الطاقوي r لهذا المفاعل النووي.



III– يؤدي تفاعل الاندماج الموضح على منحنى أستون إلى إعطاء نواة أثقل وأكثر استقرارا.

1. أكتب معادلة هذا التفاعل النووي.

2. جد طاقة الربط لنواة الهليوم $^{4}_{2}He$ ثم استنتج كتلتها بوحدة الكتل الذرية u.

3. أحسب بالـ MeV الطاقة $E'_{\ell ib}$ المحررة عن هذا التفاعل.

4. أحسب الطاقة $E'_{\ell ib_T}$ المحررة عن اندماج كتلة $m' = 1kg$ من مزيج يحتوي على نفس عدد الأنوية من النظيرين المندمجين.

5. "يميل علماء الذرة حاليا إلى اعتماد الاندماج عوض الانشطار" فسّر هذه المقولة اعتمادا على النتائج السابقة.

معطيات: $1u = 931,5\ MeV/C^2 = 1,66\times10^{-27}kg$ ، $1MeV = 1,6\times10^{-13}J$ ،

$N_A = 6,02\times10^{23}mol^{-1}$ ، $m\left({}_{1}^{1}p\right) = 1,0078u$ ، $m\left({}_{0}^{1}n\right) = 1,0087u$.

$m\left({}_{92}^{235}U\right) = 234,9935u$ ، $m\left({}_{53}^{139}I\right) = 138,897u$ ، $m\left({}_{39}^{94}Y\right) = 93,89014u$.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

حمض البنزويك جسم صلب أبيض اللّون مسحوق تجاري غير نقي يستعمل عدة كمادة حافظة في بعض الموادّ الغذائية كالمشروبات لخصائصه كمضاد للفطريات والبكتيريا.

معطيات: الكتلة المولية الجزيئية $M = 122\,g.mol^{-1}$

$\lambda_{H_3O^+} = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,24\ mS.m^2.mol^{-1}$

الجداء الشاردي للماء: $Ke = 10^{-14}$

I- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء:

1. نحضر محلولا مائيا (S) لهذا الحمض تركيزه المولي $C = 5\times10^{-3}mol/L$ وحجمه $V = 200\ mL$. نقيس عند التوازن في الدرجة $T = 25^\circ C$ ناقليته النوعية فنجدها $\sigma_f = 2,03\times10^{-2}S.m^{-1}$.

1.1. أحسب الكتلة m_0 الواجب إذابتها لتحضير المحلول (S) .

2.1. أذكر البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S).

2. أكتب معادلة انحلال حمض البنزويك في الماء مبيّنا أنّه تفاعل حمض–أساس.

3. أنشئ جدولا لتقدّم التفاعل المنمذج للتحوّل الحادث بين حمض البنزويك والماء.

4. أكتب عبارة x_f تقدّم التفاعل عند التّوازن بدلالة V، $\lambda_{H_3O^+}$، $\lambda_{C_6H_5COO^-}$ و σ_f (نهمل التشرد الذاتي للماء)

ثمّ بيّن أنّ $x_f = 1,06\times10^{-4}\ mol$.

5. احسب نسبة التقدّم النهائي للتفاعل. ماذا تستنتج؟

6. بيّن أنّ ثابت التّوازن لهذا التّفاعل يعطى بالعلاقة: $K = \dfrac{x_f^2}{V(CV - x_f)}$ ، ثم احسب قيمتي ثابتي الحموضة Ka و pKa للثنائية $(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$.

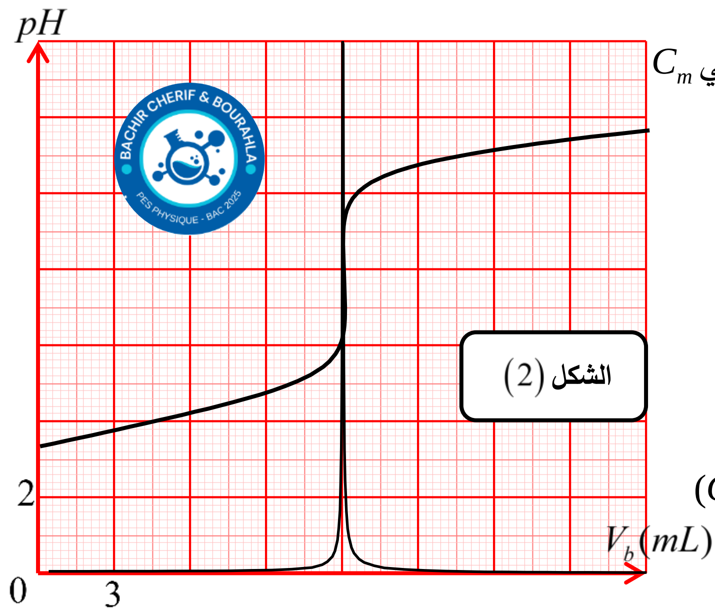
II- معايرة حمض البنزويك:

تحتوي المشروبات الغازية على حمض البنزويك بتراكيز معيّنة لا يمكن تجاوزها، تشير لصيقة قارورة مشروب غازي حجمها $2\ L$ إلى وجود كتلة $m = 0,3\ g$ من حمض البنزويك في المشروب، وللتأكّد من صحة هذه الدّلالة عايرنا حجما $V_a = 100\ mL$ من المشروب بواسطة محلول الصّودا $\left(Na^+ + HO^-\right)$ تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ فتحصلنا على المنحنى $pH = f\left(V_b\right)$ الموضّح في **الشكل (2)**

1. ما نوع هذه المعايرة؟ وما الهدف منها؟

2. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث.

3. احسب ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة. ماذا تستنتج؟



4. عرّف نقطة التكافؤ ثمّ حدّد إحداثياتها.

5. استنتج التّركيز المولي C_a لحمض البنزويك، ثم تركيزه الكتلي C_m

6. هل القيمة المشار إليها في اللّصيقة صحيحة؟

7. عند إضافة الحجم $V_b = 9\ mL$ للبيشر:

1.7. أثبت أنّ: $\tau_f = 1 - \dfrac{Ke.10^{pH}}{C_b}\left(1 + \dfrac{V_a}{V_b}\right)$

2.7. احسب τ_f عند هذه الإضافة وماذا تستنتج؟

3.7. احسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج.

8. حدّد بيانيا pKa للثنائية $(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$

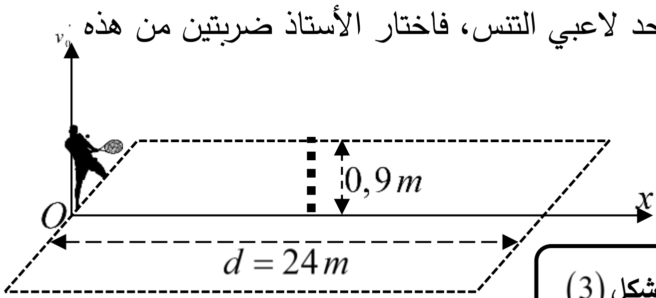
هل تتوافق النتيجة مع القيمة المحسوبة سابقا؟

الجزء الثاني:(07 نقاط)

التمرين التجريبي:(07 نقاط)

لعبة تنس الميدان من أكثر الرياضات شعبية في العالم بعد كرة القدم، طول ميدان ممارسة هذه الرياضة $24\ m$ تتوسّطه شبكة ارتفاعها $0,9\ m$.

لتجسيد درس القذائف شاهد الأستاذ مع تلاميذه شريط فيديو لمباراة أحد لاعبي التنس، فاختار الأستاذ ضربتين من هذه المباراة وكلّف فوجين بمعالجة مسار الكرة للتّسديدتين عن طريق برمجية $Avistep$ في المعلم (Ox,Oz) حيث O مركز تموضع اللّاعب **الشكل (3)** و $g = 9,8\ m.s^{-2}$.



الشكل (3)

الفوج الأول:

قام بمعالجة ردّ اللاعب للكرة بسرعة ابتدائية أفقية $\vec{v_0}$ ولحظة القذف كانت الكرة على ارتفاع h_0 واللّاعب كان على بعد $d = 12\,m$ من خطّ الشّبكة.

الفوج الثّاني:

قام أيضا بمعالجة ردّ اللاعب لضربة أخرى حيث ردّ الكرة بسرعة ابتدائية $\vec{v_0'}$ تميل عن الأفق بزاوية α نحو الأعلى، ولحظة القذف كانت الكرة على ارتفاع h_0' واللّاعب كان على بعد $d = 12\,m$ من خطّ الشّبكة.

1. جد المعادلات الزمنية ومعادلة المسار ثم حدّد طبيعة الحركة على كل محور لكلّ فوج في المعلم (Ox,Oz).

2. النتائج المتحصّل عليها سمحت برسم بيان **الشكل(4)** والذّي يمثّل مسار مركز عطالة الكرة لكلّ فوج.

1.2. أنسب المسار الموافق لكلّ فوج مع التّعليل.

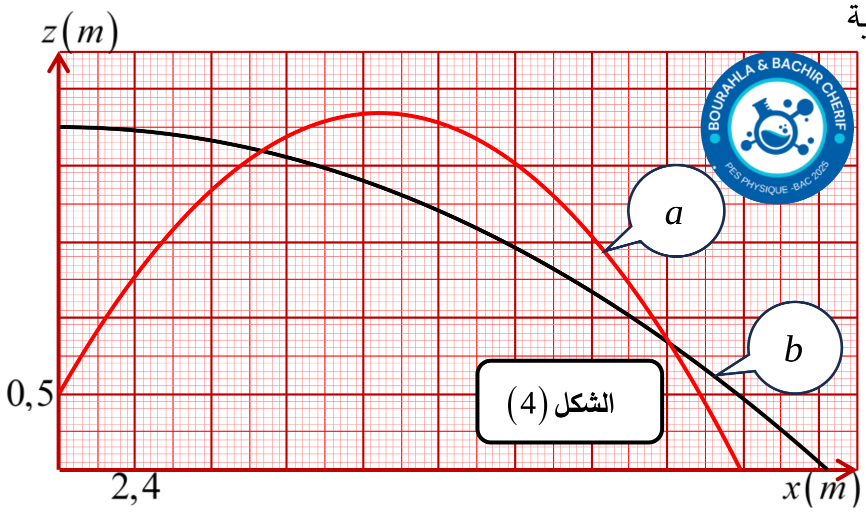
2.2. عيّن الارتفاعين h_0 و h_0'.

