

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

دورة فبراير 2024 - انجاز الأستاذ ع. قزوري

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي - علوم تجريبية

الجزء الأول (13 نقطة)

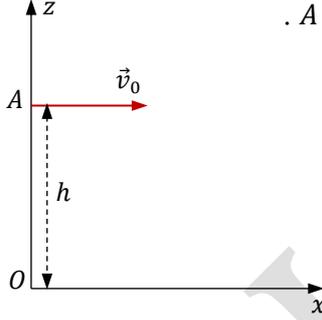
التمرين الأول (6 ن)

وثيقة ...

إذا انطلقت قذيفة مدفع من أعلى جبل بسرعة ابتدائية أفقية وقطعت فرسخين عند وصولها لسطح الأرض، فإنها ستقطع أربعة فراسخ لو انطلقت بضعف السرعة السابقة، وذلك بغض النظر عن تأثير الهواء. وبالتالي كلما رفعتنا سرعة القذيفة كلما نقص انحناء مسارها، حيث يمكن ألا تسقط أبدا على سطح الأرض، وتصبح تدور حولها، أو تواصل حركتها على خط مستقيم إلى ما لا نهاية في الفضاء.

إسحاق نيوتن

المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية 1687



I - تنطلق قذيفة مدفع عند اللحظة $t = 0$ من النقطة A .
نسب حركتها لمرجع سطحي أرضي، ونعتبره غاليليا أثناء حركة القذيفة. حيث تتحرك في المستوي الشاقولي Oxz .

1- اذكر نص القانون الثاني لنيوتن.

2- بتطبيق هذا القانون جد إحداثي مركز عطالة القذيفة عند اللحظة $t > 0$.

3- جد معادلة مسار القذيفة $z(x)$.

4- تأكد من الجزء من النص الوارد في الوثيقة، والذي تحته خط.

5- جاءت في الوثيقة العبارة: "... حيث يمكن ألا تسقط أبدا على سطح الأرض، وتصبح تدور حولها ..."

بين أنه لكي تجز القذيفة دورة كاملة حول الأرض في مسار دائري نصف قطره $r \approx R_T$ ، يجب أن تكون سرعة قذفها $v_0 \approx 8 \text{ km/s}$.

الفرسخ (La lieue) هو وحدة قديمة لقياس المسافات، وأصل التسمية فارسي. استعملت عند المسلمين في أوروبا قبل ظهور النظام المتر. 1 فرسخ يساوي حوالي 5 كم.

II -

لا تستطيع القذيفة في الحقيقة إنجاز دورة حول الأرض بسبب الاحتكاك مع الهواء الذي ينج عن السرعة الكبيرة التي تُعطى للقذيفة من جهة، ومن جهة أخرى صعوبة تحقيق هذه السرعة الكبيرة، ولهذا نجد الأقمار الاصطناعية تحوم حول الأرض بعيدا عن سطحها. فلكي يبقى القمر الاصطناعي مدة طويلة على مداره يجب أن يكون نصف قطر هذا المدار أكبر من $(R_T + 200) \text{ km}$ تقريبا.

1- مثل القوة التي تؤثر بها الأرض على قمر اصطناعي (S) في مدار دائري، ويبعد عن سطح الأرض بالمسافة $h = 200 \text{ km}$ ، ثم احسب شدة هذه القوة علما أن كتلة القمر الاصطناعي $m = 800 \text{ kg}$.

2- اشرح سبب عدم اختيار مرجع سطحي أرضي لدراسة حركة القمر الاصطناعي؟ ما هو إذن المرجع الذي نختاره؟ وما هو الشرط الذي يتوفر فيه من أجل تطبيق القانون الثاني على حركة القمر الاصطناعي؟

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن حركة القمر الاصطناعي منتظمة، واحسب سرعته.

4- احسب زمن دورة كاملة للقمر الاصطناعي.

5- يمكن أن يكون مدار القمر الاصطناعي إهليلجيا وليس دائريا، وقد حدث هذا في 12 أبريل 1961 للمركبة الفضائية الروسية *Vostok* التي كان يمتطيها رائد الفضاء *Youri Gagarine*، حيث رسمت مدارا حول الأرض المسافة بين سطح الأرض ونقطة الرأس الأقرب (الحضيض) $h_p = 180 \text{ km}$ ، والمسافة بين سطح الأرض ونقطة الرأس الأبعد (الأوج) $h_A = 327 \text{ km}$.

1- 5- مثل شكل المدار حول الأرض بدون سلم، ووضح عليه شعاع السرعة في النقطة A (\vec{v}_A) وشعاع السرعة في النقطة P (\vec{v}_P)

2- 5- احسب نصف طول المحور الأعظم (a) لمدار المركبة الفضائية.

