

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

الموضوع الأول

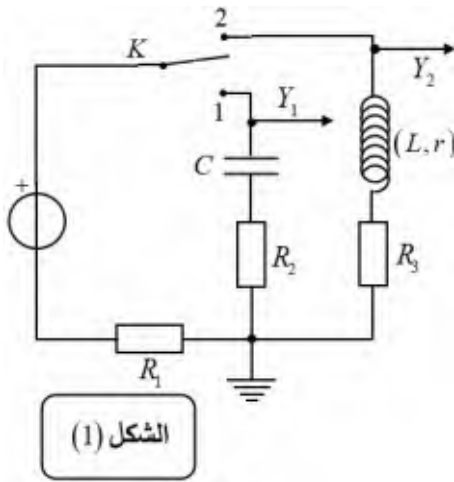
يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 01 من 08 إلى الصفحة 04 من 08)

الجزء الأول: (13 نقطة)

التمرين الأول: (07 نقاط)



تحتوي الأجهزة الكهرومنزلية على وشائع، مكثفات ونواقل أومية.... ،
تختلف وظيفة كل منها حسب كيفية تركيبها ومجال استعمالها.
يهدف التمرين إلى دراسة تصرف 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 كل 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

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

1. ماهي الظاهرة الكهربائية التي تحدث في الدارة؟

2. وضح بأسهم الاتجاه الاصطلاحي للتيار واتجاه التوترات الكهربائية.

3. بتطبيق قانون جمع التوترات، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر

$$\text{الكهربائي بين طرفي المكثفة تكتب على الشكل: } \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R_{eq} \cdot C} \cdot u_C = \frac{E}{R_{eq} \cdot C}$$

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

5. أوجد العبارة اللحظية لشدة التيار الكهربائي المار في الدارة $i(t)$ ثم استنتج للتوتر الكهربائي $u_{R_2}(t)$.

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

1. إذا علمت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$ تكتب من الشكل التالي :

$$\frac{di}{dt} + \frac{R_1 + R_3 + r}{L} \cdot i = \frac{E}{L} \quad \text{بين أن: } i(t) = \frac{E}{R_1 + R_3 + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}}\right) \quad \text{حل لها.}$$

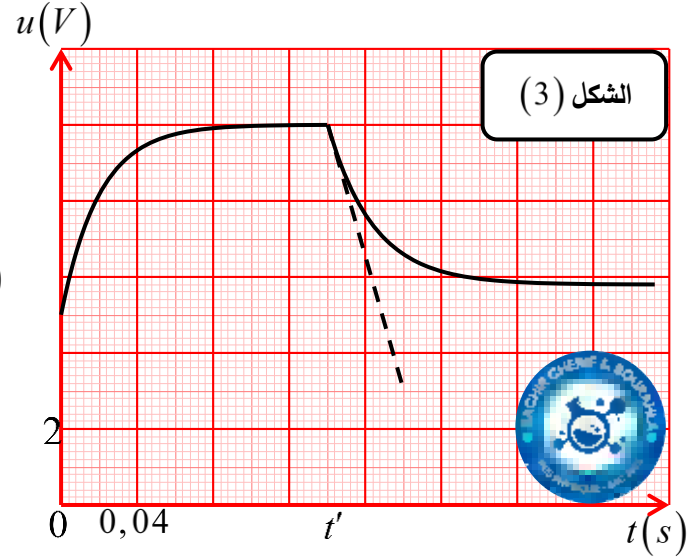
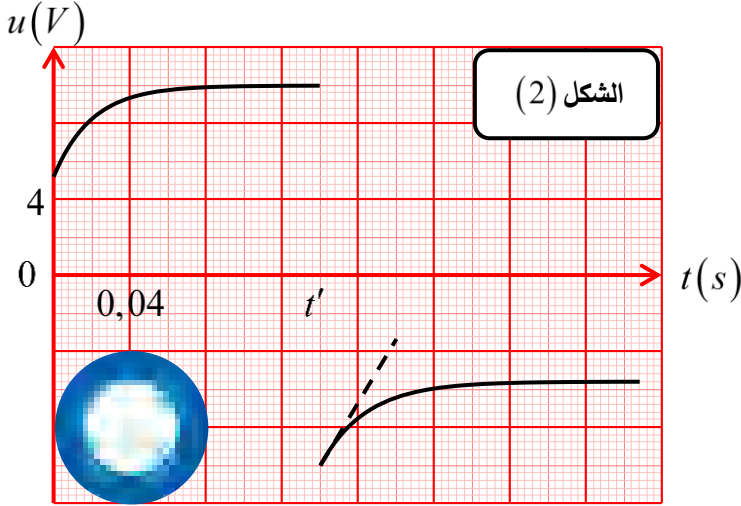
2. أوجد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الوشيعية $u_b(t)$ واستنتج عبارة التوتر الكهربائي $u_R(t)$.

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

1. ماذا يمثل المنحنيان المشاهدان بالمدخلين Y_1 و Y_2 لرأس الاهتزاز المهبطي؟

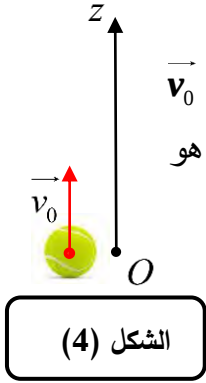
2. استنتج أي من الشكلين (2) أو (3) الذي يحقق التركيب الممثل في الشكل (1).

3. حدّد كل من القوة المحركة E ، المقاومة R_2 ، المقاومة الداخلية للوشيعية r وذاتيتها 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 $(O, \vec{k})$ موجه نحو الأعلى ومرتبطة بمرجع عطالي مناسب كما هو موضح في 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 الشرط اللازم لاعتباره عطاليا؟

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

3. مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة خلال مرحلة الصعود.

4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن،

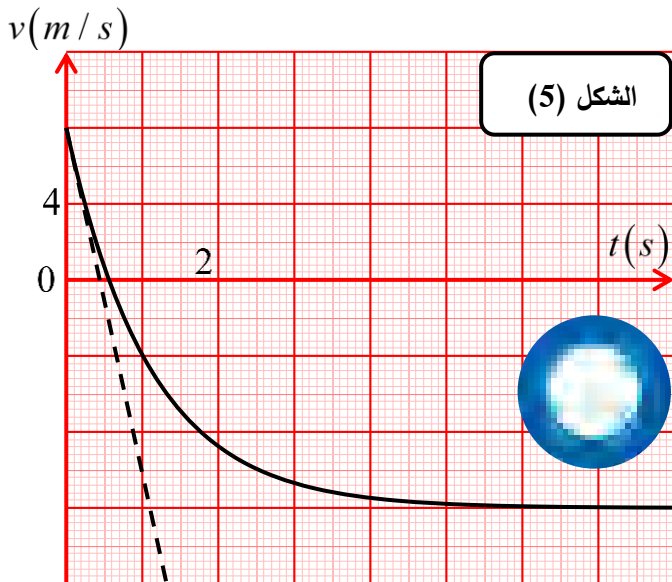
- جد المعادلة التفاضلية المميزة لحركة الكرة بدلالة سرعتها $v(t)$.

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

6. الدراسة التجريبية لحركة الكرة مكنت من الحصول على المنحنى

البياني الشكل (5) الممثل 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 ثم استنتج قيمة ثابت الاحتكاك k .
- 4.6. جد قيمة السرعة الحدية v_{lim} ثم احسب التسارع الابتدائي a_0 بطريقتين.
- 5.6. جد اللحظة التي يصبح عندها تسارع الكرة $a = -1,3 \text{ ms}^{-2}$.
7. مثلّ منحني تطوّر تسارع الكرة بدلالة الزمن باستعمال السلم $1\text{cm} \rightarrow 1\text{s}$ و $4\text{cm} \rightarrow 1\text{s}$.
8. نملاً الكرة بالماء ثمّ نعيد التجربة بنفس الشروط. مثلّ بشكل كيفي مع المنحني السابق بيان تطور سرعة الكرة في هذه الحالة مع التعليل.