3.2. جد قيمة السرعة الابتدائية v_0 للفوج الأول.

4.2. أيّ التسديدتين كانت ناجحة للاعب؟ علّل.

(نجاح اللّاعب يكون عند سقوط الكرة داخل حدود الملعب في جهة المنافس).

2.5. جد لكلّ تسديدة الارتفاع عن الحافة العلوية للشّبكة لحظة مرور الكرة من مستواها الشّاقولي، ثم تأكد من ارتفاع الفوج الأول حسابيا.



3. المنحنيات الممثلة في **الشكل(5) والشكل(6)** تمّ الحصول عليها بالاعتماد على نفس البرمجية والتّي تمثّل تطوّر مركّبتي السرعة v_x و v_y بدلالة الزمن لكلّ تسديدة.

1.3. ماهو الشكل الموافق لكلّ فوج مع التعليل محدّدا المنحنى الموافق لكلّ مركّبة.

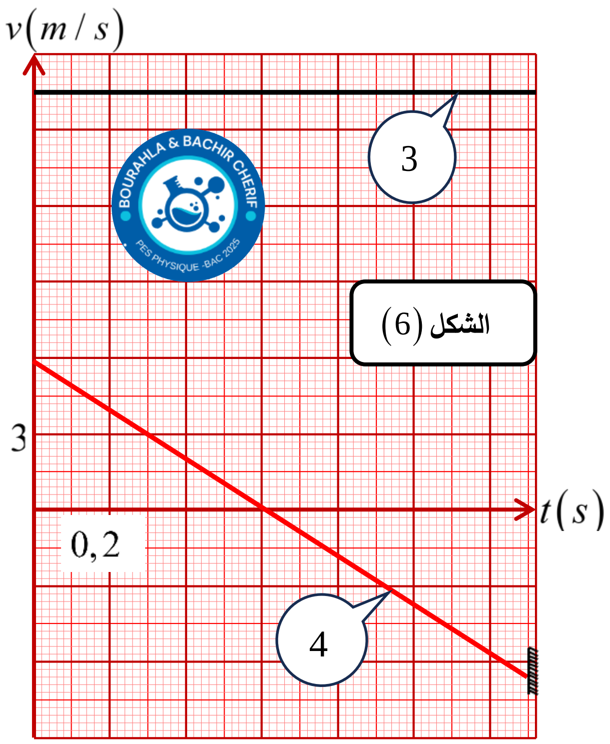
2.3. حدّد السلم الناقص من بيان **الشكل (5)**.

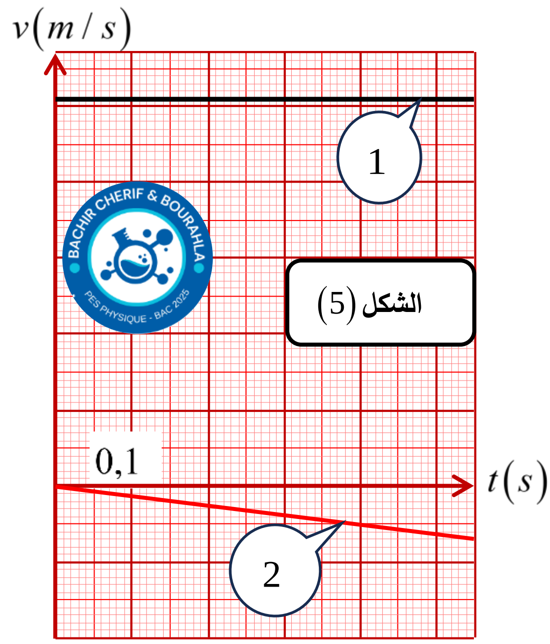
3.3. استنتج كلّ من السرعة الابتدائية v_0' للفوج الثاني وزاوية القذف.

4.3. جد بيانيا للفوج الثاني:

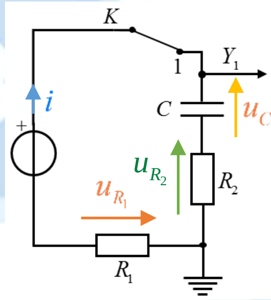
– لحظة بلوغ القذيفة للذروة t_s .

– قيمة أقصى ارتفاع h_{max} عن سطح الأرض.





انتهى الموضوع الثاني

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة المجموع
التمرين الأول: (07 نقاط) **I-1**-الظاهرة الكهربائية التي تحدث في الدارة : شحن المكثفة.	0,25	0,25
2- الاتجاه الاصطلاحي للتيار واتجاه التوترات الكهربائية: 	0,25 0,25	0,5
3- أثبت أنّ المعادلة التفاضلية التّي يحقّقها التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة: بتطبيق قانون جمع التوترات: $u_C+u_{R_1}+u_{R_2}=E$ نجد: $u_C+(R_1+R_2).i=E$ حيث $R_1+R_2=\mathrm{R}_{eq}$ تصبح المعادلة: $u_C+\mathrm{R}_{eq}.i=E$ علما أنّ $i=\frac{dq}{dt}=\frac{d(C.u_C)}{dt}=C.\frac{du_C}{dt}$ ومنه $u_C+\mathrm{R}_{eq}\,C.\frac{du_C}{dt}=E$ بالقسمة على $\mathrm{R}_{eq}\,C$ نجد $\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{\mathrm{R}_{eq}\,C}u_C=\frac{E}{\mathrm{R}_{eq}\,C}$	0,25 0,25	0,5
4- إيجاد عبارة الثوابت τ، A و B : لدينا $u_C(t)=A+B.e^{-t/\tau}$ حل للمعادلة التفاضلية السابقة بالاشتقاق نجد $\frac{du_C}{dt}=\frac{-B}{\tau}.e^{-t/\tau}$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد: $\frac{-B}{\tau}.e^{-t/\tau}+\frac{1}{\mathrm{R}_{eq}.C}.\left(A+B.e^{-t/\tau}\right)=\frac{E}{\mathrm{R}_{eq}.C}$ ومنه $\frac{-B}{\tau}.e^{-t/\tau}+\frac{A}{\mathrm{R}_{eq}.C}+\frac{B}{\mathrm{R}_{eq}.C}.e^{-t/\tau}-\frac{E}{\mathrm{R}_{eq}.C}=0$ إذن: $\frac{-B}{\tau}.e^{-t/\tau}+\frac{B}{\mathrm{R}_{eq}.C}.e^{-t/\tau}+\left(\frac{A}{\mathrm{R}_{eq}.C}-\frac{E}{\mathrm{R}_{eq}.C}\right)=0$ وبالتالي: $\left(\frac{-B}{\tau}+\frac{B}{\mathrm{R}_{eq}.C}\right).e^{-t/\tau}+\left(\frac{A}{\mathrm{R}_{eq}.C}-\frac{E}{\mathrm{R}_{eq}.C}\right)=0$ معناه أنّ: $\left(\frac{-B}{\tau}+\frac{B}{\mathrm{R}_{eq}.C}\right).e^{-t/\tau}=0\ ...(1)$ و $\frac{A}{\mathrm{R}_{eq}.C}-\frac{E}{\mathrm{R}_{eq}.C}=0\ ...(2)$ من العلاقة (1) : $e^{-t/\tau}\neq 0$ ومنه $\frac{-B}{\tau}+\frac{B}{\mathrm{R}_{eq}.C}=0$ أي: $\frac{1}{\tau}=\frac{1}{\mathrm{R}_{eq}.C}$ إذن: $\tau=\mathrm{R}_{eq}.C$ من العلاقة (2) : $\frac{A}{\mathrm{R}_{eq}.C}=\frac{E}{\mathrm{R}_{eq}.C}$ إذن: $A=E$ و من الشروط الابتدائية: لما $t=0$ نجد $u_C(0)=A+B=0$ ومنه $B=-A$ نكتب: $u_C(t)=E.\left(1-e^{-t/\mathrm{R}_{eq}.C}\right)$	0,25 0,25 0,25 0,25	1