5-3- أنجزت المركبة دورة كاملة حول الأرض خلال مدة T ، حيث $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$. ما هي المدة التي استغرقتها المركبة خلال دورة واحدة؟

6- إنه من الصعب أن نحمل قمرا اصطناعيا (S) إلى ارتفاع h عن سطح الأرض وجعله يحوم في مدار دائري بحيث يبدو ثابتا في مرجع سطحي أرض، ولهذا نقوم بما يلي:

يُحمل القمر الاصطناعي إلى ارتفاع $h_1 = 1400 \text{ km}$ ، وتُعطى له سرعة ابتدائية \vec{v}_0 عمودية على المحور الواصل بين مركز الأرض والقمر الاصطناعي، فيرسم مدارا دائريا حول الأرض. يتم بعد ذلك استعمال أحد محركات القمر الاصطناعي لدفعه من النقطة P بسرعة \vec{v}_P بحيث يصنع مدارا اهليلجيا، ولما يصل إلى النقطة A يقوم محرك آخر بإعطائه سرعة أخرى \vec{v}_A فيستقر في مداره الأخير، وهو مدار دائري نصف قطره $r = R_T + 36000 \text{ km}$.

6-1- ما المقصود بالعبارة: " ... يبدو القمر الاصطناعي ثابتا في مرجع سطحي أرضي ... "؟

6-2- احسب المسافة AP .

6-3- حدّد دور القمر الاصطناعي في مداره الأخير.

6-4- حدّد وضع المدار الأخير للقمر الاصطناعي بالنسبة للأرض.

نعتبر الأرض كرة متجانسة نصف قطرها $R_T = 6400 \text{ km}$ وكتلتها $M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ و $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ S.I}$ الدور اليومي للأرض $T_T = 24 \text{ h}$

التمرين الثاني (7 ن)

تهتم الكيمياء الحركية بدراسة سرعة التحوّلات الكيميائية والعوامل المؤثرة عليها، حيث على المستوى العياني نقيس مدة التحوّل الكيميائي من أجل معرفة آليات التفاعل على المستوى المجهرى.

I-

1- إن من بين العوامل المؤثرة على التحوّلات الكيميائية درجة الحرارة التي يجري فيها التفاعل. اشرح كيفية تأثير درجة الحرارة على التفاعل الكيميائي، وذلك على المستوى المجهرى.

2- الوسيط هو مادة كيميائية تُضاف للمزيج المتفاعل من أجل تسريع التحوّل الكيميائي. هل يؤثر الوسيط على تركيب المزيج النهائي؟ اذكر مثلا لوسيط مناسب لتحوّل كيميائي، مع ذكر نوع الوساطة.

3- نعرّف زمن نصف التفاعل ($t_{1/2}$) لتفاعل تام بالزمن اللازم لبلوغ تقدّم التفاعل نصف قيمته الأعظمية. علما أنه في تفاعل تام يتم استهلاك نصف كمية مادة المتفاعل المحد بين اللحظتين $t = 0$ و $t = 15 \text{ mn}$ ، حدّد قيمة زمن نصف التفاعل.

4- لماذا تكون مدة التفاعل أقل بين الألمنيوم ومحلول حمض كلور الهيدروجين كلما كان المعدن مجزأ أكثر؟

II-

تتابع تحوّل كيميائي عن طريق التفاعل بين شوارد اليود (I^-) والماء الأكسجيني (H_2O_2)، حيث تتوقّف على المحاليل التالية:

S_1 : محلول يود البوتاسيوم (K^+, I^-) حجمه $V_1 = 45 \text{ mL}$ وتركيزه المولي $C_1 = 0,4 \text{ mol/L}$

S_2 : محلول الماء الأكسجيني حجمه $V_2 = 50 \text{ mL}$ وتركيزه المولي C_2

S_3 : محلول حمض الكبريت تركيزه المولي 4 mol/L وحجمه $V_3 = 5 \text{ mL}$ ، حيث يوجد بوفرة، وذلك من أجل تجميع الوسط التفاعلي.

نمزج المحاليل الثلاثة في بيشر ونضعه في وسط درجة حرارته ثابتة، ثم نتابع تطور التفاعل بمعايرة ثنائي اليود الناتج في عينات متساوية من المزيج

حجمها $V_p = 5 \text{ mL}$ ، وذلك بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+, S_2O_3^{2-}$) تركيزه المولي $C = 0,1 \text{ mol/L}$

حصلنا على النتائج التالية:

$t(\text{mn})$	0	2,5	5	10	15	20	25	30	35	45
$[I_2] (\text{mmol/L})$	0	14,5	25	37,5	43,5	47	49	49,5	50	50

1- اكتب معادلة التفاعل بين شوارد اليود والماء الأكسجيني. تُعطى الثنائيات Ox/Red : I_2/I^- و H_2O_2/H_2O

2- أنشئ جدول التقدّم لهذا التفاعل، ثم احسب قيمة التقدّم الأعظمي.

3- عبر عن التركيز المولي للماء الأكسجيني بدلالة التركيز المولي لثنائي اليود، ثم املأ الجدول التالي:

$t(mn)$	0	2,5	5	10	15	20	25	30	35	45
$[H_2O_2] (mmol/L)$										

4- مثل بيانيا $[H_2O_2] = f(t)$

5- حدّد قيمة زمن نصف التفاعل من موضعين.

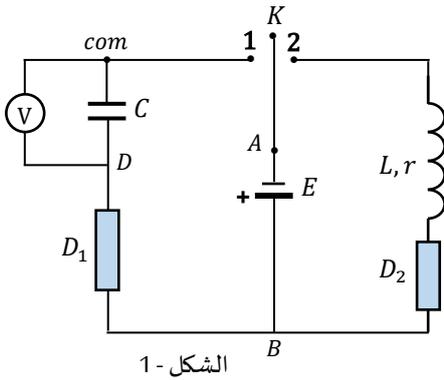
6- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 10 mn$.