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

الجزء الثاني: (07 نقاط)

التمرين التجريبي: (07 نقاط)

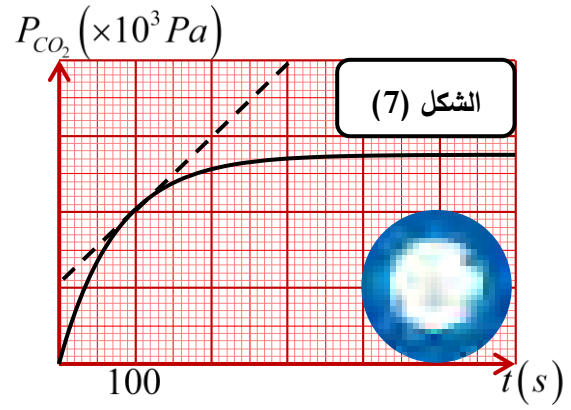
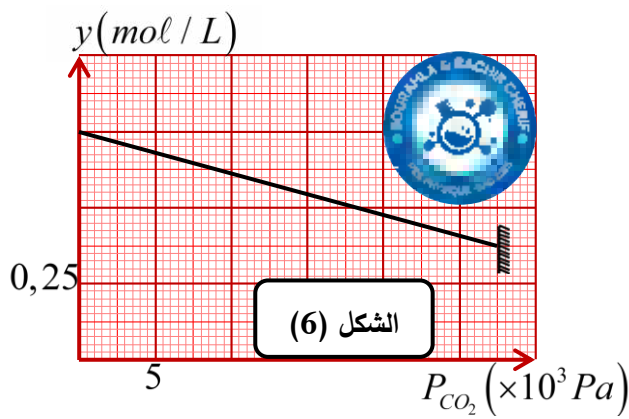
I- دراسة التحول الكيميائي بين محلول حمض الإيثانويك وشاردة هيدروجينوكربونات:

نضع في دورق مفرغ من الهواء حجما $V_1 = 60\text{mL}$ من محلول حمض الإيثانويك $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ تركيزه المولي C_1 ثم نضيف إليه حجما $V_2 = 20\text{mL}$ من محلول هيدروجينوكربونات الصوديوم $(\text{Na}^+, \text{HCO}_3^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي C_2 حصرّ بإذابة كتلة قدرها $m = 1,25\text{g}$ من كربونات الصوديوم الصلب $\text{HCO}_3\text{Na}_{(s)}$. عند مزج المحلولين نغلق الدورق بإحكام ثم نقيس ضغط الغاز الناتج خلال فترات زمنية مختلفة. نمذج التحول التام الحادث بمعادلة التفاعل الكيميائي



1. أحسب التركيز المولي C_2 ثم أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.
- تمت معالجة النتائج بواسطة برمجية خاصة فتحصلنا على المنحنيين $P_{\text{CO}_2} = f(t)$ و $y = g(P_{\text{CO}_2})$ الممثلين في الشكلين (6) و (7) على الترتيب مع العلم أن: $y = [\text{CH}_3\text{COOH}]_t - [\text{CH}_3\text{COO}^-]_t$.
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: $y = \frac{C_1 V_1}{V_T} - 2 \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_T \cdot R \cdot T} P_{\text{CO}_2}$ حيث V_{CO_2} حجم الغاز مقدّرا بالـ m^3 .
4. اعتمادا على المنحني $y = g(P_{\text{CO}_2})$ حدّد حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون V_{CO_2} والتركيز المولي C_1 .
5. حدّد السلم الناقص من المنحني البياني في الشكل (8).
6. حدّد المتفاعل المحد ثم استنتج قيمة التقدم الأعظمي $x_{\max}$.
7. بيّن أن عبارة السرعة الحجمية تعطى بالعلاقة: $v_{\text{vol}} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_T \cdot R \cdot T} \cdot \frac{dP_{\text{CO}_2}}{dt}$ ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t = 100\text{s}$.
8. حدّد قيمة الزمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

معطيات: $M_{\text{HCO}_3\text{Na}} = 84\text{g/mol}$ ، $R = 8,314\text{Pa.m}^3/\text{mol.K}$ ، $T = 298\text{K}$



II - تفاعل حمض الإيثانويك مع البروبانول:

تحتوي الفواكه على أنواع كيميائية عضوية ذات نكهات متميزة تنتمي لمجموعة الأسترات، تستعمل الأسترات في الصناعة الغذائية ونظرا لقلّة نسبها في الفواكه يتم اللجوء إلى تصنيعها. لتتبع التطور الزمني لتكون أستر انطلاقا من حمض الإيثانويك CH_3COOH والبروبانول-1 ونحضر 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 البروبانول-1، 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 حوجة عيارية، ثم نضيف إليه الماء المقطر المثّلج للحصول على $V_0=100mL$ من مزيج (S)، نأخذ من (S) حجما $V_1=5mL$ 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. بين 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 r مردود التفاعل.

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 $^{235}_{92}\text{U}$ 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) يمثل منحى أستون، الموضح عليه نوعين من التفاعلات المفتعلة لإنتاج الطاقة.

1. ماذا يمثل منحى أستون وما الفائدة منه؟



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

II- يؤدي تفاعل الانشطار الذي يحدث إثر قذف النواة $^{235}_{92}\text{U}$ بـ نيوترون بطيء إلى إنتاج أنوية أكثر استقرارا ونيوترونات.

1. عرّف تفاعل الانشطار النووي واذكر خصائصه.

2. اكتب معادلة تفاعل الانشطار النووي الموضح على منحى أستون.

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

1.3. أحسب بطريقتين هذه الطاقة بالـ MeV .

2.3. إذا علمت أن 12% من هذه الطاقة تستهلك على شكل طاقة حركية للنيوترونات الناتجة عن هذا الانشطار،

أحسب سرعة النيوترون الواحد.

4. علما أن المفاعل النووي يستهلك في اليوم الواحد كتلة

$m = 2,6\text{kg}$ من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ ، فينتج بذلك طاقة

باستطاعة كهربائية قدرها $P = 900\text{MW}$ بمردود طاقي r .

1.4. أحسب الطاقة النووية E_{lib} المحررة خلال يوم واحد.

2.4. أحسب الطاقة الكهربائية الناتجة خلال يوم واحد.

3.4. استنتج المردود الطاقي r لهذا المفاعل النووي.

III- يؤدي تفاعل الاندماج الموضح على منحى أستون

إلى إعطاء نواة أثقل وأكثر استقرارا.

1. أكتب معادلة هذا التفاعل النووي.

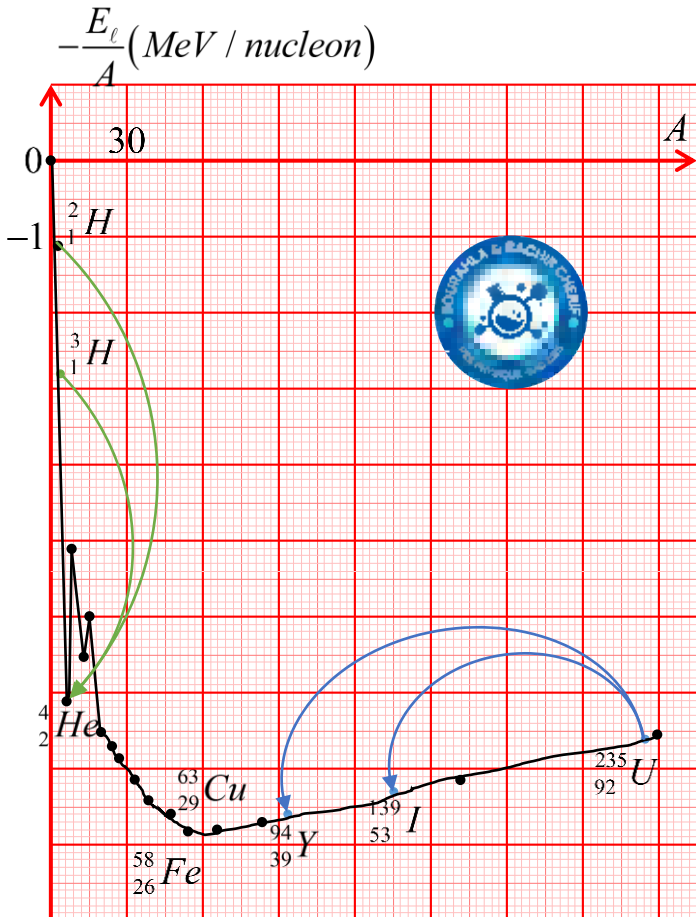
2. جد طاقة الربط لنواة الهيليوم ^4_2He ثم استنتج كتلتها بوحدة

الكتل الذرية u .

3. أحسب بالـ MeV الطاقة E'_{lib} المحررة عن هذا التفاعل.

4. أحسب الطاقة E'_{lib} المحررة عن اندماج كتلة $m' = 1\text{kg}$

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: $1\text{MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$ ، $1u = 931,5 \text{ MeV} / C^2 = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ،

$m({}_0^1n) = 1,0087u$ ، $m({}_1^1p) = 1,0078u$ ، $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

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

التمرين الثاني: (07 نقاط)



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

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

$\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,24 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

الجداء الشاردي للماء: $K_e = 10^{-14}$

I- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء :

1. نحضر محلولاً مائياً (S) لهذا الحمض تركيزه المولي $C = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} / L$ وحجمه $V = 200 \text{ mL}$ نقيس عند التوازن في الدرجة $T = 25^\circ \text{C}$ ناقلتيه النوعية فنجدها $\sigma_f = 2,03 \times 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.

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 مبيّناً أنّه تفاعل حمض-أساس.

3. أنشئ جدولاً لنقّدم التفاعل المنمّذج للتّحول الحادث بين حمض البنزويك والماء.

4. أكتب عبارة x_f تقدّم التفاعل عند التّوازن بدلالة V ، $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ ، $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}$ و σ_f (نهمل التشرّد الذاتي للماء)

ثمّ بيّن أنّ $x_f = 1,06 \times 10^{-4} \text{ mol}$.

5. احسب نسبة التقدّم النهائي للتفاعل. ماذا تستنتج؟

6. بيّن أنّ ثابت التّوازن لهذا التّفاعل يعطى بالعلاقة: $K = \frac{x_f^2}{V(CV - x_f)}$ ، ثم احسب قيمتي ثابتي الحموضة K_a

و pK_a للثنائية $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-)$.