0,5	0,25 0,25	5- إيجاد العبارة اللّحظية لشدة التيار الكهربائي المار في الدّارة $i(t)$: $i(t)=C.\frac{du_C(t)}{dt}$ ومنه $i(t)=C.\frac{d\left(E-E.e^{-t/R_{eq}.C}\right)}{dt}$ نجد $i(t)=\cancel{C}.\left(\frac{E}{R_{eq}.\cancel{C}}\right).e^{-t/R_{eq}.C}$ ومنه $\boxed{i(t)=\frac{E}{R_{eq}}.e^{-t/\tau}=I_0.e^{-t/R_{eq}.C}}$ - استنتاج العبارة اللّحظية للتوتر الكهربائي $u_{R_2}(t)$: حسب قانون أوم $u_{R_2}(t)=R_2.i(t)$ بالتعويض نجد $\boxed{u_{R_2}(t)=R_2.I_0.e^{-t/R_{eq}.C}}$
0,5	0,25 0,25	II- 1- إثبات أنّ $i(t)=\frac{E}{R_1+R_3+r}.\left(1-e^{-(t-t')/\tau'}\right)$ حلّ للمعادلة التفاضلية المعطاة: بالاشتقاق: $\frac{di(t)}{dt}=\frac{d}{dt}\left(\frac{E}{R_1+R_3+r}\left(1-.e^{-(t-t')/\tau'}\right)\right)$ ومنه $\frac{di(t)}{dt}=\frac{1}{\tau'}.\frac{E}{R_1+R_3+r}.e^{-(t-t')/\tau'}$ علما أنّ $\tau'=\frac{L}{R_1+R_3+r}$ ومنه $\frac{di(t)}{dt}=\frac{\cancel{R_1+R_3+r}}{L}.\frac{E}{\cancel{R_1+R_3+r}}.e^{-(t-t')/\tau'}$ إذن: $\boxed{\frac{di(t)}{dt}=\frac{E}{L}.e^{-(t-t')/\tau'}}$ بالتعويض نجد : $\frac{di}{dt}+\frac{R_1+R_3+r}{L}.i=\frac{E}{L}.e^{-(t-t')/\tau'}+\frac{\cancel{R_1+R_3+r}}{L}.\frac{E}{\cancel{R_1+R_3+r}}\left(1-.e^{-(t-t')/\tau'}\right)$ تصبح المعادلة $\frac{di}{dt}+\frac{R_1+R_3+r}{L}.i=\frac{E}{L}.e^{-(t-t')/\tau'}+\frac{E}{L}-\frac{E}{L}.e^{-(t-t')/\tau'}=+\frac{E}{L}$ ومنه $\frac{di}{dt}+\frac{R_1+R_3+r}{L}.i=\frac{E}{L}$ محققة.
1	0,25 0,25 0,25 0,25	2- إيجاد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الوشيعة $u_b(t)$: نعلم أنّ $u_b(t)=L.\frac{di}{dt}+r.i(t)$ بالتعويض نجد : $u_b(t)=\cancel{L}.\left(\frac{E}{\cancel{L}}.e^{-(t-t')/\tau'}\right)+\frac{r.E}{R_1+R_3+r}.\left(1-e^{-(t-t')/\tau'}\right)$ حيث $\frac{E}{R_1+R_3+r}=I_0$ ومنه $u_b(t)=I_0.(R_1+R_3+r).e^{-(t-t')/\tau'}+r.I_0-r.I_0.e^{-(t-t')/\tau'}$ نجد أنّ $u_b(t)=I_0.(R_1+R_3+r-r).e^{-(t-t')/\tau'}+r.I_0$ ومنه $\boxed{u_b(t)=(R_1+R_3).I_0.e^{-(t-t')/\tau'}+r.I_0}$ - استنتاج عبارة التوتر الكهربائي $u_{R_3}(t)$: $u_{R_3}(t)=R_3.i(t)=R_3.\frac{E}{R_1+R_3+r}.\left(1-e^{-(t-t')/\tau'}\right)$ ومنه: $\boxed{u_{R_3}(t)=R_3.I_0.\left(1-e^{-(t-t')/\tau'}\right)}$

0,5	0,25 0,25	**III- 1-** المنحنى المشاهد بالمدخل Y_1 لراسم الاهتزاز المهبطي: $u_1(t)=u_C(t)+u_{R_2}(t)$ - المنحنى المشاهد بالمدخل Y_2 لراسم الاهتزاز المهبطي: $u_2(t)=u_b(t)+u_{R_3}(t)$
0,5	0,25 0,25	**2-** الشكل الذي يحقق التركيب الممثل في الشكل (1): **هو الشكل (3)** **التّعليل:** $u_2(t)=u_b(t)+u_{R_3}(t)=(R_1+R_3).I_0.e^{-(t-t')/\tau'}+r.I_0+R_3.I_0.\left(1-e^{-(t-t')/\tau'}\right)$ ومنه $u_2(t)=R_1.I_0.e^{-(t-t')/\tau'}+R_3.I_0.e^{-(t-t')/\tau'}-R_3.I_0+r.I_0+R_3.I_0$ نجد أنّ $u_2(t)=R_1.I_0.e^{-(t-t')/\tau'}+I_0.(r+R_3)...(1)$ إذن $u_2(t)\rangle 0$ و هو ما يوافق منحنى الشكل (3).
1,75	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	**3-** تحديد القوة المحرّكة E: لما $t\to\infty$: $u_1(\infty)=u_C(\infty)+\underbrace{\cancel{u_{R_2}(\infty)}}_{0}$ ومنه $u_1(\infty)=u_C(\infty)=E(1-e^{-\infty})=E$ و من البيان نجد: $u_1(\infty)=10\ V$ ومنه $E=10\ V$ - **المقاومة** R_2 : لما $t=0s$: $u_1(0)=\underbrace{\cancel{u_C(0)}}_{0}+u_{R_2}(0)=R_2.I_0.e^0=\frac{R_2.E}{R_1+R_2}$ ومنه $u_1(0)(R_1+R_2)=R_2.E$ نجد $u_1(0).R_1+u_1(0).R_2=R_2.E$ إذن $R_2(E-u_1(0))=u_1(0).R_1$ ومنه $R_2=\frac{u_1(0).R_1}{E-u_1(0)}$ تطبيق عددي $R_2=\frac{10\times5}{10-5}$ وبالتالي $R_2=10\ \Omega$ - **المقاومة الداخلية للوشيعة** r: من العلاقة (1) لمّا $t\to\infty$ نجد $u_2(t)=R_1.I_0.e^{-\infty}+I_0(r+R_3)$ ومن البيان نجد $u_2(\infty)=2,9\times2=5,8\ V$ ومنه $I_0(r+R_3)=u_2(\infty)$ ومنه $\frac{E.(r+R_3)}{R_1+R_2+r}=u_2(\infty)$ نجد $E.(r+R_3)=u_2(\infty).(R_1+R_3)+u_2(\infty).r$ وبالتالي $E.r-u_2(\infty).r=u_2(\infty).(R_1+R_3)-E.R_3$ إذن $r.(E-u_2(\infty))=u_2(\infty).(R_1+R_3)-E.R_3$ أي $r=\frac{u_2(\infty).(R_1+R_3)-E.R_3}{E-u_2(\infty)}$ تطبيق عددي $r=\frac{5,8\times(10+8)-10\times8}{10-5,8}$ ومنه $r=5,8\ \Omega$ - **ذاتية الوشيعة** L: نعلم أنّ $\tau'=\frac{L}{R_1+R_3+r}$ ومنه $L=\tau'.(R_1+R_3+r)$ من البيان $\tau'=0,6\times0,04=2,4\times10^{-2}\ s$ تطبيق عددي : $L=2,4\times10^{-2}\times(10+8+5,8)$ إذن $L=0,57\ H$

<table>
<tr><td>

التمرين الثاني: (06 نقاط)

1- المرجع المناسب لدراسة حركة الكرة: سطحي أرضي نعتبره عطالي.

- الشرط اللّازم لاعتباره عطاليّا: أن تكون مدة الدراسة مهملة أمام مدة دوران الأرض حول نفسها.

</td><td>0,25
0,25</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>

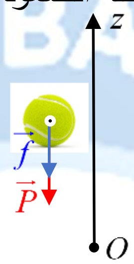
2- إثبات أنّ شدة دافعة أرخميدس π مهملة أمام شدة قوة الثّقل P:

$\frac{P}{\pi}=\frac{m.g}{\rho_{air}.V.g}=\frac{58\times10^{-3}}{1,29\times143,8\times10^{-6}}=312,66$ ومنه $P=312,66.\pi$ إذن $P \ggg \pi$

وبالتالي دافعة أرخميدس مهملة أمام الثقل .

</td><td>0,25</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td>

3- تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة خلال مرحلة الصّعود:



</td><td>0,25</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td>

4- إيجاد المعادلة التفاضلية المميزة لحركة الكرة بدلالة سرعتها $v(t)$:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext}=m.\vec{a}$ ومنه $\vec{P}+\vec{f}=m.\vec{a}$

بالإسقاط وفق (Oz) نجد: $-P-f=m.a$ إذن $-m.g-k.v=m.\frac{dv}{dt}$ ومنه $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}.v=-g$

</td><td>0,25
0,25</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>

5-إيجاد عبارة السرعة الحدية $v_{\lim}$ للكرة بدلالة: k، g و m:

لما $v=v_{\lim}$ يكون $\frac{dv}{dt}=0$ من المعادلة التفاضلية نجد: $v_{\lim}=\frac{-m.g}{k}$

</td><td>0,25
0,25</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>

6-1- اللحظة التي تغيّر عندها الكرة جهة حركتها:

تغيّر الجملة جهتها عندما تنعدم سرعتها. من البيان نجد: $t=0,6\ s$

- استنتاج شدة تسارعها عند هذه اللحظة:

$v=0\ m/s$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد $a=-g$ ومنه $a=-10\,m.s^{-2}$

</td><td>0,25
0,25</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>

6-2- أطوار الحركة محدّدا طبيعتها في كل طور.

الطور الأول: $[0-0,6\ s]$ من البيان $\vec{a}\langle\vec{0}$ و $\vec{v}\rangle\vec{0}$ ومنه $\vec{a}.\vec{v}\langle 0$ إذن الحركة مستقيمة متباطئة.

الطور الثاني: $[0,6-6\ s]$ من البيان $\vec{a}\langle\vec{0}$ و $\vec{v}\langle\vec{0}$ ومنه $\vec{a}.\vec{v}\rangle 0$ إذن الحركة مستقيمة متسارعة.

الطور الثالث: $[6-8\ s]$ من البيان $\vec{a}=\vec{0}$ و $\vec{v}\langle\vec{0}$ ومنه $\vec{a}.\vec{v}=0$ إذن الحركة مستقيمة منتظمة.