7- اكتب معادلة تفاعل معايرة ثنائي اليود. تُعطى الثنائية $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$

8- ما هو حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم للتكافؤ في عملية معايرة العينة عند اللحظة $t = 15 mn$.

الجزء الثاني (7 نقط)

التمرين التجريبي (7 ن)



الشكل 1-

تضمّ دائرة كهربائية ممثلة في الشكل 1 - ما يلي:

- مولدا مثاليا للتوترات قوّته الحركة الكهربائية $E = 12 V$

- مكثفة فارغة سعته $C = 1 mF$

- ناقلين أوميين D_1 مقاومته R_1 و D_2 مقاومته $R_2 = 100 \Omega$

- وشيعة مقاومتها r ومعامل تحريضها L

- بادلة ذات موضعين مقاومتها مهيمة، ومقياس فولط رقمي.

- I

1- نترك البادلة مفتوحة:

- نربط مقياس الفولط للنقطتين A و B ، حيث نربط القطب (com) للنقطة B

- نترك القطب (com) في النقطة B ، ونربط القطب الآخر في النقطة D

ما هي القيمة التي يشير لها مقياس الفولط في كل ربط؟

2- نربط مقياس الفولط بين طرفي المكثفة، ونصل البادلة للوضع (1) عند اللحظة $t = 0$. يشير مقياس الفولط عند اللحظة $t_1 = 10 s$ للقيمة $u_C = 7,56 V$.

اكتب المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر بين طرفي المكثفة (u_C) .

3- يُعطى حل هذه المعادلة التفاضلية $u_C = 12 \left(1 - e^{-\frac{t}{a}}\right)$ ، حيث u_C مقياس بالفولط، والزمن مقياس بالثانية.

1- 3- عبّر عن الثابت a بدلالة تميّزات عناصر الدارة.

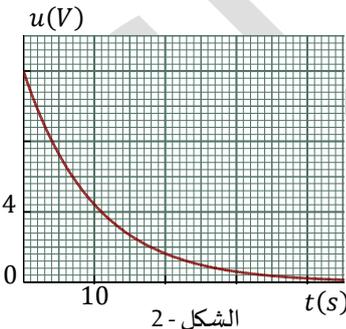
2- 3- احسب قيمة مقاومة الناقل الأومي D_1 .

4- نشاهد على شاشة راسم اهتزاز البيان الممثل في الشكل 2 - .

1- 4- وضح على الدارة كيفية ربط راسم الاهتزاز من أجل مشاهدة هذا البيان.

2- 4- اشرح ما يحدث على المستوى الجهري الذي يتسبب في تناقص هذا التوتر بمرور الزمن.

5- ما طبيعة الطاقة المخزّنة في المكثفة؟ اقترح تجربة بسيطة للكشف عن وجود الطاقة في المكثفة.



الشكل 2-

6- مثل بشكل تقريبي البيان $u(t)$ لو ربطنا على التفرّع مع الناقل الأومي D_1 ناقلا أوميا آخر مقاومته $R' = 10 k\Omega$ قبل وضع البادلة في الوضع (1).

- II

نربط لطرفي الوشيعة ملقطا للتيار موصولا إلى أجهزة Exao ، ثم نصل البادلة للوضع (2) عند اللحظة $t = 0$. عالجنا النتائج بواسطة برمجية معلوماتية ، وحصلنا على النتائج التالية:

$t(ms)$	0	0,5	1	2	6	8	10	15
$i(mA)$	0	28,4	39,3	63	95	98,2	100	100
$\frac{di}{dt} (A.s^{-1})$	50	35,8	30,3	18,5	2,5	0,9	0	0

1- عبّر عن التوتر بين طرفي الوشيعة u_b بدلالة شدة التيار .

2- إنّ ثابت الزمن للدارة RL هو الزمن τ ، حيث

$$\tau = \frac{L}{R_2 + r}$$

نسبة % 63 من قيمته الأعظمية .

1-2- احسب مقاومة الوشيعة .

2-2- احسب ذاتية الوشيعة بطريقتين .

3- ما طبيعة الطاقة المخزنة في الوشيعة ؟ احسب قيمتها عند اللحظة $t = 15 ms$.

4- يُنصح بعدم فتح التارة عندما تكون الطاقة مخزنة في الوشيعة . لماذا ؟

5- كيف يجب تركيب صمام ثنائي في دارة الوشيعة قبل وضع البادلة على الوضع (2) ، بحيث لما نفتح الدارة تتحوّل الطاقة المخزنة فيها إلى طاقة

حرارية بفعل جول في الناقل الأومي D_2 ؟

6- ما هي إذن القيمة العددية التي يشير لها مقياس الفولط إذا كان موصولا لطرفي الوشيعة لحظة فتح البادلة .

نهاية الموضوع

مع تحيات الأستاذ عبد القادر قزوري www.guezouri.org

ملاحظة:

الموضوع موجه كذلك لشعبي الرياضيات في انتظار نموذج هاتين الشعبتين

الحل المفصّل

الجزء الأول

التمرين الأول

- I

1- نص القانون الثاني لنيوتن: في مرجع غاليلي يتناسب المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المؤثرة على جملة كتلتها m مع شعاع تسارع هذه الجملة، وهو $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}$.