II- معايرة حمض البنزويك:

تحتوي المشروبات الغازية على حمض البنزويك بتركيز معيّن لا يمكن تجاوزها، تشير لصيقة قارورة مشروب غازي

حجمها 2 L إلى وجود كتلة $m = 0,3 \text{ g}$ من حمض البنزويك في المشروب، وللتأكد من صحة هذه الدّلالة عايرنا

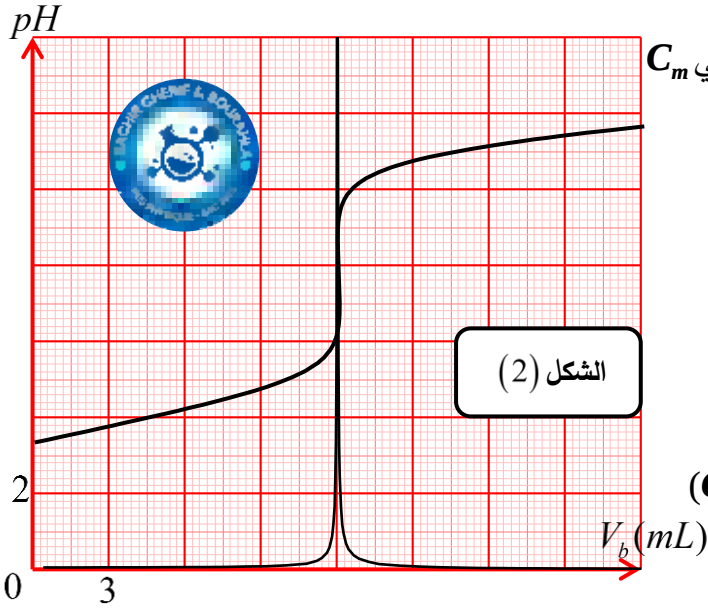
حجماً $V_a = 100 \text{ mL}$ من المشروب بواسطة محلول الصّودا $(\text{Na}^+ + \text{HO}^-)$ تركيزه المولي $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

فحصلنا على المنحنى $\text{pH} = f(V_b)$ 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؟

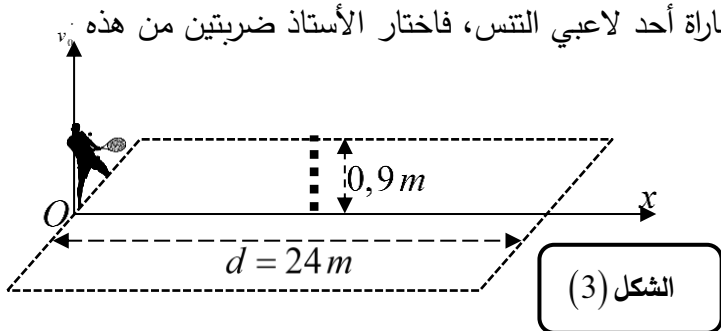


4. عرّف نقطة التكافؤ ثم حدّد إحداثياتها.
5. استنتج التركيز المولي C_a لحمض البنزويك، ثم تركيزه الكتلي C_m
6. هل القيمة المشار إليها في اللصيقة صحيحة؟
7. عند إضافة الحجم $V_b = 9 \text{ mL}$ للبشر:
 - 1.7. أثبت أنّ: $\tau_f = 1 - \frac{K_e \cdot 10^{pH}}{C_b} \left(1 + \frac{V_a}{V_b} \right)$
 - 2.7. 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 تتوسطه شبكة ارتفاعها $0,9 \text{ m}$.



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

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 $d = 12 \text{ m}$ من خطّ الشبكة.

الفوج الثاني:

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 $d = 12 \text{ m}$ من خطّ الشبكة.

1. جد المعادلات الزمنية ومعادلة المسار ثم حدّد طبيعة الحركة على كل محور لكل فوج في المعلم (Ox, Oz).
 2. النتائج المتحصّل عليها سمحت برسم بيان الشكل (4) والذي يمثّل مسار مركز عطالة الكرة لكل فوج.
 - 1.2. أنسب المسار الموافق لكل فوج مع التعليل.
 - 2.2. عيّن الارتفاعين h_0 و h'_0 .
 - 3.2. جد قيمة v_0 السرعة الابتدائية للفوج الأول.
 - 4.2. أيّ التسديدتين كانت ناجحة للاعب؟ علّل.
- (نجاح اللّاعب يكون عند سقوط الكرة داخل حدود الملعب في جهة المنافس).

5.2. جد لكل تسديدة الارتفاع عن الحافة العلوية

للشبكة لحظة مرور الكرة من مستواها الشاقولي،
ثم تأكد من ارتفاع الفوج الأول حسابيا.

3. المنحنيات الممثلة في الشكل (5) والشكل (6)
تم الحصول عليها بالاعتماد على نفس البرمجية
والتي تمثل تطور مركبتي السرعة v_x و v_y بدلالة
الزمن لكل تسديدة.

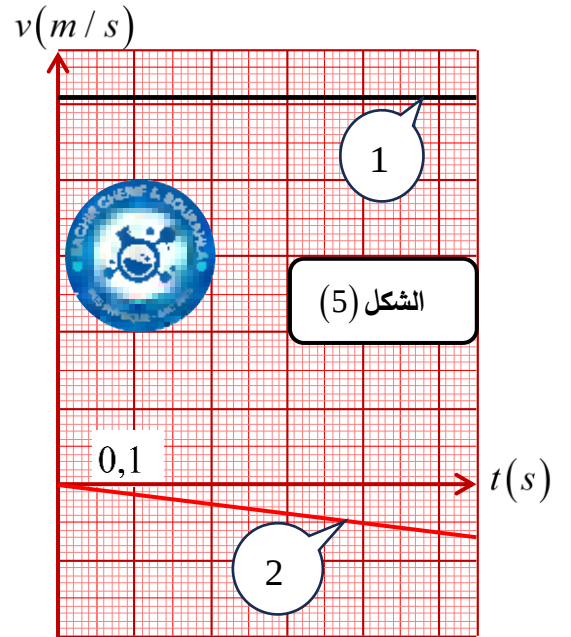
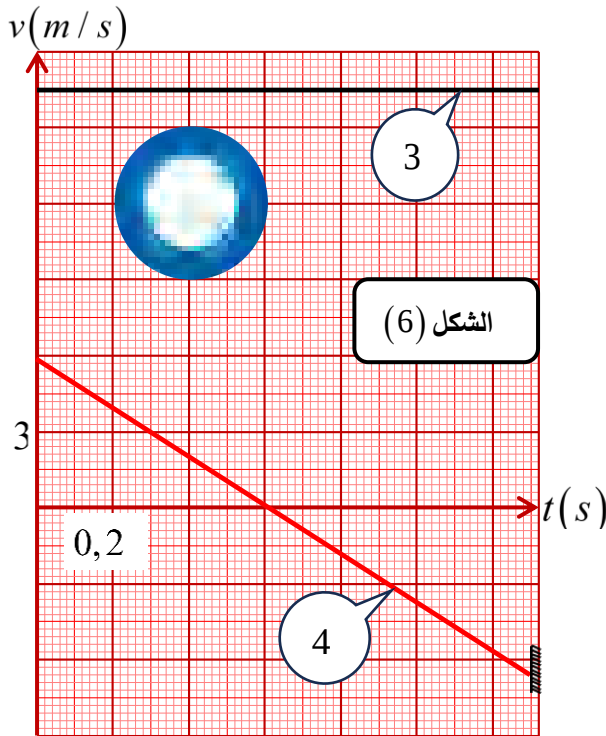
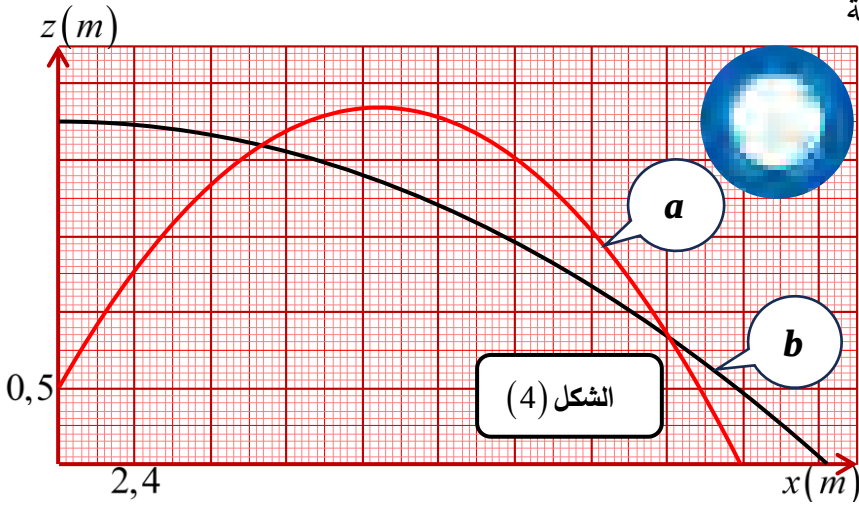
1.3. ماهو الشكل الموافق لكل فوج مع التعليل
محددا المنحنى الموافق لكل مركبة.

2.3. حدد السلم الناقص من بيان الشكل (5).