</td><td>0,25
0,25
0,25</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td>

6-3- إيجاد قيمة ثابت الزمن τ :

ثابت الزمن τ يمثل بيانيا فاصلة نقطة تقاطع المماس عند $t=0$ للمنحنى $v=f(t)$ مع الخط المقارب الأفقي $v=v_{\lim}$ نجد $\tau=1,2\ s$

</td><td>0,25</td><td>0,5</td></tr>
</table>

- استنتاج قيمة ثابت الاحتكاك k :

0,25 — نعلم أنّ $\tau = \dfrac{m}{k}$ ومنه $\boxed{k = \dfrac{m}{\tau}}$ تطبيق عددي $k = \dfrac{58\times10^{-5}}{1,2}$ إذن $\boxed{k = 4,83\times10^{-2}\ Kg.s^{-1}}$

6-4 إيجاد قيمة السرعة الحدّية $v_{\lim}$:

0,25 — لما $t \to \infty$: $v \to v_{\lim}$ من البيان نجد $\boxed{v_{\lim} = 12\ m/s}$

- حساب التسارع الابتدائي a_0 بطريقتين:

الطريقة 01: من البيان معامل توجيه المماس عند $t=0$: $a_0 = \left.\dfrac{dv}{dt}\right|_{t=0} = \dfrac{-12-8}{1,2-0}$

0,25 — ومنه $\boxed{a_0 = -16,67\ m.s^{-2}}$

الطريقة 02:

0,25 — من المعادلة التفاضلية $a_0 + \dfrac{k}{m}.v_0 = -g$ ومنه $\boxed{a_0 = -g - \dfrac{k}{m}.v_0}$

لمّا $t=0$ نجد $v_0 = 8 m.s^{-1}$

تطبيق عددي: $a_0 = -10 - \dfrac{3,48\times10^{-2}}{58\times10^{-3}}\times 8$ إذن: $\boxed{a_0 = -16,67\ m.s^{-2}}$

(المجموع: 0,75)

6-5 إيجاد اللحظة التي يصبح عندها تسارع الكرة $a = -1,3\ m.s^{-2}$:

0,25 — نحسب أولا السرعة عند هذه اللحظة: من المعادلة التفاضلية $\dfrac{k}{m}.v = -g - a$ ومنه $\boxed{v = \dfrac{-m(g+a)}{k}}$

تطبيق عددي $v = \dfrac{-58\times10^{-3}\times(10-1,3)}{4,83\times10^{-2}}$ إذن $\boxed{v = -10,44\ m.s^{-1}}$.

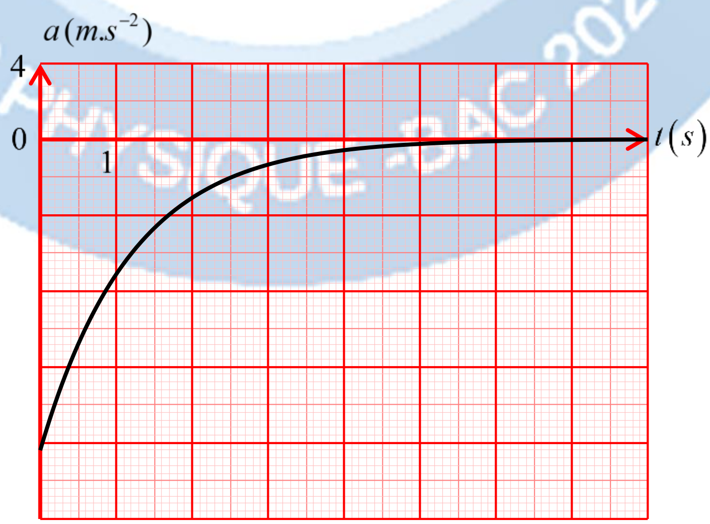
0,25 — بالإسقاط على منحنى الشكل (05) نجد : $\boxed{t = 3\ s}$.

(المجموع: 0,5)

7- تمثيل منحنى تطوّر تسارع الكرة بدلالة الزمن باستعمال السلم $1cm \to 1s$ و $1cm \to 4m/s^2$.

الزمن $t(s)$	0	1,2	3	6
التسارع $a(m.s^{-2})$	$-16,67$	-10	$-1,3$	0

0,25
0,25

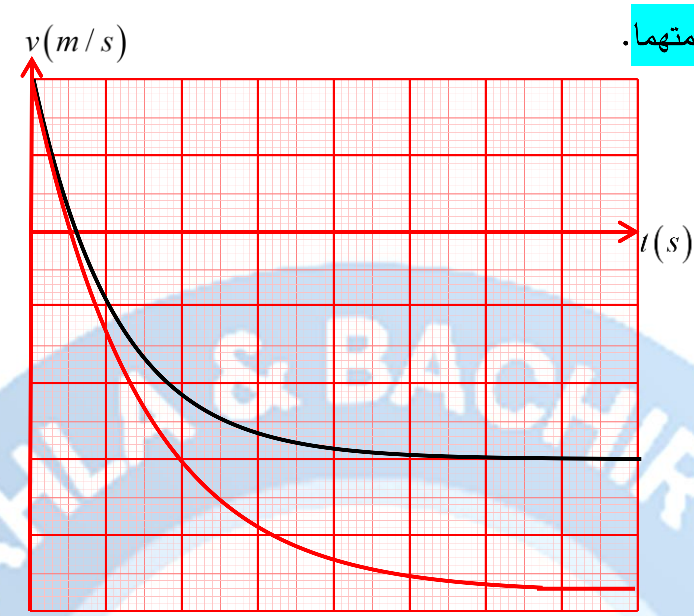


(المجموع: 0,5)

8– نملأ الكرة بالماء ثمّ نعيد التجربة بنفس الشروط. تمثيل بيان تطور سرعة الكرة في هذه الحالة.

التّعليل:

عند ملأ الكرة بالماء تزداد كتلتها و تصبح $m' \rangle m$ و بما كل من السرعة الحدية $v_{\lim}$ و ثابت الزمن τ يتعلقان بالكتلة إذن تزداد قيمتهما. 0,25



0,25

0,5

التمرين التجريبي: (07 نقاط)

I– دراسة التحول الكيميائي بين محلول حمض الإيثانويك وشاردة هيدروجينوكربونات:

1– حساب التركيز المولي C_2:

$n = \dfrac{m}{M} = C_2.V_2$ ومنه $C_2 = \dfrac{m}{V_2.M}$ تطبيق عددي $C_2 = \dfrac{1,25}{20\times10^{-3}\times84}$ 0,25

إذن $C_2 = 0,74\ mol/\ell$.

– جدول تقدم التفاعل: 0,25

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)}$			
الحالة	التقدم	كميات المادة $(mo\ell)$			
ابتدائية	$x=0$	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	0	0
انتقالية	x	$C_1.V_1 - x$	$C_2.V_2 - x$	x	x
نهائية	x_f	$C_1.V_1 - x_f$	$C_2.V_2 - x_f$	x_f	x_f

0,5

2– إيجاد عبارة التقدم x بدلالة P_{CO_2}، V_{CO_2}، T و R:

لدينا من قانون الغاز المثالي $P_{CO_2}.V_{CO_2} = n_{CO_2}.R.T$ ومن جدول التقدم في لحظة t نجد $n_{CO_2} = x$ 0,25

نجد أنّ $P_{CO_2}.V_{CO_2} = x.R.T$ ومنه $x = \dfrac{P_{CO_2}.V_{CO_2}}{R.T}$

<table>
<tr>
<td>0,5</td>
<td>0,25</td>
<td>
3- إثبات أن عبارة y عند كل لحظة تعطى بالعلاقة: $y=\frac{C_1V_1}{V_T}-2\frac{V_{CO_2}}{V_T.R.T}P_{CO_2}$:
نعلم أنّ $y=[CH_3COOH]_t-[CH_3COO^-]_t ...(*)$
من جدول التقدم في لحظة t:
لدينا: $n_t(CH_3COOH)=C_1.V_1-x$ ومنه $[CH_3COOH]_t=\frac{C_1.V_1}{V_T}-\frac{x}{V_T}...(1)$
ولدينا: $n_t(CH_3COO^-)=x$ ومنه $[CH_3COO^-]_t=\frac{x}{V_T}...(2)$
بتعويض (1) و (2) في $(*)$ نجد $y=\frac{C_1.V_1}{V_T}-\frac{x}{V_T}-\frac{x}{V_T}=\frac{C_1.V_1}{V_T}-\frac{2x}{V_T}$ حيث $x=\frac{P_{CO_2}.V_{CO_2}}{R.T}$
$y=\frac{C_1.V_1}{V_T}-2.\frac{V_{CO_2}}{V_T.R.T}.P_{CO_2}$
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>0,25
0,25</td>
<td>
4- تحديد حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون V_{CO_2} و التركيز المولي C_1:
المنحنى الممثّل في الشكل (6) عبارة عن خط مستقيم لا يمرّ من المبدأ معادلته من الشكل:
$y=a.P_{CO_2}+b$ حيث a هو معامل التوجيه. حسابه $a=\frac{1,5\times0,25-3\times0,25}{5,5\times5\times10^3}=-1,364\times10^{-5}$ و
$b=0,75$ تصبح المعادلة $y=-1,364\times10^{-5}.P_{CO_2}+0,75$
بالمطابقة بين العلاقة النظرية والعلاقة البيانية نجد:
- $a=2.\frac{V_{CO_2}}{V_T.R.T}$ ومنه $V_{CO_2}=\frac{a.V_T.R.T}{2}$
تطبيق عددي $V_{CO_2}=\frac{1,36\times10^{-5}\times80\times10^{-3}\times8,31\times298}{2}$
ومنه $V_{CO_2}=1,35\times10^{-3}\ m^3=1,35\ L$
- $b=\frac{C_1.V_1}{V_T}$ ومنه $C_1=\frac{b.V_T}{V_1}$ تطبيق عددي $C_1=\frac{80\times10^{-3}\times0,75}{60\times10^{-3}}$ ومنه $C_1=1\ mol.L^{-1}$
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>0,25</td>
<td>
5- تحديد السّلم الناقص في الرّسم:
من الشكل (6): $P_f=5,5\times5\times10^3\ Pa=2,75\times10^4\ Pa$
ومن البيان شكل (7) نجد:
$\begin{cases}2,75\ cm\rightarrow P_f=2,75\times10^4\ Pa\\ 1\ cm\rightarrow x\end{cases}$ ومنه $x=\frac{2,75\times10^4}{2,75}=10\times10^3\ Pa$
إذن: $1\ cm\rightarrow10\times10^3\ Pa$
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>0,25</td>
<td>
6- تحديد المتفاعل المحدّ:
نفرض أنّ CH_3COOH ومنه $n_f(CH_3COOH)=C_1.V_1-x_{1m}=0$ ومنه $x_{1m}=C_1.V_1=1\times60\times10^{-3}$
إذن $x_{1m}=6\times10^{-2}\ mol$
نفرض أنّ HCO_3^- ومنه $n_f(HCO_3^-)=C_2.V_2-x_{2m}=0$ ومنه $x_{2m}=C_2.V_2=0,74\times20\times10^{-3}\ mol$
إذن $x_{2m}=1,48\times10^{-2}\ mol$
</td>
</tr>
</table>