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة القذيفة منسوبة لمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا: $\vec{P} = m \vec{a}$ ، أي $m \vec{g} = m \vec{a}$ ، ومنه $\vec{a} = \vec{g}$ ،

احداثيا شعاع التسارع في المعلم Oxz هما $\vec{a}(0, -g)$

احداثيا شعاع السرعة الابتدائية في المعلم Oxz هما $\vec{v}_0(v_0, 0)$

لدينا على المحور Ox : $a_x = 0$ ، وبالتالي السرعة ثابتة $(v_x = v_0)$ ، ولدينا $v_x = \frac{dx}{dt}$

فتكون الفاصلة $x = v_0 t + C_1$

حسب الشروط الابتدائية $(t = 0 ; x = 0)$ ، نجد $C_1 = 0$ ، ويصبح $x = v_0 t$ (1)

لدينا على المحور Oz : $a_z = -g$ ، ولدينا $a_z = \frac{dv_z}{dt}$ وبالتالي $v_z = -gt + C_2$

حسب الشروط الابتدائية $(t = 0 ; v_z = 0)$ ، نجد $C_2 = 0$ ، ويصبح $v_z = -gt$ ، ولدينا $v_z = \frac{dz}{dt}$

وبالتالي $z = -\frac{1}{2} g t^2 + C_3$ ، وحسب الشروط الابتدائية $(t = 0 ; z = h)$ فإن $z = -\frac{1}{2} g t^2 + h$ (2)

احداثيا مركز عطالة القذيفة هما $\vec{OM}(v_0 t ; -\frac{1}{2} g t^2 + h)$

3- معادلة المسار: نحذف الزمن بين العلاقتين (1) و (2) ، حيث $t = \frac{x}{v_0}$ ، وبالتعويض في (2) نجد: $z = -\frac{g}{2 v_0^2} x^2 + h$ (3)

4- إنّ فاصلة نقطة وقوع القذيفة على سطح الأرض هي $z = 0$ ، وبالتعويض في المعادلة (3) : $0 = -\frac{g}{2 v_0^2} x^2 + h$ ، ومنه

$$v_0^2 = \frac{g x^2}{2h}$$

ليكن x_1 فاصلة وقوع القذيفة على الأرض من أجل السرعة الابتدائية v_0 ، و x_2 فاصلة وقوع القذيفة على الأرض من أجل ضعف هذه

السرعة الابتدائية، أي $2v_0$ ، فيكون لدينا: $v_0^2 = \frac{g x_1^2}{2h}$ و $4v_0^2 = \frac{g x_2^2}{2h}$.

بتقسيم هاتين العلاقتين طرفا لطرف: $\frac{4v_0^2}{v_0^2} = \frac{g x_2^2}{2h} \times \frac{2h}{g x_1^2}$ ، ومنه $x_2 = 2x_1$ ، وبالتالي:

...إذا انطلقت قذيفة مدفع من أعلى جبل بسرعة ابتدائية أفقية وقطعت **فرسخين** عند وصولها لسطح الأرض، فإنها ستقطع **أربعة فراسخ** لو انطلقت بضعف السرعة السابقة.

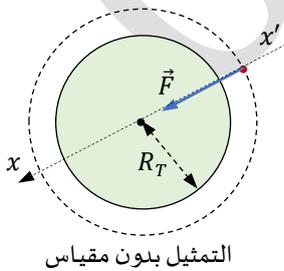
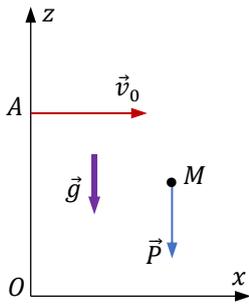
5- تخضع القذيفة فقط لقوة جذب الأرض لها (\vec{F}) ، حيث $F = G \frac{m M_T}{(R_T + h)^2} \approx G \frac{m M_T}{R_T^2}$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة القذيفة: $\vec{F} = m \vec{a}$ ، وبالإسقاط على المحور $x'x$:

$$F = m a \quad , \quad a = G \frac{M_T}{R_T^2} \quad \text{وبالتالي} \quad a = G \frac{M_T}{R_T^2}$$

لدينا على المحور الناطمي $x'x$ التسارع هو $a = \frac{v^2}{R_T}$ ، وبالتالي $\frac{v^2}{R_T} = G \frac{M_T}{R_T^2}$ ، ومنه $v = \sqrt{\frac{G M_T}{R_T}}$

$$v = \sqrt{\frac{4 \times 10^{14}}{6400000}} \approx 8 \times 10^3 \text{ m/s} = 8 \text{ km/s}$$



التمثيل بدون مقياس

- II

1- تمثيل قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي (الشكل).

$$F = G \frac{m M_T}{(R_T + h)^2} = \frac{4 \times 10^{14} \times 800}{(6400 + 200)^2 \times 10^6} = 7346 \text{ N}$$

2- كلما كانت مدة حركة القمر الاصطناعي أطول تصبح حركة المرجع السطحي أرضي دائرية، فلا يمكن اعتباره غاليليا.