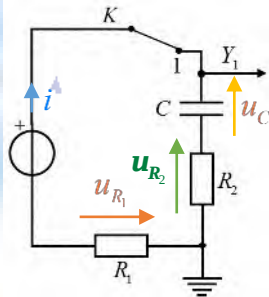
3.3. استنتج كل من السرعة الابتدائية v_0' للفوج الثاني وزاوية القذف.

4.3. جد بيانيا للفوج الثاني:

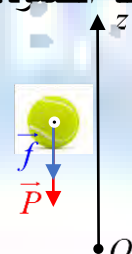
- لحظة بلوغ القذيفة للذروة t_s .
- قيمة أقصى ارتفاع $h_{\max}$ عن سطح الأرض.



انتهى الموضوع الثاني

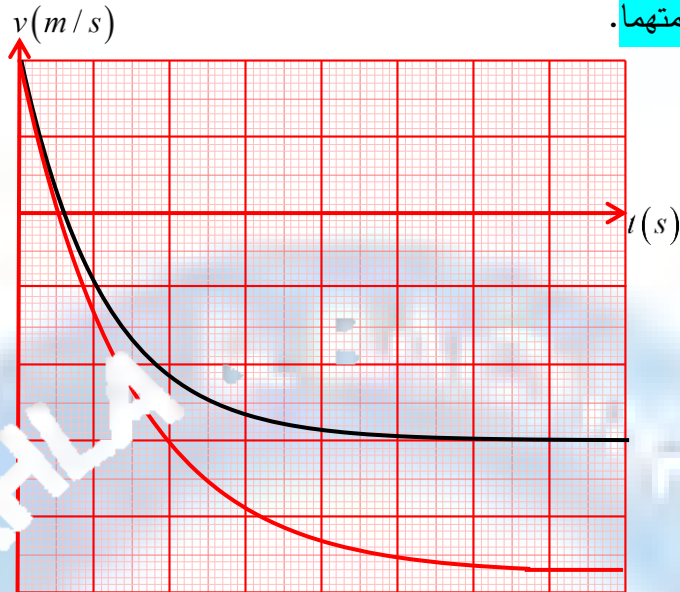
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجزأة	المجموع	
0,25	0,25	التمرين الأول: (07 نقاط) 1-1- الظاهرة الكهربائية التي تحدث في الدارة : شحن المكثفة.
0,5	0,25	2- الاتجاه الاصطلاحي للتيار واتجاه التوترات الكهربائية: 
0,5	0,25	3- أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة: بتطبيق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

0,5	0,25	5- إيجاد العبارة اللحظية لشدة التيار الكهربائي المار في الدارة $i(t)$: $i(t) = \mathcal{C} \cdot \left(\frac{E}{R_{eq} \cdot \mathcal{C}} \right) \cdot e^{-\frac{t}{R_{eq} \cdot \mathcal{C}}} \quad \text{نجد} \quad i(t) = C \cdot \frac{d(E - E \cdot e^{-\frac{t}{R_{eq} \cdot \mathcal{C}}})}{dt} \quad \text{ومنه} \quad i(t) = C \cdot \frac{du_c(t)}{dt}$ $i(t) = \frac{E}{R_{eq}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{R_{eq} \cdot \mathcal{C}}} \quad \text{ومنه}$ - استنتاج العبارة اللحظية للتوتر الكهربائي $u_{R_2}(t)$: حسب قانون أوم $u_{R_2}(t) = R_2 \cdot i(t)$ بالتعويض نجد $u_{R_2}(t) = R_2 \cdot I_0 \cdot e^{-\frac{t}{R_{eq} \cdot \mathcal{C}}}$
0,5	0,25	II- 1- إثبات أن $i(t) = \frac{E}{R_1 + R_3 + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} \right)$ حل المعادلة التفاضلية المعطاة: بالاشتقاق: $\frac{di(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{E}{R_1 + R_3 + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} \right) \right)$ ومنه $\frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{\tau'} \cdot \frac{E}{R_1 + R_3 + r} \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}}$ علما أن $\tau' = \frac{L}{R_1 + R_3 + r}$ ومنه $\frac{di(t)}{dt} = \frac{R_1 + R_3 + r}{L} \cdot \frac{E}{R_1 + R_3 + r} \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}}$ إذن: $\frac{di(t)}{dt} = \frac{E}{L} \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}}$ بالتعويض نجد $-\frac{E}{L} \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} + \frac{R_1 + R_3 + r}{L} \cdot \frac{E}{R_1 + R_3 + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} \right)$ تصبح المعادلة $-\frac{E}{L} \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} + \frac{E}{L} - \frac{E}{L} \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} = + \frac{E}{L}$ ومنه $\frac{di}{dt} + \frac{R_1 + R_3 + r}{L} \cdot i = \frac{E}{L}$ محققة.
1	0,25 0,25 0,25 0,25	2- إيجاد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الوشيع $u_b(t)$: نعلم أن $u_b(t) = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i(t)$ بالتعويض نجد: $u_b(t) = \mathcal{L} \cdot \left(\frac{E}{L} \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} \right) + \frac{r \cdot F}{R_1 + R_3 + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} \right)$ حيث $\frac{E}{R_1 + R_3 + r} = I_0$ ومنه $u_b(t) = I_0 \cdot (R_1 + R_3 + r) \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} + r \cdot I_0 - r \cdot I_0 \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}}$ نجد أن $u_b(t) = I_0 \cdot (R_1 + R_3 + r - r) \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} + r \cdot I_0$ ومنه $u_b(t) = (R_1 + R_3) \cdot I_0 \cdot e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} + r \cdot I_0$ - استنتاج عبارة التوتر الكهربائي $u_{R_3}(t)$: $u_{R_3}(t) = R_3 \cdot i(t) = R_3 \cdot \frac{E}{R_1 + R_3 + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} \right)$ ومنه: $u_{R_3}(t) = R_3 \cdot I_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{(t-t')}{\tau'}} \right)$

0,5	0,25 0,25	التمرين الثاني: (06 نقاط) 1- المرجع المناسب لدراسة حركة الكرة: سطحي أرضي نعتبره عطالي. - الشرط اللازم لاعتباره عطاليًا: أن تكون مدة الدراسة مهمة أمام مدة دوران الأرض حول نفسها.
0,25	0,25	2- إثبات أن شدة دافعة أرخميدس π مهمة أمام شدة قوة النّقل P: ومنه $\frac{P}{\pi} = \frac{m \cdot g}{\rho_{\text{air}} \cdot V \cdot g} = \frac{58 \times 10^{-3}}{1,29 \times 143,8 \times 10^{-6}} = 312,66$ إذن $P = 312,66 \cdot \pi$ $P \gg \pi$ وبالتالي دافعة أرخميدس مهمة أمام النّقل .
0,25	0,25	3- تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة خلال مرحلة الصّعود: 
0,5	0,25 0,25	4- إيجاد المعادلة التفاضلية المميزة لحركة الكرة بدلالة سرعتها $v(t)$: بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{P} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}$ منه $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v = -g$ بالإسقاط وفق (Oz) نجد: $-P - f = m \cdot a$ إذن $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v = -g$
0,5	0,25 0,25	5- إيجاد عبارة v_{lim} للحركة بدلالة: لما $v = v_{\text{lim}}$ يكون $\frac{dv}{dt} = 0$ من المعادلة التفاضلية $v_{\text{lim}} = \frac{k}{g}$
0,5	0,25 0,25	6-1 اللحظة التي تغيّر عندها الكرة جهة حركتها: تغيّر الجملة جهتها عندما تنعدم سرعتها. من البيان نجد: $t = 0,6 \text{ s}$ - استنتاج شدة تسارعها عند هذه اللحظة: $v = 0 \text{ m/s}$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد $a = -g$ ومنه $a = -10 \text{ m.s}^{-2}$
0,75	0,25 0,25 0,25	6-2 أطوار الحركة محدّدًا طبيعتها في كل طور: الطور الأول: $[0 - 0,6 \text{ s}]$ من البيان $\vec{a} < \vec{0}$ و $\vec{v} > \vec{0}$ من $\vec{a} \cdot \vec{v} < 0$ إذن الحركة مستقيمة متباطئة. الطور الثاني: $[0,6 - 6 \text{ s}]$ من البيان $\vec{a} < \vec{0}$ و $\vec{v} < \vec{0}$ ومنه $\vec{a} \cdot \vec{v} > 0$ إذن الحركة مستقيمة متسارعة. الطور الثالث: $[6 - 8 \text{ s}]$ من البيان $\vec{a} = \vec{0}$ و $\vec{v} < \vec{0}$ ومنه $\vec{a} \cdot \vec{v} = 0$ إذن الحركة مستقيمة منتظمة.
0,5	0,25	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 $v = v_{\text{lim}}$ نجد $\tau = 1,2 \text{ s}$

8- نملأ الكرة بالماء ثم نعيد التجربة بنفس الشروط. تمثيل بيان تطور سرعة الكرة في هذه الحالة.
التعليق:

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



التمرين التجريبي: (07 نقاط)

I- دراسة التحول الكيميائي بين حمض الإيثانويك و هيدروجينوكربونات.