نلاحظ أنّ $x_{2m} \langle x_{1m}$ ومنه المتفاعل المحد هو HCO_3^- و $x_{\max} = 1,48 \times 10^{-2}\ mol$

0,25

7− إثبات عبارة السرعة الحجمية تعطى بالعلاقة: $v_{vol} = \dfrac{V_{CO_2}}{V_T.R.T} \cdot \dfrac{dP_{CO_2}}{dt}$:

نعلم أنّ $v_{vol}(t) = \dfrac{1}{V_T} \cdot \dfrac{dx}{dt}$ حيث $x = \dfrac{P_{CO_2}.V_{CO_2}}{R.T}$ ومنه $\dfrac{dx}{dt} = \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{P_{CO_2}.V_{CO_2}}{R.T}\right) = \dfrac{V_{CO_2}}{R.T} \cdot \dfrac{dP_{CO_2}}{dt}$

بالضرب في $\dfrac{1}{V_T}$ نجد $\dfrac{1}{V_T} \cdot \dfrac{dx}{dt} = \dfrac{1}{V_T} \cdot \dfrac{V_{CO_2}}{R.T} \cdot \dfrac{dP_{CO_2}}{dt}$ ومنه $v_{vol} = \dfrac{V_{CO_2}}{V_T.R.T} \cdot \dfrac{dP_{CO_2}}{dt}$

0,25

− حساب قيمتها عند اللحظة $t = 100s$:

$$v_{vol}(t=100) = \frac{1,35 \times 10^{-3}}{80 \times 10^{-3} \times 8,314 \times 298} \times \frac{(20-10) \times 10^3}{100-0}$$

ومنه $v_{vol}(t=100) = 6,81 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

0,25

8− تحديد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

$P_{½} = \dfrac{P_f}{2} = \dfrac{27,5 \times 10^3}{2} = 13,75 \times 10^3\ Pa$ بالإسقاط نجد $t_{½} = 60\ s$

0,25

II− تفاعل حمض الإيثانويك مع البروبانول:

1− معادلة تفاعل الأسترة:

$$CH_3 - COOH_{(\ell)} + CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH_{(\ell)} = CH_3 - COO - CH_2 - CH_2 - OH_{(\ell)} + H_2O_{(\ell)}$$

0,25

تسمية الاستر الناتج: إيثانوات البروبيل

0,25

2− جدول تقدم تفاعل الأسترة:

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(l)}$ +	$C_3H_7OH_{(l)}$ =	$CH_3COOC_3H_{7(l)}$ +	$H_2O_{(l)}$
الحالة	التقدم (mol)	كميات المادة (mol)			
ابتدائية	$x = 0$	1	1	0	0
انتقالية	x	$1-x$	$1-x$	x	x
نهائية	x_f	$1-x_f$	$1-x_f$	x_f	x_f

0,25

3−1− كتابة المعادلة الكيميائية للتفاعل حمض− أساس الحاصل أثناء المعايرة:

$$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

0,25

3−2− إثبات أن كمية مادة الحمض المتبقي في الأنبوب رقم 1 هي : $n_a = 0,568mol$:

عند التكافؤ: $n'_a = C_B.V_{BE} = 28,4 \times 10^{-3}\ mol$ حيث $n_a = 20.n'_a$

تطبيق عددي $n_a = 20 \times 28,4 \times 10^{-3}$ إذن: $n_a = 0,568\ mol$

0,25

3−3− استنتاج كمية مادة الأستر المتشكل:

من جدول التقدم: $n_E = x$ و $n_a = n_1 - x$ إذن $x = n_1 - n_a$ تطبيق عددي $x = 1 - 0,568$

وبالتالي $x = 0,432\ mol$.

0,25

	0,25	**4-1-** عبارة السرعة الحجمية v_{vol} لتفاعل الأسترة: $v_{vol}(t)=\frac{1}{V_T}.\frac{dx}{dt}$ حساب قيمتها الأعظمية: $v_{vol}(t=0)=\frac{1}{132,7\times10^{-3}}\times\frac{0,134\times5}{1-0}$ ومنه $v_{vol}(t=0)=5,04mo\ell.L^{-1}.h^{-1}$
	0,25	**4-2-** تعيين قيمة زمن نصف التفاعل: $x_{½}=\frac{x_f}{2}=\frac{0,67}{2}=0,335\ mo\ell$ بالإسقاط نجد $t_{½}=0,7\ h=42\min$
	0,25	**4-3-** حساب قيمة r مردود التفاعل: نعلم أنّ $r_f=\frac{x_f}{x_{\max}}\times100$ تطبيق عددي $r_f=\frac{0,67}{1}\times100$ ومنه $r_f=67\%$
	0,25	**4-4-** إيجاد قيمة ثابت التوازن لتفاعل الأسترة: $K=\frac{n_{f(C_5H_{10}O_2)}\times n_{f(H_2O)}}{n_{f(CH_3COOH)}\times n_{f(C_3H_7OH)}}$ تطبيق عددي $K=\frac{(0,67)^2}{(1-0,67)^2}$ ومنه $K=4$
	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	**5-** تحديد جهة التطور التلقائي للجملة الكيميائية بعد إضافة $n=1mo\ell$ من حمض الإيثانويك: – عند إضافة $n=1mo\ell$ من حمض الإيثانويك لهذا المزيج يكون كسر التفاعل الابتدائي: $Q_{r,i}=\frac{n'_{0(C_5H_{10}O_2)}\times n'_{0(H_2O)}}{n'_{0(CH_3COOH)}\times n'_{0(C_3H_7OH)}}$ حيث: $n'_{0(C_5H_{10}O_2)}=n'_{0(H_2O)}=0,67\,mo\ell$ ، $n'_{0(C_3H_7OH)}=1-0,67=0,33\ mo\ell$ و $n'_{0(CH_3COOH)}=(1-0,67)+1=1,33\ mo\ell$. بالتعويض نجد: $Q_{r,i}=\frac{0,67^2}{1,33\times0,33}$ ومنه $Q_{r,i}=1,02$ نلاحظ أنّ $Q_{r,i}\langle K$ ومنه الجملة تتطوّر في الاتجاه المباشر (تشكّل الاستر). لإيجاد التركيب المولي للمزيج عند التوازن الكيميائي الجديد نحسب أولا قيمة التقدم النهائي x_f : لدينا $K=\frac{n'_{f(C_5H_{10}O_2)}\times n'_{f(H_2O)}}{n'_{f(CH_3COOH)}\times n'_{f(C_3H_7OH)}}$ تطبيق عددي $\frac{(0,67+x_f)^2}{(1,33-x_f)(0,33-x_f)}=4$ بعد التبسيط نجد $3x_f^2-7,98x_f+1,3067=0$ المعادلة تقبل حلّين و باستعمال المميز Δ نجد : $x_1=2,48\ mo\ell$ مرفوض لأنّ $x_1\rangle n'_0$ و $x_2=0,17\ mo\ell$ مقبول إذن التقدم النهائي عند التوازن الكيميائي الجديد $x_f=0,17\ mo\ell$ ومنه يمكن حساب كميات مادة الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج عندئذ: $n'_{f(C_5H_{10}O_2)}=n'_{f(H_2O)}=0,67+x_f=0,67+0,17=0,84\ mo\ell$ $n'_{f(CH_3COOH)}=1,33-x_f=1,33-0,17=1,16\ mo\ell$ $n'_{f(C_3H_7OH)}=0,33-x_f=0,16\ mo\ell$