نختار المرجع الجيومركزي، والشرط الذي يجب أن يتوفر فيه هو أن تكون حركته (أي مركز الأرض) مستقيمة منتظمة حول الشمس بما فيه الكفاية، أي في مدة صغيرة مقارنة بدور الأرض حول الشمس.

3- ننسب حركة القمر الاصطناعي للمرجع الجيومركزي، ونرفقه بالمحور Ox شعاع وحدته \vec{u} .

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

لدينا شعاع القوة منسوبا للمحور Ox :

$$m \vec{a} = -G \frac{m M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u} \text{ ، أي } \vec{F} = -G \frac{m M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}$$

$$\vec{a} = -G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u} \text{ ومنه}$$

وهذا التسارع متجه نحو مركز الأرض، وبالتالي حركة القمر الاصطناعي دائرية منتظمة.

$$a = \frac{G M_T}{(R_T + h)^2} \text{ هي طولية شعاع التسارع}$$

$$\text{ولدينا } a = \frac{v^2}{R_T + h} \text{ ، أي } \frac{G M_T}{(R_T + h)^2} = \frac{v^2}{R_T + h}$$

$$v = \sqrt{\frac{G M_T}{R_T + h}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^{14}}{(6400 + 200) \times 10^3}} = 7785 \text{ m/s} \approx 7,8 \text{ km/s} \text{ ومنه}$$

$$T = \frac{2 \pi (R_T + h)}{v} = \frac{6,28 \times 6600 \times 10^3}{7785} = 5324 \text{ s} \approx 1 \text{ h } 29 \text{ mn}$$

4- زمن دورة كاملة هو الدور، حيث

1-5 تمثيل المسار وشعاع السرعة: (الشكل)

2-5 قيمة نصف المحور الأعظم:

$$a = \frac{r_A + r_P}{2} = \frac{6400 + 180 + 6400 + 327}{2} = 6653,5 \text{ km}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{G M_T}} = 6,28 \times \sqrt{\frac{(6653,5 \times 10^3)^3}{4 \times 10^{14}}} = 5389 \text{ s} \approx 1,5 \text{ h}$$

$$T = 5389 \text{ s} \approx 1,5 \text{ h}$$

6-

1-6 المقصود هو أن القمر الاصطناعي مستقر أرضيا، أي مستوى مداره يشمل خط الاستواء، ويدور في جهة دوران الأرض، ودوره يساوي دور الأرض حول نفسها.

$$AP = R_T + h_1 + r = 6400 + 1400 + 6400 + 36000 = 50200 \text{ km}$$

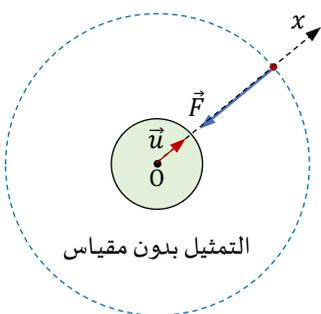
2-6 المسافة AP :

3-6 يقوم القمر الاصطناعي في مداره الأخير بحركة دائرية منتظمة، بحيث يكون دوره

هو الدور اليومي للأرض، أي $T = T_T = 24 \text{ h}$.

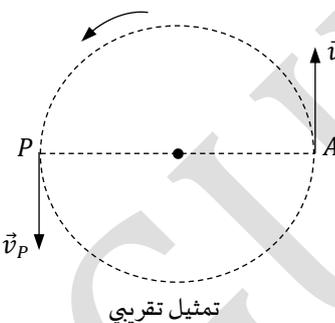
4-6 بما أن القمر الاصطناعي مستقر أرضيا فإن مستوى مداره يكون شاملا لخط الاستواء، ونصف قطر هذا المدار هو

$$r = 6400 + 36000 = 42400 \text{ km}$$



التمثيل بدون مقياس

المسافة بين مركز الأرض ومركز الشمس هي $r = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ وبالتالي إذا اعتبرنا حركة مركز الأرض حول الشمس دائرية يكون طول مسار مركز الأرض حول الشمس $d = 2\pi r$
 $d = 2\pi r = 6,28 \times 1,5 \times 10^{11} = 9,42 \times 10^{11} \text{ m}$
 يقطع مركز الأرض هذه المسافة خلال مدة $t = 365 \times 24 = 8760 \text{ h}$
 أما خلال مدة تساوي 24 ساعة يقطع مركز الأرض مسافة قدرها $d' = \frac{24 \times 9,42 \times 10^{11}}{365 \times 24} = 2,6 \times 10^9 \text{ m}$
 وهذه المسافة تمثل فقط 0,3% من طول المسار، وتوافق دوران المحور الواصل بين مركز الأرض ومركز الشمس بدرجة واحدة ($\alpha = 1^\circ$). وهذا ما جعلنا نختار المرجع المركزي أرضي لدراسة حركة القمر الاصطناعي.



تمثيل تقريبي

التمرين الثاني

- I

1- تؤثر درجة الحرارة على الطاقة الحركية للجزيئات المادية، مما يؤثر على تواتر التصادمات الفعالة للمتفاعلات، وبصفة عامة تكون التحوّلات الكيميائية أسرع في درجة حرارة أعلى.