1- حساب التركيز المولي C_2 :

$$n = \frac{m}{M} = C_2 \cdot V_2 \quad \text{ومنه} \quad C_2 = \frac{m}{V_2 \cdot M} \quad \text{تطبيق}$$

إذن $C_2 = 0,74 \text{ mol} / \ell$.

- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{HCO}_3^{-(aq)} = \text{CH}_3\text{COO}^{-(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$			
الحالة	التقدم	كميات المادة (mol)			
ابتدائية	$x = 0$	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	x	0
انتقالية	x	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_2 \cdot V_2 - x$	x	x
نهائية	x_f	$C_1 \cdot V_1 - x_f$	$C_2 \cdot V_2 - x_f$	x_f	x_f

2- إيجاد عبارة التقدم x بدلالة $T, V_{\text{CO}_2}, P_{\text{CO}_2}$ و T .

لدينا من قانون الغاز المثالي $P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot RT$ ومن جدول التقدم في لحظة t نجد $n_{\text{CO}_2} = x$

$$x = \frac{P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2}}{RT} \quad \text{ومنه} \quad P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2} = xRT$$

0,5	0,25	3- إثبات أن عبارة y عند كل لحظة تعطى بالعلاقة: $y = \frac{C_1 V_1}{V_T} - 2 \frac{V_{CO_2}}{V_T \cdot RT} P_{CO_2}$: نعلم أن $y = [CH_3COOH]_t - [CH_3COO^-]_t \dots (*)$ من جدول التقدم في لحظة t : لدينا: $n_t(CH_3COOH) = C_1 \cdot V_1 - x$ ومنه (1) $[CH_3COOH]_t = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_T} - \frac{x}{V_T}$ ولدينا: $n_t(CH_3COO^-) = x$ ومنه (2) $[CH_3COO^-]_t = \frac{x}{V_T}$ بتعويض (1) و (2) في (*) نجد $y = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_T} - \frac{x}{V_T} - \frac{x}{V_T} = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_T} - \frac{2x}{V_T}$ حيث $x = \frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{RT}$ $y = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_T} - 2 \cdot \frac{V_{CO_2}}{V_T \cdot RT} \cdot P_{CO_2}$
0,25	0,25	4- تحديد حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون V_{CO_2} و التركيز المولي C_1 : المنحنى الممثل في الشكل (6) عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل $y = a \cdot P_{CO_2} + b$ حيث a هو معامل التوجيه. حسابه $a = \frac{3,5 \times 0,25 - 3 \times 0,25}{5,5 \times 10^3} = -1,364 \times 10^{-5}$ و $b = 0,75$ تصبح المعادلة $y = -1,364 \times 10^{-5} P_{CO_2} + 0,75$ بالمطابقة بين العلاقة النظرية والعلاقة وجد: $V_{CO_2} = \frac{a \cdot V_T \cdot RT}{2}$ ومنه $a = 2 \cdot \frac{V_{CO_2}}{V_T \cdot RT}$ تطبيق عددي $V_{CO_2} = \frac{-1,364 \times 10^{-5} \times 80 \times 10^{-3} \times 8,31 \times 298}{2} = -1,35 \times 10^{-3} m^3 = 1,35 L$ ومنه $V_{CO_2} = 1,35 \times 10^{-3} m^3 = 1,35 L$ $C_1 = 1 mol \cdot L^{-1}$ ومنه $C_1 = -\frac{20 \times 10^{-3} \times 0,75}{60 \times 10^{-3}}$ تطبيق عددي $C_1 = \frac{b \cdot V_T}{V_1}$ ومنه $b = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_T}$
0,25	0,25	5- تحديد السّلم الناقص في الرسم: من الشكل (6): $P_f = 5,5 \times 10^3 Pa - 2,75 \times 10^4 Pa$ ومن البيان شكل (7) نجد: $\begin{cases} 2,75 cm \rightarrow P_f = 2,75 \times 10^4 Pa \\ 1 cm \rightarrow x \end{cases}$ ومنه $x = \frac{2,75 \times 10^4}{2,75} = 10 \times 10^3 Pa$ إذن: $1 cm \rightarrow 10 \times 10^3 Pa$
0,25	0,25	6- تحديد المتفاعل المحد: نفرض أن CH_3COOH ومنه $n_f(CH_3COOH) = C_1 \cdot V_1 - x_{1m} = 0$ ومنه $x_{1m} = C_1 \cdot V_1 = 1 \times 60 \times 10^{-3}$ إذن $x_{1m} = 6 \times 10^{-2} mol$ نفرض أن HCO_3^- ومنه $n_f(HCO_3^-) = C_2 \cdot V_2 - x_{2m} = 0$ ومنه $x_{2m} = C_2 \cdot V_2 = 0,74 \times 20 \times 10^{-3} mol$ إذن $x_{2m} = 1,48 \times 10^{-2} mol$

0,25	نلاحظ أن $x_{1m} < x_{2m}$ ومنه المتفاعل المحد هو HCO_3^- و $x_{\max} = 1,48 \times 10^{-2} \text{ mol}$																														
0,25	7- إثبات عبارة السرعة الحجمية تعطى بالعلاقة: $v_{\text{vol}} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_T \cdot R \cdot T} \cdot \frac{dP_{\text{CO}_2}}{dt}$ نعلم أن $v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}$ حيث $x = \frac{P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2}}{R \cdot T}$ ومنه $\frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{P_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2}}{R \cdot T} \right) = \frac{V_{\text{CO}_2}}{R \cdot T} \cdot \frac{dP_{\text{CO}_2}}{dt}$ ومنه $v_{\text{vol}} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_T \cdot R \cdot T} \cdot \frac{dP_{\text{CO}_2}}{dt}$ نجد $\frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{V_{\text{CO}_2}}{R \cdot T} \cdot \frac{dP_{\text{CO}_2}}{dt}$ بالضرب في $\frac{1}{V_T}$ - حساب قيمتها عند اللحظة $t = 100s$: $v_{\text{vol}}(t=100) = \frac{1,35 \times 10^{-3}}{80 \times 10^{-3} \times 8,314 \times 298} \times \frac{(20-10) \times 10^3}{100-0}$ ومنه $v_{\text{vol}}(t=100) = 6,81 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$																														
0,25	8- تحديد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: بالإسقاط نجد $t_{1/2} = 60 \text{ s}$ $P_{1/2} = \frac{P_f}{2} = \frac{27,5 \times 10^3}{2} = 13,75 \times 10^3 \text{ Pa}$																														
0,25	II- تفاعل حمض الإيثانويك مع البروبانول: 1- معادلة تفاعل الأسترة: $CH_3 - COOH_{(l)} + CH_3 - CH_2 - OH_{(l)} = CH_3 - COO - CH_2 - CH_2 - OH_{(l)} + H_2O_{(l)}$ تسمية الأستر الناتج: إيثانوات البروبيل																														
0,25	2- جدول تقدم التفاعل: <table border="1"> <tr> <th colspan="2">معادلة التفاعل</th> <th colspan="4">كميات مادة (mol)</th> </tr> <tr> <th>الحالة</th> <th>الوقت (mol)</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <td>ابتدائية</td> <td>$x = 0$</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>انتقالية</td> <td>x</td> <td>$1 - x$</td> <td>$1 - x$</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>نهائية</td> <td>x_f</td> <td>$1 - x_f$</td> <td>$1 - x_f$</td> <td></td> <td>x_f</td> </tr> </table>	معادلة التفاعل		كميات مادة (mol)				الحالة	الوقت (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
معادلة التفاعل		كميات مادة (mol)																													
الحالة	الوقت (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																										
0,25	3-1 كتابة المعادلة الكيميائية لتفاعل حمض - أساس الحاصل أثناء المعايرة: $CH_3COOH_{(l)} + HCO_3^- = CH_3COO^- + H_2O_{(l)}$																														
0,25	3-2 إثبات أن كمية مادة الحمض المتبقي في الأنبوب رقم 1 هي: $n_a = 0,568 \text{ mol}$ عند التكافؤ: $n_a = C_B \cdot V_{BE} = 28,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$ حيث $n_a = 20 \cdot n_a'$ تطبيق عددي $n_a = 20 \times 28,4 \times 10^{-3}$ إذن: $n_a = 0,568 \text{ mol}$																														
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 $x = 0,432 \text{ mol}$																														