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	 المجموع
التمرين الأول: (06 نقاط) **I-1**–منحنى أستون هو تمثيل لعكس طاقة الربط لكل نكليون بدلالة عدد النكليونات أي: $-\frac{E_\ell}{A}=f(A)$ – الفائدة منه : – تحديد مجالات الأنوية القابلة للاندماج، القابلة للانشطار والأنوية الأكثر استقرارا. – تحديد طاقة الربط لكل نكليون لأي نواة وبالتالي يمكن مقارنة استقرار الأنوية فيما بينها.	0,25 0,25	0,5
2– الأنوية التي لها $50<A<75$: هي الأنوية الأكثر استقرارا على الإطلاق و لها $\frac{E_\ell}{A}\simeq 8,7\frac{MeV}{Nucl}$ والتي تضم الحديد والنحاس والنيكل وهذا ما يفسر وفرة هذه الأنوية في الطبيعة.	0,25	0,25
II-1– تعريف الانشطار : هو تفاعل نووي مفتعل يحدث عند قذف نواة ثقيلة بنترون بطيء فتنقسم إلى نواتين أخف وأكثر استقرارا مع انبعاث نيترونات وتحرير طاقة نووية. – خصائص تفاعل الانشطار النووي: * تفاعل نووي مفتعل. * تفاعل تسلسلي مغذّى ذاتيا. * تفاعل مراقب أي يمكن التحكم فيه. * الطاقة الناتجة عنه أقل من الطاقة الناتجة عن الاندماج. * نفاياته النووية يصعب التخلص منها وبعضها أنوية مشعة ولها أنصاف أعمار طويلة.	0,25 0,25	0,5
2– معادلة الانشطار : ${}^1_0n+{}^{235}_{92}U\rightarrow{}^{139}_{53}I+{}^{94}_{39}Y+\alpha{}^1_0n$ ، بتطبيق قوانين الانحفاظ لصودي نجد: $\alpha=3$ ، فتصبح المعادلة: ${}^1_0n+{}^{235}_{92}U\rightarrow{}^{139}_{53}I+{}^{94}_{39}Y+3{}^1_0n$	0,25	0,25
3–1– حساب الطاقة المحررة عن انشطار نواة يورانيوم واحدة: **الطريقة1:** لدينا: $E_{\ell ib}=E_{\ell_f}-E_{\ell_i}=E_\ell({}^{139}_{53}I)+E_\ell({}^{94}_{39}Y)-E_\ell({}^{235}_{92}U)$ و بتعويض قيم $\frac{E_\ell}{A}$ من منحنى أستون: $E_{\ell ib}=(8,3\times139)+(8,6\times94)-(7,6\times235)$ نجد: $E_{\ell ib}=176,1MeV$ **الطريقة2:** لدينا: $E_{\ell ib}=(m_i-m_f).C^2=\left[m({}^{235}_{92}U)-m({}^{94}_{39}Y)-m({}^{139}_{53}I)-2\times m({}^1_0n)\right].C^2$ بالتعويض: $E_{\ell ib}=(234,9935-93,89014-138,897-2\times1,0087)931,5$ نجد: $E_{\ell ib}=176,01MeV$	0,25 0,25	0,5
3–2– حساب سرعة النيترون الواحد: الطاقة الحركية للنترونات: $E_c=\frac{E_{\ell ib}\times12}{100}$ بالتعويض: $E_c=\frac{176,1\times12}{100}$ نجد: $E_c=21,132MeV$ الطاقة الحركية للنترون الواحد: $E_c({}^1_0n)=\frac{E_c}{3}$ بالتعويض نجد: $E_c({}^1_0n)=7,044MeV$ سرعة النيترون: لدينا $v({}^1_0n)=\sqrt{\frac{2.E_c({}^1_0n)}{m({}^1_0n)}}$ بالتعويض: $v({}^1_0n)=\sqrt{\frac{2\times7,044\times1,6\times10^{-13}}{1,0087\times1,66\times10^{-27}}}$ نجد: $v({}^1_0n)=3,669\times10^7 m.s^{-1}$	0,25 0,25 0,25	0,75

4−1− حساب الطاقة النووية المحررة خلال يوم: لدينا: $E_{\ell ib_T}=\frac{m}{M}.N_A.E_{\ell ib}$ بالتعويض: $E_{\ell ib_T}=\frac{2,6\times10^3\times6,02\times10^{23}\times176,1}{235}$ نجد: $E_{\ell ib_T}=1,1729\times10^{27}\,MeV$	0,25 0,25	0,5
4−2− حساب الطاقة الكهربائية خلال يوم واحد: لدينا: $P=\frac{E_{\acute{e}lect}}{\Delta t}\Rightarrow E_{\acute{e}lect}=P.\Delta t$ بالتعويض: $E_{\acute{e}lect}=900\times10^6\times24\times3600$ نجد: $E_{\acute{e}lect}=7,776\times10^{13}\,J$	0,25 0,25	0,5
4−3− المردود الطاقوي للمفاعل النووي: لدينا: $r=\frac{E_{\acute{e}lect}}{E_{\ell ib_T}}$ بالتعويض: $r=\frac{7,776\times10^{13}}{1,1729\times10^{27}\times1,6\times10^{-13}}$ فنجد: $r\simeq41,5\%$	0,25	0,25
III−1−معادلة تفاعل الاندماج الموضح على منحنى أستون: ${}_1^2H+{}_1^3H\rightarrow{}_2^4He+{}_Z^AX$ بتطبيق قوانين الانحفاظ لصودي نجد: $A=1$ و: $Z=0$ فتكون: ${}_1^2H+{}_1^3H\rightarrow{}_2^4He+{}_0^1n$	0,25	0,25
2− طاقة الربط لنواة الهليوم $\left({}_2^4He\right)$: لدينا من منحنى أستون: $\frac{E_\ell}{A}\left({}_2^4He\right)=7,1\frac{MeV}{Nucl}$ نجد: $E_\ell\left({}_2^4He\right)=28,4MeV$ − استنتاج كتلة نواة الهليوم: لدينا: $E_\ell\left({}_2^4He\right)=\left[\left(2.m_p+2.m_n\right)-m\left({}_2^4He\right)\right]\times C^2$ وبالتالي: $m\left({}_2^4He\right)=2.m_p+2.m_n-\frac{E_\ell\left({}_2^4He\right)}{C^2}$ أي: $m\left({}_2^4He\right)=2\times1,0078+2\times1,0087-\frac{28,4}{931,5}$ نجد: $m\left({}_2^4He\right)=4,002511u$	0,25 0,25	0,5
3− حساب الطاقة المحررة عن تفاعل اندماج النظيرين: لدينا: $E'_{\ell ib}=E_{\ell_f}-E_{\ell_i}=E_\ell\left({}_2^4He\right)-E_\ell\left({}_1^2H\right)-E_\ell\left({}_1^3H\right)$ و بتعويض قيم $\frac{E_\ell}{A}$ من منحنى أستون: $E'_{\ell ib}=28,4-(1,1\times2)-(2,8\times3)$ فنجد: $E'_{\ell ib}=17,8MeV$	0,25	0,25
4− حساب الطاقة المحررة عن مزيج متساوي الأنوية من النظيرين المندمجين: لدينا: $E'_{\ell ib_T}=N.\ E'_{\ell ib}$ حيث: N هو عدد أنوية $\left({}_1^2H\right)$ والمساوي لعدد أنوية $\left({}_1^3H\right)$. ولدينا: $m'=m\left({}_1^2H\right)+m\left({}_1^3H\right)=\frac{N}{N_A}.\ M\left({}_1^2H\right)+\frac{N}{N_A}.\ M\left({}_1^3H\right)$ أي: $m'=\frac{N}{N_A}.\left(M\left({}_1^2H\right)+M\left({}_1^3H\right)\right)$ فيكون: $N=\frac{m'.N_A}{M\left({}_1^2H\right)+M\left({}_1^3H\right)}$ بالتعويض: $E'_{\ell ib_T}=\frac{m'.N_A.E'_{\ell ib}}{M\left({}_1^2H\right)+M\left({}_1^3H\right)}$ أي: $E'_{\ell ib_T}=\frac{1\times10^3\times6,02\times10^{23}\times17,8}{2+3}$ نجد: $E'_{\ell ib_T}=2,14312\times10^{27}\,MeV$	0,25 0,25	0,5

5- لتفسير هذه المقولة نقارن الطاقة المحررة عن كل نكليون لتفاعلي الانشطار والاندماج السابقين نجد: $\frac{E_{\ell ib}}{\sum A}=\frac{176,1}{236}\rightarrow \frac{E_{\ell ib}}{\sum A}=0,746\frac{MeV}{Nucl}$ و : $\frac{E'_{\ell ib}}{\sum A}=\frac{17,8}{5}\rightarrow \frac{E'_{\ell ib}}{\sum A}=3,56\frac{MeV}{Nucl}$ أي أن الطاقة المحرّرة لكل نكليون من تفاعل الاندماج أكبر بحوالي خمس مرات عن الطاقة المحررة لكل نكليون من تفاعل الانشطار.	0,25 0,25	0,5
التمرين الثاني: (07 نقاط) **I- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء:** 1-1- حساب الكتلة m_0: لدينا: $m_0=C.V.M$ أي: $m_0=5\times10^{-3}\times0,2\times122$ فنجد: $m_0=0,122g$	0,25	0,25
1-2- البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S): * نزن الكتلة $m_0=0,122g$ بواسطة ميزان الكتروني حساس. * نفرغ هذه الكتلة في حوجلة عيارية سعتها $200mL$ بها كمية من الماء المقطّر. * نرج قليلا ثم نكمل بالماء المقطر إلى غاية خط العيار و نرج المحلول جيدا.	0,25	0,25
2- معادلة انحلال حمض البنزويك: $C_6H_5COOH_{(aq)}+H_2O_{(\ell)}=C_6H_5COO^-_{(aq)}+H_3O^+_{(aq)}$ - تبيان أنه تفاعل حمض-أساس: الثنائيتان المتفاعلتان هما: $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$ (H_3O^+/H_2O) حدث انتقال بروتون من حمض الثنائية الأولى إلى أساس الثنائية الثانية فهذا التفاعل إذا هو تفاعل حمض-أساس.	0,25 0,25	0,5
3- جدول التقدم: (الجدول أدناه)	0,25	0,25