2- لا يؤثر الوسيط على تركيب المزيج النهائي، بل يعمل على الوصول للحالة النهائية للتحوّل الكيميائي في وقت أقصر.

مثال: نضيف قطرات من محلول كلور الحديد الثلاثي للماء الأوكسجيني، فيتفكك هذا الأخير في مدّة أقصر. الوساطة في هذه الحالة متجانسة.

3- ليكن المعامل الستوكيوميتري للمتفاعل المحد في معادلة التفاعل هو العدد a ، وكمية مادته الابتدائية n_0 ، ستكون كمية مادته خلال

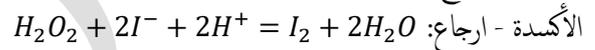
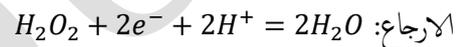
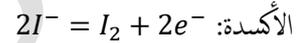
$$\text{التفاعل } n = n_0 - ax \text{ ، وعند نهاية التفاعل يكون } n_0 - ax_m = 0 \text{ ، ومنه } x_m = \frac{n_0}{a}$$

$$\text{تكون كمية مادة المتفاعل المحد عند زمن نصف التفاعل } \frac{n_0}{2} = n_0 - a \times \frac{1}{2} x_m = n_0 - a \times \frac{1}{2} \times \frac{n_0}{a} = \frac{n_0}{2} \text{ ، وبالتالي } t_{1/2} = 15 \text{ mn}$$

4- نعلم أن سطح التلامس بين المتفاعلات هو عامل حركي، ولهذا كلما جزأنا المعدن أكثر كلما زاد سطح التلامس، فتكون مدّة التفاعل أقصر.

- II

1- معادلة التفاعل:



2- جدول التقدّم: كمية المادة الابتدائية: $n_0(I^-) = C_1V_1 = 0,4 \times 0,045 = 0,018 \text{ mol}$

$n_0(H_2O_2) = C_2V_2 = 0,05 C_2$
التقدّم الأعظمي: لدينا من الجدول المعطى

التركيز المولي لثنائي اليود عند نهاية التفاعل

$$\text{هو } [I_2] = 50 \text{ mmol/L}$$

وكمية مادته هي إذن $n(I_2) = [I_2]V_T$

$$n(I_2) = 50 \times 10^{-3} \times 0,1 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

كمية مادة ثنائي اليود عند نهاية التفاعل هي قيمة التقدّم الأعظمي (من جدول التقدّم)، وبالتالي $x_m = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

3- لدينا من جدول التقدّم كمية مادة الماء الأوكسجيني: $n(H_2O_2) = C_2V_2 - x$ ، ويكون $[H_2O_2] V_T = C_2V_2 - x$ (1)

ولدينا كذلك $n(I_2) = x$ ، ويكون $[I_2] V_T = x$ (2)

$$(3) \quad [H_2O_2] = \frac{C_2V_2}{V_T} - [I_2] \text{ ، ومنه } [H_2O_2] V_T = C_2V_2 - [I_2] V_T \text{ على (2) و (1) نحصل من العلاقتين}$$

نحسب قيمة C_2 :

كمية مادة شوارد اليود عند نهاية التفاعل هي $n(I^-) = 0,018 - 2x_m = 0,018 - 2 \times 5 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-3} \text{ mol}$

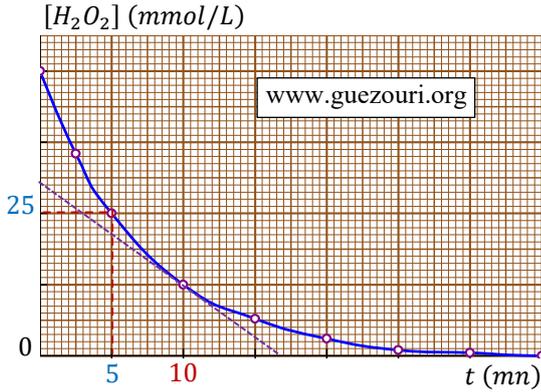
$$\text{وبالتالي المتفاعل المحد هو الماء الأوكسجيني، أي } C_2V_2 - x_m = 0 \text{ ، ومنه } C_2 = \frac{x_m}{V_2} = \frac{5 \times 10^{-3}}{0,05} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$(4) \quad [H_2O_2] = \frac{0,1 \times 50}{100} - [I_2] = 0,05 - [I_2] \text{ : (3) العلاقة}$$

ملء الجدول اعتمادا على العلاقة (4):

$t(\text{mn})$	0	2,5	5	10	15	20	25	30	35	45
$[H_2O_2] (\text{mmol/L})$	50	35,5	25	12,5	6,5	3	1	0,5	0	0

4- التمثيل البياني:



5- تحديد قيمة زمن نصف التفاعل:

- الموضع الأول: لدينا من الجدول المعطى التركيز المولي النهائي لثنائي اليود

$$[I_2] = 50 \text{ mmol/L} \text{ هو}$$

يوافق زمن نصف التفاعل نصف قيمة هذا التركيز، أي

$$[I_2]_{1/2} = 25 \text{ mmol/L}$$

والزمن الموافق لهذه القيمة هو $t = t_{1/2} = 5 \text{ mn}$

- الموضع الثاني: من البيان $[H_2O_2] = f(t)$

$$[H_2O_2] = \frac{[H_2O_2]_m}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ mmol/L} \text{ يوافق زمن نصف التفاعل}$$