		4-1 - عبارة السرعة الحجمية v_{vol} لتفاعل الأسترة: $v_{vol}(t) = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}$ حساب قيمتها الأعظمية: $v_{vol}(t=0) = \frac{1}{132,7 \times 10^{-3}} \times \frac{0,134 \times 5}{1-0}$ ومنه $v_{vol}(t=0) = 5,04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
0,25	0,25	
		4-2 - تعيين قيمة زمن نصف التفاعل: $x_{1/2} = \frac{x_f}{2} = \frac{0,67}{2} = 0,335 \text{ mol}$ بالإسقاط نجد $t_{1/2} = 0,7 \text{ h} = 42 \text{ min}$
0,25	0,25	
		4-3 - حساب قيمة r مردود التفاعل: نعلم أن $r_f = \frac{x_f}{x_{\max}} \times 100$ تطبيق عددي $r_f = \frac{0,67}{1} \times 100$ ومنه $r_f = 67\%$
0,25	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	
		5 - تحديد جهة التطور التلقائي للجدول الجزيئي بعد إضافة 1 mol من حمض الإيثانويك: - عند إضافة $n = 1 \text{ mol}$ من حمض الإيثانويك إلى 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: $n'_{0(C_5H_{10}O_2)} = 0,67 \text{ mol}$ و $n'_{0(C_3H_7OH)} = 1 - 0,67 = 0,33 \text{ mol}$ بالتعويض نجد: $Q_{r,i} = \frac{0,67^2}{1,33 \times 0,33}$ ومنه $Q_{r,i} = 1,02$ لاحظ أن $Q_{r,i} > K$ ومنه الجملة تتطور في الاتجاه المباشر (تشكل الأستر). لإيجاد التركيب المولي للجدول عند التوازن الكيميائي الجديد نحسب أولاً قيمة التقدم النهائي x_f: $\frac{(0,67 + x_f)^2}{(1,33 - x_f)(0,33 - x_f)} = 4$ تطبيق عددي $x_f = 0,17 \text{ mol}$ بعد التبسيط نجد $x_f^2 - 7,98x_f + 1,3067 = 0$ المعادلة تقبل حلاً $x_1 = 2,48 \text{ mol}$ مرفوض لأن $x_1 > n_0$ و $x_2 = 0,17 \text{ mol}$ مقبول إذن التقدم النهائي عند التوازن الكيميائي الجديد $x_f = 0,17 \text{ mol}$ ومنه يمكن حساب كميات مادة الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج عندئذ: $n'_{f(C_5H_{10}O_2)} = n'_{f(H_2O)} = 0,67 + x_f = 0,67 + 0,17 = 0,84 \text{ mol}$ $n'_{f(CH_3COOH)} = 1,33 - x_f = 1,33 - 0,17 = 1,16 \text{ mol}$ $n'_{f(C_3H_7OH)} = 0,33 - x_f = 0,16 \text{ mol}$

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجزأة	المجموع	
0,5	0,25	التمرين الأول: (06 نقاط) I-1- منحني 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	
0,25	0,25	2- الأنوية التي لها $50 < A < 75$ هي الأنوية الأكثر استقرارا على الإطلاق و $1,1 \approx \frac{E_\ell}{A} \approx 8,7 \frac{MeV}{Nucl}$ والتي تضم الحديد والنحاس والنيكل وهذا ما يفسر وفرة هذه الأنوية في الطبيعة.
0,5	0,25	II-1- تعريف الانشطار : هو تفاعل نووي مفتعل يحدث عند قذف نواة ثقيلة بـ نوترون فتتقسم إلى نواتين أخف وأكثر استقرارا مع انبعاث نيوترونات وتحرير طاقة نووية. - خصائص تفاعل الانشطار الذ * تفاعل نووي مفتعل. * تفاعل يمكن التحكم فيه. * نفاياته النووية يصعب التخلص منها * نفاياته النووية يصعب التخلص منها
0,25	0,25	
0,25	0,25	2- معادلة الانشطار : $^{139}_{53}I + ^{94}_{39}Y + \alpha_0^1n$ بتطبيق قوانين الانحفاظ لصودي نجد $\alpha_0 = 2$ مع المعادلة $^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{139}_{53}I + ^{94}_{39}Y + 3^1_0n$
0,5	0,25	3-1- حساب الطاقة المحررة عن انشطار نواة يورانيوم واحدة: الطريقة 1: لدينا: $E_{ib} = E_\ell - E_\ell = E_\ell(^{139}_{53}I) + E_\ell(^{94}_{39}Y) - E_\ell(^{235}_{92}U)$ وبتعويض قيم E_ℓ من منحني أستون: $E_{ib} = (8,3 \times 139) + (8,6 \times 94) - (7,7 \times 235)$ نجد: $E_{ib} = 176,01 MeV$ الطريقة 2: لدينا: $E_{ib} = (m(^{235}_{92}U) - m(^{139}_{53}I) - m(^{94}_{39}Y) - 2 \times m(^1_0n)) \cdot C^2$ بالتعويض: $E_{ib} = (235,0439299 - 138,904838 - 93,906315 - 2 \times 1,008665) \times 931,5$ نجد: $E_{ib} = 176,01 MeV$
0,25	0,25	
0,75	0,25	3-2- حساب سرعة النيوترون الواحد: الطاقة الحركية للنيوترونات: $E_c = \frac{E_{ib} \times 12}{100}$ بالتعويض: $E_c = \frac{176,1 \times 12}{100}$ نجد: $E_c = 21,132 MeV$ الطاقة الحركية للنيوترون الواحد: $E_c(^1_0n) = \frac{E_c}{3}$ بالتعويض نجد: $E_c(^1_0n) = 7,044 MeV$ سرعة النيوترون: لدينا $v(^1_0n) = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c(^1_0n)}{m(^1_0n)}}$ بالتعويض: $v(^1_0n) = \sqrt{\frac{2 \times 7,044 \times 1,6 \times 10^{-13}}{1,0087 \times 1,66 \times 10^{-27}}}$ نجد: $v(^1_0n) = 3,669 \times 10^7 ms^{-1}$
0,25	0,25	

0,5	0,25 0,25	4-1- حساب الطاقة النووية المحررة خلال يوم: لدينا: $E_{lib} = \frac{m}{M} \cdot N_A \cdot E_{ib}$ بالتعويض: $E_{lib} = \frac{2,6 \times 10^3 \times 6,02 \times 10^{23} \times 176,1}{235}$ نجد: $E_{lib} = 1,1729 \times 10^{27} \text{ MeV}$
0,5	0,25 0,25	4-2- حساب الطاقة الكهربائية خلال يوم واحد: لدينا: $P = \frac{E_{elect}}{\Delta t} \Rightarrow E_{elect} = P \cdot \Delta t$ بالتعويض: $E_{elect} = 900 \times 10^6 \times 24 \times 3600$ نجد: $E_{elect} = 7,776 \times 10^{13} \text{ J}$
0,25	0,25	4-3- المردود الطاقوي للمفاعل النووي: لدينا: $r = \frac{E_{elect}}{E_{lib}}$ بالتعويض: $r = \frac{7,776 \times 10^{13}}{1,1729 \times 10^{27} \times 1,6 \times 10^{-13}}$ فنجد: $r = 0,415$
0,25	0,25	III-1- معادلة تفاعل الاندماج الموضح على منحني أستون: ${}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ بتطبيق قوانين الانحفاظ لاصودي نجد: $A=1$ و: $Z=0$ فتكون: ${}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
0,5	0,25 0,25	2- طاقة الربط لنواة الهليوم (${}^4_2\text{He}$): لدينا من منحني أستون: $\frac{E_\ell}{A}({}^4_2\text{He}) = 7,1 \frac{\text{MeV}}{\text{Nucl}}$ نجد: $E_\ell({}^4_2\text{He}) = 28,4 \text{ MeV}$ - استنتاج كتلة نواة الهليوم: لدينا: $E_\ell({}^4_2\text{He}) = [(2m_p + 2m_n) - m({}^4_2\text{He})] \times C^2$ وبالتالي: $m({}^4_2\text{He}) = 2m_p + 2m_n - \frac{E_\ell({}^4_2\text{He})}{C^2}$ أي: $m({}^4_2\text{He}) = 2 \times 1,0078 + 2 \times 1,0087 - \frac{28,4}{931,5}$
0,25	0,25	3- حساب الطاقة المحررة عن تفاعل اندماج النظيرين: لدينا: $E'_{ib} = E_{ef} - E_{ei} = E_\ell({}^4_2\text{He}) - E_\ell({}^2_1\text{H}) - E_\ell({}^3_1\text{H})$ وبتعويض قيم $\frac{E_\ell}{A}$ من منحني أستون: فنجد: $E'_{ib} = 28,4 - (1,1 \times 2) - (2,8 \times 3)$ نجد: $E'_{ib} = 17,8 \text{ MeV}$
0,5	0,25 0,25	4- حساب الطاقة المحررة عن مزيج متساوي الأتومات. نظيرين اندمجين: لدينا: $E'_{ib} = N \cdot E_{ib}$ حيث: N هو عدد أنوية (${}^2_1\text{H}$) والمساوي لعدد أنوية (${}^3_1\text{H}$). ولدينا: $m' = m({}^2_1\text{H}) + m({}^3_1\text{H}) = \frac{N}{N_A} \cdot M({}^2_1\text{H}) + \frac{N}{N_A} \cdot M({}^3_1\text{H})$ أي: $N = \frac{m' \cdot N_A}{M({}^2_1\text{H}) + M({}^3_1\text{H})}$ فيكون: $m' = \frac{N}{N_A} \cdot (M({}^2_1\text{H}) + M({}^3_1\text{H}))$ بالتعويض: $E'_{ib} = \frac{m' \cdot N_A \cdot E_{ib}}{M({}^2_1\text{H}) + M({}^3_1\text{H})}$ أي: $E'_{ib} = \frac{1 \times 10^3 \times 6,02 \times 10^{23} \times 17,8}{2+3}$ نجد: $E'_{ib} = 2,14312 \times 10^{27} \text{ MeV}$