معادلة التفاعل		$C_6H_5COOH_{(aq)}$	$+H_2O_{(\ell)}$	$=C_6H_5COO^-_{(aq)}$	$+H_3O^+_{(aq)}$
ح ج	التقدم (mol)	كميـات المـادة			
$t=0$	$x=0$	$C.V$	بـوفـــرة	0	0
t	x	$C.V-x$	بـوفـــرة	x	x
t_f	x_f	$C.V-x_f$	بـوفـــرة	x_f	x_f

4- عبارة التقدم النهائي x_f: من قانون كولوروش: $\sigma_f=\lambda_{H_3O^+}.[H_3O^+]_f+\lambda_{C_6H_5COO^-}.[C_6H_5COO^-]_f$ أي: $\sigma_f=\lambda_{H_3O^+}.\frac{x_f}{V}+\lambda_{C_6H_5COO^-}.\frac{x_f}{V}\Rightarrow \sigma_f=\frac{\lambda_{H_3O^+}+\lambda_{C_6H_5COO^-}}{V}.x_f$ ومنه: $x_f=\frac{\sigma_f.V}{\lambda_{H_3O^+}+\lambda_{C_6H_5COO^-}}$ بالتعويض: $x_f=\frac{2,03\times10^{-2}\times0,2\times10^{-3}}{(35+3,24)\times10^{-3}}$ نجد: $x_f=1,06\times10^{-4}mo\ell$	0,25 0,25	0,5
5- حساب نسبة التقدم النهائي τ_f: لدينا : $\tau_f=\frac{x_f}{x_{\max}}==\frac{x_f}{C.V}$ أي: $\tau_f=\frac{1,06\times10^{-4}}{5\times10^{-3}\times0,2}$ فنجد: $\tau_f=0,106$ -بما أن $\tau_f<1$ فإن حمض البنزويك حمض ضعيف انحلاله في الماء غير تام	0,25	0,25

0,75	0,25 0,25 0,25	6- عبارة ثابت التوازن K: لدينا: $K=\frac{[H_3O^+]_f.[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$ وبالتعويض من جدول التقدم: $K=\frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\frac{CV-x_f}{V}}=\frac{x_f^2}{V^2\left(\frac{CV-x_f}{V}\right)}$ فنجد: $K=\frac{x_f^2}{V(CV-x_f)}$ - حساب Ka: لدينا: $K=Ka=\frac{[H_3O^+]_f.[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$ أي: $Ka=\frac{x_f^2}{V(CV-x_f)}$ بالتعويض: $Ka=\frac{(1,06\times10^{-4})^2}{0,2(5\times10^{-3}\times0,2-1,06\times10^{-4})}$ فنجد: $Ka=6,28\times10^{-5}$ - حساب $pKa(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$: لدينا: $pKa=-\log Ka$ أي: $pKa(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)=4,2$
0,25	0,25	**II- معايرة حمض البنزويك:** 1- المعايرة الـ pH مترية. - الهدف منها هو تحديد تركيز (كمية المادة) لمحلول مائي مجهول التركيز عن طريق معايرته بمحلول معلوم التركيز.
0,25	0,25	2- معادلة تفاعل المعايرة: $C_6H_5COOH_{(aq)}+(Na^+_{(aq)}+OH^-_{(aq)})=(Na^+_{(aq)}+C_6H_5COO^-_{(aq)})+H_2O_{(\ell)}$ أي: $C_6H_5COOH_{(aq)}+OH^-_{(aq)}=C_6H_5COO^-_{(aq)}+H_2O_{(\ell)}$
0,25	0,25	3- ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة: لدينا: $K=\frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f.[HO^-]_f}$ أي: $K=\frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f.[HO^-]_f}\times\frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f}$ ومنه: $K=\frac{Ka}{Ke}$ بالتعويض: $K=\frac{6,28\times10^{-5}}{10^{-14}}$ فنجد: $K=6,28\times10^{9}$ - نلاحظ أن: $K>10^4$ فنستنتج أن تفاعل المعايرة هو تفاعل تام.
0,5	0,25 0,25	4- تعريف نقطة التكافؤ: هي النقطة التي يكون فيها النوع الكيميائي المعايَر والنوع الكيميائي المعايِر ممزوجان بنسب ستوكيومترية. - إحداثيات نقطة التكافؤ: بيانيا نجد: $E(V_{bE}=12mL,\ pH_E=7,6)$.
0,5	0,25 0,25	5- حساب التركيز المولي C_a لحمض البنزويك في البنزويك: عند التكافؤ يكون: $C_a.V_a=C_b.V_{bE}\rightarrow C_a=\frac{C_b.V_{bE}}{V_a}$ بالتعويض: $C_a=\frac{10^{-2}\times12}{100}$ نجد: $C_a=1,2\times10^{-3}mol.L^{-1}$ - التركيز الكتلي: لدينا: $C_m=M.C_a$ بالتعويض نجد: $C_m=0,1464g.L^{-1}$

0,25	0,25	6- صحة القيمة المشار إليها على اللصيقة: التركيز الكتلي لحمض البنزويك في المشروب الغازي المعايَر هو $C_m = 0,1464 g.L^{-1}$ أي: $\begin{cases} 0,1464 \to 1L \\ m' \to 2L \end{cases} \Rightarrow m' = 0,1464\times 2$ ومنه: $m' = 0,2928g \simeq 0,3g$ فالنتيجتان متطابقتان في حدود أخطاء التجربة والقياس.
0,5	0,25 0,25	7-1- إثبات العلاقة: عند إضافة الحجم $V_b = 9mL$ يكون: $V_b < V_{bE}$ أي أن المتفاعل المحدّ هو OH^- ومنه: $x_{max} = C_bV_b$ ولدينا من جدول التقدم: $n_f(OH^-) = C_bV_b - x_f$ أي: $x_f = C_bV_b - n_f(OH^-)$ ولدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{C_bV_b - n_f(OH^-)}{C_bV_b} = \frac{C_bV_b}{C_bV_b} - \frac{n_f(OH^-)}{C_bV_b} = 1 - \frac{[OH^-]_f (V_a+V_b)}{C_bV_b}$ $\tau_f = 1 - \frac{[OH^-]_f}{C_b}\times\left(\frac{V_a+V_b}{V_b}\right) = 1 - \frac{10^{pH-14}}{C_b}\times\left(\frac{V_a+V_b}{V_b}\right) = 1 - \frac{10^{pH}\times10^{-14}}{C_b}\times\left(1+\frac{V_a}{V_b}\right)$ ومنه: $\tau_f = 1 - \frac{Ke.10^{pH}}{C_b}\left(1+\frac{V_a}{V_b}\right)$
0,5	0,25 0,25	7-2- حساب τ_f عند هذه الإضافة: لدينا $V_b = 9mL$ ، بالإسقاط على البيان نجد: $pH = 4,8$ وبالتعويض: $\tau_f = 1 - \frac{10^{-14}.10^{4,8}}{C_b}\left(1+\frac{100}{9}\right)$ فنجد: $\tau_f = 0,999 \simeq 1$ – نستنتج أنه عند إضافة الحجم $V_b = 9mL$ يكون تفاعل المعايرة شبه تام.
1	0,25 0,25 0,25 0,25	7-3- تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج: * $[H_3O^+]$: لدينا: $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,8}$ نجد: $[H_3O^+] = 1,58\times10^{-5} mol.L^{-1}$ * $[HO^-]$: لدينا: $[HO^-] = 10^{pH-14} = 10^{4,8-14}$ نجد: $[HO^-] = 6,31\times10^{-10} mol.L^{-1}$ * $[Na^+]$: لدينا مما سبق: $x_{max} = C_bV_b$ أي: $x_{max} = 10^{-2}\times 9\times10^{-5}$ ومنه: $x_{max} = 9\times10^{-5} mol$ ولدينا: $[Na^+] = \frac{x_{max}}{V_a+V_b}$ أي: $[Na^+] = \frac{9\times10^{-5}}{109\times10^{-3}}$ نجد: $[Na^+] = 8,25\times10^{-4} mol.L^{-1}$ * $[C_6H_5COO^-]$: من جدول التقدم $[C_6H_5COO^-] = [Na^+]$ أي $[C_6H_5COO^-] = 8,25\times10^{-4} mol.L^{-1}$ * $[C_6H_5COOH]$: لدينا من جدول التقدم: $[C_6H_5COOH] = C_aV_a - x_{max}$ بالتعويض: $[C_6H_5COOH] = 1,2\times10^{-3} - 9\times10^{-5}$ فنجد: $[C_6H_5COOH] = 1,11\times10^{-3} mol.L^{-1}$
0,25	0,25	8- تحديد $pKa(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$: عند حجم نصف التكافؤ يكون $pH = pKa$ ولدينا $V_{bE}/2 = 6mL$ بإسقاط هذه القيمة على البيان نجد: $pKa(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-) = 4,2$