والزمن الموافق لهذه القيمة هو $t = t_{1/2} = 5 \text{ mn}$

6- السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 10 \text{ mn}$:

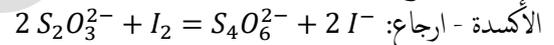
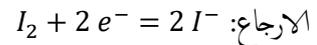
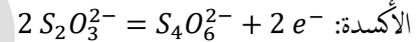
$$(5) \quad v_v = \frac{1}{V_T} \times \frac{dx}{dt} \text{ هي السرعة الحجمية للتفاعل}$$

لدينا من جدول التقدم: $n(H_2O_2) = C_2V_2 - x$ ، أي $[H_2O_2]V_T = C_2V_2 - x$ ، ومنه $[H_2O_2] = \frac{C_2V_2}{V_T} - \frac{1}{V_T}x$

باشتقاق هذه العلاقة بالنسبة للزمن: $\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -\frac{1}{V_T} \times \frac{dx}{dt}$ ، وباستعمال العلاقة (5) نجد $v_v = -\frac{d[H_2O_2]}{dt}$

$$\text{لدينا ميل المماس } \frac{d[H_2O_2]}{dt} = -\frac{2,4 \times 12,5}{3,3 \times 5} = -1,82 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1} \text{ وبالتالي } v_v = 1,82 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$$

7- معادلة تفاعل المعايرة:



$$(6) \quad V_E = \frac{2 \times [I_2] V_P}{C} \text{ ومنه } [I_2] V_P = \frac{1}{2} C V_E \text{، أي } n(I_2) = \frac{1}{2} C V_E$$

لدينا من الجدول المعطى التركيز المولي لثنائي اليود عند اللحظة $t = 15 \text{ mn}$ هو $[I_2] = 43,5 \text{ mmol/L}$ ، وبالتعويض في العلاقة (6)

$$V_E = \frac{2 \times 43,5 \times 10^{-3} \times 5}{0,1} = 4,3 \text{ mL}$$

الجزء الثاني (7 نقط)

التمرين التجريبي

- I

1- الربط الأول: يشير مقياس الفولط للقيمة $u_{AB} = -E = -12 \text{ V}$ ، أما في الربط الثاني يشير مقياس الفولط للفرق، لأن الدارة مفتوحة.

2- المعادلة التفاضلية:

$$\text{قانون جمع التوترات: } u_C + u_{R1} = E \text{، ولدينا } u_{R1} = R_1 i = R_1 C \frac{du_C}{dt} \text{، وبالتالي } u_C + R_1 C \frac{du_C}{dt} = E$$

$$(1) \quad \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R_1 C} u_C = \frac{E}{R_1 C} \text{ هي المعادلة التفاضلية}$$

- 3

$$1-3 \quad \text{لدينا } u_C = 12 \left(1 - e^{-\frac{t}{a}}\right) \text{، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن: } \frac{du_C}{dt} = \frac{12}{a} e^{-\frac{t}{a}}$$

$$\text{بالتعويض في المعادلة التفاضلية (1): } \frac{12}{a} e^{-\frac{t}{a}} + \frac{1}{R_1 C} \times 12 \left(1 - e^{-\frac{t}{a}}\right) = \frac{E}{R_1 C}$$

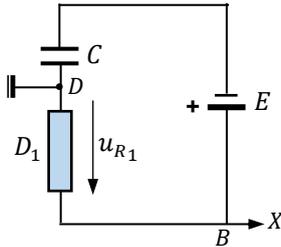
لكن تكون هذه المعادلة محققة يجب أن يكون ، $12 e^{-\frac{t}{a}} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{R_1 C} \right) + \frac{12}{R_1 C} = \frac{E}{R_1 C}$ ومنه ، $\frac{12}{a} e^{-\frac{t}{a}} + \frac{12}{R_1 C} - \frac{12}{R_1 C} e^{-\frac{t}{a}} = \frac{E}{R_1 C}$
 $a = R_1 C = \tau$ وبالتالي ، $\frac{1}{a} - \frac{1}{R_1 C} = 0$

2-3 لدينا ثابت الزمن $\tau = R_1 C$ ، ومنه $R_1 = \frac{\tau}{C}$ (2)

نعوض الزمن بالقيمة $t = 10$ s و u_C بالقيمة $u_C = 7,56$ V في المعادلة الزمنية للتوتر بين طرفي المكثفة: $u_C = 12 \left(1 - e^{-\frac{t}{a}} \right)$
 $-\frac{10}{a} = \ln 0,37$ ، وبإدخال اللوغاريتم النبيري على الطرفين: $e^{-\frac{t}{a}} = 1 - \frac{7,56}{12} = 0,37$ ، ومنه $7,56 = 12 \left(1 - e^{-\frac{t}{a}} \right)$
 ومنه $a = 10$ s

بالتعويض في العلاقة (2): $R_1 = \frac{10}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^4 \Omega$

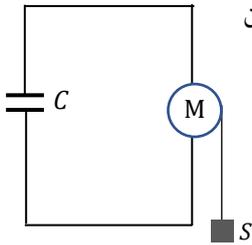
4



1-4 يمثل هذا البيان التوتر بين طرفي الناقل الأومي D_1 ، لأن $u_{R_1} = R_1 i = R_1 C \times \frac{du_C}{dt}$ ، وبالتالي يجب ربط المدخل الأرضي للنقطة D والمدخل (X) للنقطة B .