0,5	0,25 0,25	5- لتفسير هذه المقولة نقارن الطاقة المحررة عن كل نكليون لتفاعلي الانشطار والاندماج السابقين نجد: $\frac{E'_{ib}}{\sum A} = \frac{17,8}{5} \rightarrow \frac{E'_{ib}}{\sum A} = 3,56 \frac{MeV}{Nucl} \quad \text{و:} \quad \frac{E_{ib}}{\sum A} = \frac{176,1}{236} \rightarrow \frac{E_{ib}}{\sum A} = 0,746 \frac{MeV}{Nucl}$ أي أن الطاقة المحررة لكل نكليون من تفاعل الاندماج أكبر بحوالي خمس مرات عن الطاقة المحررة لكل نكليون من تفاعل الانشطار.																																				
		التمرين الثاني: (07 نقاط) I- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء : 1-1- حساب الكتلة m_0 : لدينا: $m_0 = C.V.M$ أي: $m_0 = 5 \times 10^{-3} \times 0,2 \times 122$ فنجد: $m_0 = 0,122g$																																				
0,25	0,25	2-1- البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S): * نزن الكتلة $m_0 = 0,122g$ بواسطة ميزان الكتروني حساس. * نفرغ هذه الكتلة في حوض عيارية سعتها $200mL$ بها كمية من الماء المقطر. * نرج قليلا ثم نكمل بالماء المقطر إلى غاية خط العيار و نرج المحلول جيدا.																																				
0,5	0,25 0,25	2- معادلة انحلال حمض البنزويك: $C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ - تبيان أنه تفاعل حمض-أساس: الثنائيتان المتفاعلتان $(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$ و (H_3O^+ / H_2O) حدث انتقال بروتون من حمض الثنائية الأولى إلى القاعدة الثانية فهذا التفاعل إذا هو تفاعل حمض-أساس.																																				
0,25	0,25	3- جدول التقدم: <table><tr><th colspan="2">معادلة التفاعل</th><th colspan="4">$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$</th></tr><tr><th colspan="2">التقدم (mol)</th><th colspan="4">كميات المادة</th></tr><tr><th>ح ج</th><th></th><th colspan="2">بوفرة</th><th>0</th><th>0</th></tr><tr><td>$t = 0$</td><td>$x = 0$</td><td>$C.V$</td><td></td><td>x</td><td>x</td></tr><tr><td>t</td><td>x</td><td>$C.V - x$</td><td></td><td>x</td><td>x</td></tr><tr><td>t_f</td><td>x</td><td>$C.V - x_f$</td><td></td><td>x_f</td><td>x_f</td></tr></table>	معادلة التفاعل		$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				التقدم (mol)		كميات المادة				ح ج		بوفرة		0	0	$t = 0$	$x = 0$	$C.V$		x	x	t	x	$C.V - x$		x	x	t_f	x	$C.V - x_f$		x_f	x_f
معادلة التفاعل		$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$																																				
التقدم (mol)		كميات المادة																																				
ح ج		بوفرة		0	0																																	
$t = 0$	$x = 0$	$C.V$		x	x																																	
t	x	$C.V - x$		x	x																																	
t_f	x	$C.V - x_f$		x_f	x_f																																	
0,5	0,25 0,25	4- عبارة التقدم النهائي x_f: من قانون كولوروش: $\sigma_f = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_f + \lambda_{C_6H_5COO^-} \cdot [C_6H_5COO^-]_f$ أي: $\sigma_f = \lambda_{H_3O^+} \cdot \frac{x_f}{V} + \lambda_{C_6H_5COO^-} \cdot \frac{x_f}{V} \Rightarrow \sigma_f = \frac{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}}{V} \cdot x_f$ ومنه: $x_f = \frac{\sigma_f \cdot V}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}}$ بالتعويض: $x_f = \frac{2,03 \times 10^{-2} \times 0,2 \times 10^{-3}}{(35 + 3,24) \times 10^{-3}}$ نجد: $x_f = 1,06 \times 10^{-4} mol$																																				
0,25	0,25	5- حساب نسبة التقدم النهائي τ_f : لدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{C.V}$ أي: $\tau_f = \frac{1,06 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3} \times 0,2}$ فنجد: $\tau_f = 0,106$ بما أن $\tau_f < 1$ فإن حمض البنزويك حمض ضعيف انحلاله في الماء غير تام																																				

		6- عبارة ثابت التوازن K : لدينا: $K = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$
0,25	0,25	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: $K = \frac{x_f^2}{V(CV - x_f)}$
0,75		- حساب Ka : لدينا: $Ka = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f} = K$ أي: $Ka = \frac{x_f^2}{V(CV - x_f)}$
0,25		بالتعويض: $Ka = \frac{(1,06 \times 10^{-4})^2}{0,2(5 \times 10^{-3} \times 0,2 - 1,06 \times 10^{-4})}$ فنجد: $Ka = 6,28 \times 10^{-5}$
0,25		- 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 بمادة معلوم التركيز.
0,25	0,25	2- معادلة تفاعل المعايرة: $C_6H_5COOH_{(aq)} + (Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}) \rightarrow C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ أي: $C_6H_5COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)} = C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$
0,25	0,25	3- ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة: لدينا: $K = \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f \cdot [HO^-]_f} \times \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f}$ أي: $K = \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f \cdot [HO^-]_f}$ ومنه: $K = \frac{Ka}{Ke}$ بالتعويض: $K = \frac{6,28 \times 10^{-5}}{10^{-14}}$ فنجد: $K = 6,28 \times 10^9$ - نلاحظ أن: $K > 10^4$ فنستنتج أن تفاعل المعايرة هو تفاعل تام.
0,5	0,25	4- تعريف نقطة التكافؤ: هي النقطة التي يكون فيها السائل المتعادل والنوع الكيميائي المعايير ممزوجان بنسب ستوكيومترية. - إحداثيات نقطة التكافؤ: بيانها نجد: $E(V_{bE} = 12mL, pH_E = 7,6)$
0,5	0,25	5- حساب التركيز المولي C_a لحمض البنزويك في البنزويك: عند التكافؤ يكون: $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE} \rightarrow C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a}$ بالتعويض: $C_a = \frac{10^{-2} \times 12}{100}$ نجد: $C_a = 1,2 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$
	0,25	- التركيز الكتلي: لدينا: $C_m = M \cdot C_a$ بالتعويض نجد: $C_m = 0,1464 g.L^{-1}$

0,25	0,25	6- صحة القيمة المشار إليها على اللصيقة: التركيز الكتلي لحمض البنزويك في المشروب الغازي المعايير هو $C_m = 0,1464 \text{ g.L}^{-1}$ أي: $m' = 0,2928 \text{ g} \approx 0,3 \text{ g} \quad \text{ومنه:} \quad \begin{cases} 0,1464 \rightarrow 1\text{L} \\ m' \rightarrow 2\text{L} \end{cases} \Rightarrow m' = 0,1464 \times 2$ فالنتيجتان متطابقتان في حدود أخطاء التجربة والقياس.
0,5	0,25	7-1 إثبات العلاقة: عند إضافة الحجم $V_b = 9 \text{ mL}$ يكون: $V_b < V_{bE}$ أي أن المتفاعل المحد هو OH^- ومنه: $x_{\max} = C_b V_b$ ولدينا من جدول التقدم: $n_f(\text{OH}^-) = C_b V_b - x_f$ أي: $x_f = C_b V_b - n_f(\text{OH}^-)$ ولدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{C_b V_b - n_f(\text{OH}^-)}{C_b V_b} = \frac{C_b V_b}{C_b V_b} - \frac{n_f(\text{OH}^-)}{C_b V_b} = 1 - \frac{[\text{OH}^-]_f (V_a + V_b)}{C_b V_b}$ $\tau_f = 1 - \frac{[\text{OH}^-]_f}{C_b} \times \left(\frac{V_a + V_b}{V_b} \right) = 1 - \frac{10^{\text{pH}-14}}{C_b} \times \left(\frac{V_a + V_b}{V_b} \right) = 1 - \frac{10^{\text{pH}} \times 10^{-14}}{C_b} \times \left(1 + \frac{V_a}{V_b} \right)$ ومنه: $\tau_f = 1 - \frac{K_e \cdot 10^{\text{pH}}}{C_b} \left(1 + \frac{V_a}{V_b} \right)$
0,5	0,25 0,25	7-2 حساب τ_f عند هذه الإضافة: لدينا $V_b = 9 \text{ mL}$ ، بالإسقاط على البيان نجد: 8 ف نجد: $\tau_f = 0,999 \approx 1$ - نستنتج أنه عند إضافة الحجم $V_b = 9 \text{ mL}$ يكون تفاعل امعايرة شبه تام.
1	0,25 0,25 0,25	7-3 تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج: * $[\text{H}_3\text{O}^+]$: لدينا: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,8} = 1,58 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ نجد: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,58 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ * $[\text{HO}^-]$: لدينا: $[\text{HO}^-] = 10^{4,8-14} = 6,31 \times 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$ نجد: $[\text{HO}^-] = 6,31 \times 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$ * $[\text{Na}^+]$: لدينا مما سبق: $x_{\max} = C_b V_b$ أي: $x_{\max} = 9 \times 10^{-5} \text{ mol}$ ومنه: $[\text{Na}^+] = 9 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ ولدينا: $[\text{Na}^+] = \frac{x_{\max}}{V_a + V_b}$ أي: $[\text{Na}^+] = \frac{9 \times 10^{-5}}{109 \times 10^{-3}}$ نجد: $[\text{Na}^+] = 8,25 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ * $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]$: من جدول التقدم $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] = [\text{Na}^+]$ أي $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] = 8,25 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ * $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]$: لدينا من جدول التقدم: $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = C_a V_a - x_{\max}$ بالتعويض: ف نجد: $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = 1,2 \times 10^{-3} - 9 \times 10^{-5}$ فنجد: $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = 1,11 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
0,25	0,25	8- تحديد $\text{pKa}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-)$: عند حجم نصف التكافؤ يكون $\text{pH} = \text{pKa}$ ولدينا $\frac{V_{bE}}{2} = 6 \text{ mL}$ بإسقاط هذه القيمة على البيان نجد: $\text{pKa}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) = 4,2$