التمرين التجريبي: (07 نقاط)		
1− دراسة الحركة وفق المحورين (ox) و (oz) لكلا الفوجين:		
المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليلي الجملة المدروسة: جسم القوة المؤثرة: قوة الثقل $\vec{P}$		
بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ يعني أن: $\vec{P} = m\vec{a}$		
<u>الفوج الأول:</u>		
* بالإسقاط وفق المحور (ox) نجد: $m.a_x = 0$ مما يعني أن: $(a_x = 0 \Leftarrow m \neq 0)$		
أي أن التسارع معدوم و منه الحركة مستقيمة منتظمة وفق المحور (ox) و معادلاتها الزمنية كالآتي:		
المعادلة الزمنية للسرعة : $a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \rightarrow v_x(t) = cts = v_{0x} = v_0$ أي: $\boxed{v_x(t) = v_0}$	0,25	
المعادلة الزمنية للمسافة: $v_x(t) = \frac{dx}{dt} = v_0 \rightarrow x(t) = v_0.t + x_0$ علما أن: $x_0 = 0$ نجد: $\boxed{x(t) = v_0.t...(1)}$	0,25	
* بالإسقاط وفق المحور (oz) نجد: $m.a_z = -P = -mg$ ومنه: $a_z = -g = Cte$		
أي أن التسارع ثابت ومنه الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام وفق المحور (oz) ومعادلاتها الزمنية كالآتي:		
المعادلة الزمنية للسرعة : $a_z = \frac{dv_z}{dt} = -g \rightarrow v_z(t) = -gt + \cancel{v_{oz}}^{0}$ ومنه: $\boxed{v_z(t) = -gt}$	0,25	
المعادلة الزمنية للمسافة : $v_z(t) = \frac{dz}{dt} = -gt \rightarrow z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_0$ علما أن: $z_0 = h_0$		
تصبح: $\boxed{z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h_0...(2)}$	0,25	2,5
* معادلة المسار: لدينا من (1) : $t = \frac{x(t)}{v_0}$ بالتعويض في (2) والتبسيط نجد:		
$\boxed{z(x) = -\frac{g}{2.v_0^2}x^2 + h_0 \quad ....(3)}$	0,25	
<u>الفوج الثاني:</u>		
* بالإسقاط وفق المحور (ox) نجد: $m.a'_x = 0$ مما يعني أن: $(a'_x = 0 \Leftarrow m \neq 0)$		
أي أن التسارع معدوم و منه الحركة مستقيمة منتظمة وفق المحور (ox) و معادلاتها الزمنية كالآتي:		
المعادلة الزمنية للسرعة : $a'_x = \frac{dv'_x}{dt} = 0 \rightarrow v'_x(t) = cts = v'_{0x}$ أي: $\boxed{v'_x(t) = v'_0.\cos\alpha}$	0,25	
المعادلة الزمنية للمسافة: $v'_x(t) = \frac{dx'}{dt} = v'_0.\cos\alpha \rightarrow x'(t) = v'_0.\cos\alpha.t + x'_0$ علما أن $x'_0 = 0$		
فتصبح : $\boxed{x'(t) = v'_0 \cos\alpha.t...(4)}$	0,25	
* بالإسقاط وفق المحور (oz) نجد: $m.a'_z = -P = -mg$ ومنه: $a'_z = -g = Cte$		

	0,25 0,25 0,25	أي أن التسارع ثابت ومنه الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام وفق المحور (oz) ومعادلاتها الزمنية كالآتي: المعادلة الزمنية للسرعة : $a'_z=\frac{dv'_z}{dt}=-g \to v'_z(t)=-gt+v'_{oz}$ ومنه: $v'_z(t)=-gt+v'_0\sin\alpha$ المعادلة الزمنية للمسافة : $v'_z(t)=\frac{dz'}{dt}=-gt+v'_0\sin\alpha \;\; \to \;\; z'(t)=-\frac{1}{2}gt^2+v'_0\sin\alpha.t+z'_0$ علما أن: $z'_0=h'_0$ تصبح: $z'(t)=-\frac{1}{2}gt^2+v'_0\sin\alpha.t+h'_0...(5)$ * معادلة المسار : لدينا من (4) : $t=\frac{x'(t)}{v'_0.\cos\alpha}$ بالتعويض في (5) والتبسيط نجد: $z'(x')=-\frac{g}{2.v'^2_0.\cos^2\alpha}x'^2+(\tan\alpha).x'+h'_0 \;\; ....(6)$
0,25	0,25	2-1- نسب المسار الموافق لكل فوج: المعادلة (6) المسار للفوج الثاني من الشكل: $y(x)=a.x^2+b.x+c$ حيث: $a<0$ وهو ما يوافق معادلة القطع المكافئ (a) من الشكل (4)، أي: الفوج الأول ⟵ البيان (b) الفوج الثاني ⟵ البيان (a)
0,25	0,25	2-2- تعيين الارتفاعين h_0 و h'_0 : من بيان الشكل (4): $h_0=4,5\times0,5$ أي: $h_0=2,25m$ و : $h'_0=0,5m$
0,5	0,25 0,25	2-3- إيجاد قيمة v_0 السرعة الابتدائية للفوج الأول: عند وصول كرة الفوج الأول إلى المدى يكون من البيان: $z_p=0$ و : $x_p=10,1\times2,4$ أي: $x_p=24,24m$ بالتعويض في معادلة المسار نجد: $z(x_p)=-\frac{g}{2.v_0^2}x_p^2+h_0=0$ بالتبسيط: $v_0=\sqrt{\frac{g.x_p^2}{2h_0}}$ تطبيق عدي: $v_0=\sqrt{\frac{9,8\times(24,24)^2}{2\times2,25}}$ فنجد: $v_0=35,77m.s^{-1}$
0,5	0,25 0,25	2-4- تحديد التسديدة الناجحة للاعب: لدينا من بيان الشكل(4): $x_p=24,24m$ و : $x'_p=(9\times2,4)=21,6m$ وطول ميدان التنس هو $24m$ أي أن تسديدة اللاعب التي درسها الفوج الأول سقطت خارج الميدان. فالتسديدة التي درسها الفوج الثاني سقطت داخل الميدان فهي التسديدة الناجحة.
1,25	0,25 0,25	2-5- ارتفاع الكرة عن الحافة العلوية للشبكة لحظة مرور الكرة بالمستوى الشاقولي للشبكة: عند مرور الكرة بالمستوى الشاقولي للشبكة يكون: $x=\frac{24}{2}=12m$ بالإسقاط على بياني الشكل(4): **<u>الفوج الأول</u>**: لدينا: $z(12m)=3,4\times0,5$ أي: $z(12m)=1,7m$ وهو ارتفاع الكرة عن الأرض، ومنه ارتفاع الكرة عن الحافة العلوية للشبكة هو : $h=1,7-0,9$ أي: $h=0,8m$

* التحقق من ارتفاع الفوج الأول حسابيا: نعوض في معادلة المسار للفوج الأول: $z(12m)=-\frac{9,8}{2\times(35,77)^2}\times 12^2+2,25$ نجد: $z(12m)=1,698m\simeq 1,7m$ ومنه: $h=0,8m$. **الفوج الثاني**: لدينا: $z'(12m)=4,55\times 0,5$ أي: $z'(12m)=2,275m$ وهو ارتفاع الكرة عن الأرض، ومنه ارتفاع الكرة عن الحافة العلوية للشبكة هو: $h'=2,275-0,9$ أي: $h'=1,375m$	0,25 0,25 0,25	
3-1- الشكل الموافق لكل فوج والمنحنى الموافق لكلّ مركبة: **الشكل(5)**: البيان(1) $\longrightarrow v_x(t)$ والبيان(2) $\longrightarrow v_z(t)$ عند اللحظة $t=0$ نجد من البيان $v_z(0)=0$ وهذا ما يوافق السرعة الابتدائية الأفقية للفوج الأول. **الشكل(6)**: البيان(3) $\longrightarrow v'_x(t)$ والبيان(4) $\longrightarrow v'_z(t)$ عند اللحظة $t=0$ نجد من البيان $v_z(0)\neq 0$ وهذا ما يوافق السرعة الابتدائية v'_0 للفوج الثاني التي تميل عن الأفق بزاوية α فتكون: $v'_{0z}=v'_0.\sin\alpha\neq 0$. يقبل التعليل أيضا بالمقارنة بين معادلات البيان والمعادلات الزمنية للفوجين.	0,25 0,25	0,5
3-2- تحديد السلم الناقص من بيان الشكل (5): لدينا: $v_0=v_{0x}=35,77m.s^{-1}$ ولدينا من البيان: $\begin{cases} v_0\rightarrow 5,1cm \\ Ech\rightarrow 1cm \end{cases}\Rightarrow Ech=\frac{35,77}{5,1}$ فيكون السلم: $1cm\rightarrow 7m.s^{-1}$	0,25	0,25
3-3- استنتاج v'_0 و زاوية القذف α: لدينا من الشكل(6): $v'_{0x}=16,5m.s^{-1}$ و $v'_{0z}=6m.s^{-1}$ فنجد: $v'_0=\sqrt{(v'_{0x})^2+(v'_{0z})^2}$ أي: $v'_0=17,55m.s^{-1}$ زاوية القذف α: لدينا: $\tan\alpha=\frac{v_{0z}}{v_{0x}}$ أي: $\tan\alpha=\frac{6}{16,5}=0,3636$ ومنه: $\alpha=19,98°\simeq 20°$	0,25 0,25	0,5
3-4- إيجاد للفوج الثاني: * زمن بلوغ الذروة t_s: عند الذروة يكون: $v'_{zs}=0$ ومن الشكل (6) نجد: $t_s=0,6s$ * قيمة أقصى ارتفاع عن سطح الأرض h_{max}: من الشكل (6) يمثل الارتفاع بمساحة المثلث الأول ونضيف إليه الارتفاع الابتدائي h'_0: $z(0,6s)=\frac{(0,2\times 3)\times(2\times 3)}{2}$ فنجد: $z(0,6s)=1,8m$ ومنه: $h_{max}=1,8+0,5$ فنجد: $h_{max}=2,3m$ يمكن حساب h_{max} بمساحة المثلث الثاني فنجد: $h_{max}=\frac{(0,2\times 3,5)\times(2,2\times 3)}{2}$ فنجد: $h_{max}=2,31m$	0,25 0,25	0,5

بالتوفيق في شهادة البكالوريا