2-4 عندما نصل البادلة للوضع (1) يسحب الموأد أعظم كمية من الالكترونات لقطبه الموجب من أحد لبوسى المكثفة ، فيمر في الدارة تيار ذو أعظم شدة ، ثم تتناقص هذه الشدة تدريجيا بسبب شحن المكثفة إلى أن تنعدم ، وبما أن $u_{R_1} = R_1 i$ ، فإن التوتر بين طرفي الناقل الأومي يمر بقيمة أعظمية ، ثم يتناقص بمرور الزمن إلى أن ينعدم.

5 تخزن المكثفة طاقة كهربائية. نربط مكثفة مشحونة إلى محرك كهربائي (M) يحمل جسما (S) ، فنلاحظ دوران المحرك وصعود الجسم ، مما يدل على أن الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة تحول جزء منها إلى طاقة ميكانيكية.



6 عندما نربط الناقل الأومي الآخر مع الناقل الأومي D_1 تصبح المقاومة المكافئة في دائرة الشحن $R_{\acute{e}q} = \frac{R_1 \times R'}{R_1 + R'} = \frac{10000 \times 10000}{10000 + 10000} = 5000 \Omega$ ، وبالتالي يصبح ثابت الزمن: $\tau = 5000 \times 1 \times 10^{-3} = 5$ s

يكون عند اللحظة $t = 0$ كذلك $u = 12$ V ، لأن عند اللحظة $t = 0$ التوتر بين طرفي المكثفة $u_C = 0$ ، وبالتالي من قانون جمع التوترات يكون عند هذه اللحظة $u = 12$ V
 يوافق ثابت الزمن التوتر $u = 0,37 \times 12 = 4,4$ V

- II

1-1 التوتر بين طرفي الوشيعة: $u_b = ri + L \frac{di}{dt}$ (3)

2

1-2 مقاومة الوشيعة: لدينا في النظام الدائم $E = (R_2 + r) I$ ، ومن الجدول لدينا $I = 100$ mA

مقاومة الوشيعة هي $r = \frac{E}{I} - R_2 = \frac{12}{0,1} - 100 = 20 \Omega$

2-2 ذاتية الوشيعة:

الطريقة الأولى: لدينا قانون جمع التوترات: $u_b + u_{R_2} = E$ ، وعند $t = 0$ يكون $u_{R_2} = 0$ ، لأن $i = 0$ ، وبالتالي $u_b = E$ ، ومن الجدول المعطى لدينا عند $t = 0$ يكون $\frac{di}{dt} = 50$ A.s⁻¹

بالتعويض في العلاقة (3): $L = \frac{12}{50} = 0,24 H$ ، ومنه $12 = L \times 50$ ،

الطريقة الثانية: لدينا في الجدول المعطى عند اللحظة $t = 2 ms$ تكون شدة التيار في الدارة تساوي % 63 من قيمتها العظمى ، وبالتالي ثابت الزمن هو $\tau = 2 ms$.

$$L = \tau \times (R_2 + r) = 2 \times 10^{-3} \times 120 = 0,24 H$$

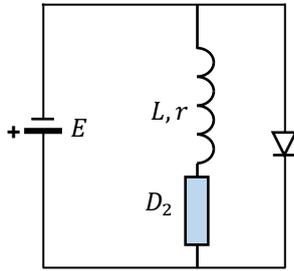
3- تخزن الوشيعية طاقة مغناطيسية بسبب المجال المغناطيسي الذي ينشأ داخلها.

لدينا عند اللحظة $t = 15 ms$ شدة التيار $I = 100 mA$ ، والطاقة المخزنة $E_b = \frac{1}{2} LI^2 = 0,5 \times 0,24 \times (0,1)^2$ ،
 $E_b = 1,2 \times 10^{-3} J$

4- عندما نفتح القاطعة في دارة فيها وشيعية توجد بها طاقة، فإن هذه الطاقة تفرغ لحظيا بين طرفي القاطعة، مما يؤدي إلى إتلاف هذه الأخيرة إذا تكررت هذه العملية، حيث نشاهد شرارة كهربائية عند القاطعة.

تعتبر القاطعة وهي مفتوحة ناقلا أوميا مقاومته كبيرة جدا، مما يجعل زمن التفريغ صغيرا جدا.

5- كيفية ربط الصمام الشنائي: عندما نضع البادلة على الوضع (2) يمر التيار الكهربائي في الوشيعية، فتتخزن الطاقة فيها، وعندما نفتح البادلة، فإن هذه الطاقة لا تفرغ بجوار البادلة، بل يمر التيار في الصمام الشنائي وتتحول الطاقة تدريجيا إلى حرارة بفعل جول.



6- قانون جمع التوترات بعد فتح البادلة هو $u_b + u_{R_2} = 0$ ، ومنه $|u_b| = R_2 I$

$$|u_b| = 100 \times 0,1 = 10 V$$