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: $\vec{P} = m\vec{a}$

الفوج الأول:

* 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 كالاتي:

0,25

المعادلة الزمنية للسرعة: $a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \rightarrow v_x(t) = cts = v_{0x} = v_0$ أي: $v_x(t) = v_0$

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: $x(t) = v_0.t \dots (1)$

* 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 كالاتي:

0,25

المعادلة الزمنية للسرعة: $a_z = \frac{dv_z}{dt} = -g \rightarrow v_z(t) = -gt + v_{0z}$ ومنه: $v_z(t) = -gt$

المعادلة الزمنية للمسافة: $v_z(t) = \frac{dz}{dt} = -gt \rightarrow z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_0$ علما أن: $z_0 = h_0$

0,25

تصبح: $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h_0 \dots (2)$

2,5

* معادلة المسار: لدينا من (1): $t = \frac{x(t)}{v_0}$ بالتعويض في (2) والتبسيط نجد:

0,25

$z(x) = -\frac{g}{2.v_0^2}x^2 + h_0 \dots (3)$

الفوج الثاني:

* 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 كالاتي:

0,25

المعادلة الزمنية للسرعة: $a'_x = \frac{dv'_x}{dt} = 0 \rightarrow v'_x(t) = cts = v'_{0x}$ أي: $v'_x(t) = v'_0 \cdot \cos \alpha$

المعادلة الزمنية للمسافة: $v'_x(t) = \frac{dx'}{dt} = v'_0 \cdot \cos \alpha \rightarrow x'(t) = v'_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + x'_0$ علما أن $x'_0 = 0$

0,25

فتصبح: $x'(t) = v'_0 \cos \alpha \cdot t \dots (4)$

* 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 : $\mathbf{v}'_z(t) = -\mathbf{g}t + \mathbf{v}'_{0z}$ ومنه: $\mathbf{a}'_z = \frac{d\mathbf{v}'_z}{dt} = -\mathbf{g} \rightarrow \mathbf{v}'_z(t) = -\mathbf{g}t + \mathbf{v}'_{0z}$ المعادلة الزمنية للمسافة : $\mathbf{z}'(t) = -\frac{1}{2}\mathbf{g}t^2 + \mathbf{v}'_{0z}t + \mathbf{z}'_0$
0,25	0,25	علما أن: $\mathbf{z}'_0 = \mathbf{h}'_0$ تصبح: $\mathbf{z}'(t) = -\frac{1}{2}\mathbf{g}t^2 + \mathbf{v}'_{0z}t + \mathbf{h}'_0 \dots (5)$
0,25	0,25	* معادلة المسار: لدينا من (4) : $t = \frac{\mathbf{x}'(t)}{\mathbf{v}'_{0x} \cos \alpha}$ بالتعويض في (5) والتبسيط نجد: $\mathbf{z}'(\mathbf{x}') = -\frac{\mathbf{g}}{2\mathbf{v}'_{0x}{}^2 \cos^2 \alpha} \mathbf{x}'^2 + (\tan \alpha) \cdot \mathbf{x}' + \mathbf{h}'_0 \dots (6)$
0,25	0,25	1-2- نسب المسار الموافق لكل فوج: المعادلة (6) المسار للفوج الثاني من الشكل: $\mathbf{y}(\mathbf{x}) = \mathbf{a} \cdot \mathbf{x}^2 + \mathbf{b} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{c}$ حيث: $\mathbf{a} < 0$ 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 $\mathbf{h}_0$ و $\mathbf{h}'_0$: من بيان الشكل (4): $\mathbf{h}_0 = 4,5 \times 0,5$ أي: $\mathbf{h}_0 = 2,25\mathbf{m}$ و: $\mathbf{h}'_0 = 0,5\mathbf{m}$
0,25	0,25	3-2- إيجاد قيمة $\mathbf{v}_0$ السرعة الابتدائية للفوج الأول: عند وصول كرة الفوج الأول إلى المدى يكون من البيان: $\mathbf{z}_p = 0$ و: $\mathbf{x}_p = 10,1 \times 2,4$ أي: $\mathbf{x}_p = 24,24\mathbf{m}$ بالتعويض في معادلة المسار نجد: $\mathbf{z}(\mathbf{x}_p) = -\frac{\mathbf{g}}{2\mathbf{v}_0^2} \mathbf{x}_p^2 + \mathbf{h}_0 = 0$ بالتبسيط: $\mathbf{v}_0 = \sqrt{\frac{\mathbf{g} \cdot \mathbf{x}_p^2}{2\mathbf{h}_0}}$ تطبيق عددي: $\mathbf{v}_0 = \sqrt{\frac{9,8 \times (24,24)^2}{2 \times 2,25}}$ فنجد: $\mathbf{v}_0 = 35,77\mathbf{m.s}^{-1}$
0,5	0,25	4-2- تحديد التسديدة الناجحة للاعب: لدينا من بيان الشكل (4): $\mathbf{x}_p = 24,24\mathbf{m}$ و: $\mathbf{x}'_p = (9 \times 2,4) = 21,6\mathbf{m}$ وطول ميدان التنس هو $24\mathbf{m}$ أي أن تسديدة اللاعب التي درسها الفوج الأول سقطت خارج الميدان. فالتسديدة التي درسها الفوج الثاني سقطت داخل الميدان فهي التسديدة الناجحة.
0,25	0,25	5-2- ارتفاع الكرة عن الحافة العلوية للشبكة لحظة مرور الكرة بالمستوى الشاقولي للشبكة: عند مرور الكرة بالمستوى الشاقولي للشبكة يكون: $\mathbf{x} = \frac{24}{2} = 12\mathbf{m}$ بالإسقاط على بياني الشكل (4): الفوج الأول: لدينا: $\mathbf{z}(12\mathbf{m}) = 3,4 \times 0,5$ أي: $\mathbf{z}(12\mathbf{m}) = 1,7\mathbf{m}$ وهو ارتفاع الكرة عن الأرض، ومنه ارتفاع الكرة عن الحافة العلوية للشبكة هو: $\mathbf{h} = 1,7 - 0,9$ أي: $\mathbf{h} = 0,8\mathbf{m}$
1,25	0,25	

		* 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: $z(12m) = 1,698m \approx 1,7m$ 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	3-1- الشكل الموافق لكل فوج والمنحنى الموافق لكل مركبة: الشكل (5): البيان (1) $v_x(t) \leftarrow$ والبيان (2) $v_z(t) \leftarrow$ عند اللحظة $t = 0$ نجد من البيان $v_z(0) = 0$ وهذا ما يوافق السرعة الابتدائية v_{0z} للفوج الأول. الشكل (6): البيان (3) $v'_x(t) \leftarrow$ والبيان (4) $v'_z(t) \leftarrow$ عند اللحظة $t = 0$ نجد من البيان $v_z(0) \neq 0$ وهذا ما يوافق السرعة الابتدائية v'_{0z} للفوج الثاني، يدل عن الأفق بزاوية α فتكون: $v'_{0z} = v'_0 \cdot \sin \alpha \neq 0$. يقبل التعليل أيضا بالمقارنة بين معادلات البيان والمعادلات الزمنية للفوجين.
0,25	0,25	3-2- تحديد السلم الناقص من بيان الثاني: لدينا: $v_0 = v_{0x} = 35,77 m.s^{-1}$ ولدينا من البيان: $\frac{35,77}{5,1}$ فيكون السلم: $1cm \rightarrow 7m.s^{-1}$
0,5	0,25	3-3- استنتاج v'_0 و زاوية القذف α: لدينا من الشكل (6): $v'_{0x} = 16,5 m.s^{-1}$ و $v'_0 = 6 m.s^{-1}$ زاوية القذف α: لدينا: $\tan \alpha = \frac{v'_{0z}}{v'_{0x}}$ أي: $\tan \alpha = \frac{6}{16,5} = 0,3636$ ومنه: $\alpha = 19,98^\circ \approx 20^\circ$
0,5	0,25	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 الزمان t_s مساحة المثلث الأول ونضيف إليه الارتفاع الابتدائي h'_0: فنجد: $z(0,6s) = \frac{(0,2 \times 3) \times (2 \times 3)}{2}$ 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: $h_{max} = 2,31m$

بالتوفيق في شهادة البكالوريا