

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2013

الموضوع



NS30

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

4	مدة الاجتياز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	الشعبة أو المسلك

استعمال الآلة الحاسبة القابلة للبرمجة أو الحاسوب غير مسموح به.

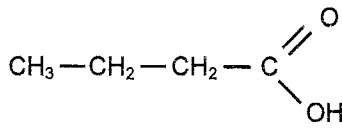
يتكون الموضوع من تمرين في الكيمياء وثلاث تمارين في الفيزياء .

النقطة	الموضوع	الكيمياء (7 نقط)
4,5	من التحول الكيميائي غير الكلي إلى التحول الكلي	الجزء الأول
2,5	من التحولات التلقائية إلى التحولات القسرية	الجزء الثاني
		الفيزياء (13 نقطة)
2,25	من تبدد الضوء إلى الحيود	تمرين 1
5	من الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية	تمرين 2
3,25	من السقوط الحر إلى السقوط باحتكاك	تمرين 3 - الجزء الأول
2,5	من المدار الدائري المنخفض إلى المدار الدائري المرتفع	تمرين 3 - الجزء الثاني

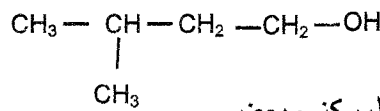
الكيمياء (7 نقط) الجزء الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول (5, 4 نقطة) : من التحول الكيميائي غير الكلي إلى التحول الكلي.
بعض التحولات الكيميائية تكون كلية وبعضها يكون غير كلي ؛ يستعمل الكيميائي عدة طرق لتتبع ، كميا ، التحولات الكيميائية خلال الزمن والتحكم فيها للرفع من مردودها أو تخفيض سرعتها للحد من تأثيرها ، و يستعمل أحيانا متفاعلات بديلة للتوصل بفعالية إلى النواتج نفسها.
معطيات:

المركب العضوي	الكتلة المولية بـ (g.mol ⁻¹)	الكتلة الحجمية بـ (g.mL ⁻¹)
الحمض (A)	M(A) = 88,0	$\rho(A) = 0,956$
الكحول (B)	M(B) = 88,0	$\rho(B) = 0,810$
أندريد البوتانويك (AN)	M(AN) = 158,0	$\rho(AN) = 0,966$



1. التتبع الزمني لتحول كيميائي
نمزج في حوجة حجما $V_A = 11\text{mL}$ من الحمض (A) ذي الصيغة :



و 0,12mol من الكحول (B) ذي الصيغة :

نضيف إلى الخليط بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز وبعض

حصىات الكدان ؛ بعد التسخين، يتكون مركب عضوي (E) كتلته المولية $M(E) = 158\text{g.mol}^{-1}$.

يعطي المبيان $x = f(t)$ تطور التقدم x للتفاعل بدلالة الزمن t (شكل 1).

يمثل المستقيم (Δ) المماس للمنحنى $x = f(t)$ عند $t = 0$.

1.1 - أعط تعريف زمن نصف التفاعل وحدد قيمته.

1.2 - احسب ، مبيانيا، قيمة السرعة الحجمية

$v(0)$ عند اللحظة $t = 0$.

2- مردود التفاعل

2.1 - باستعمال الصيغ نصف المنشورة ،

اكتب معادلة تصنيع المركب (E) انطلاقا

من الحمض (A) و الكحول (B) وأعط

اسم المركب (E) حسب التسمية الرسمية.

2.2 - احسب كمية المادة البدنية للحمض (A).

2.3 - احسب قيمة ثابتة التوازن K

المقرونة بمعادلة تصنيع المركب (E).

2.4 - نمزج 0,12mol من الحمض (A)

و 0,24 mol من الكحول (B) .

أ- احسب التقدم النهائي للتفاعل الحاصل .

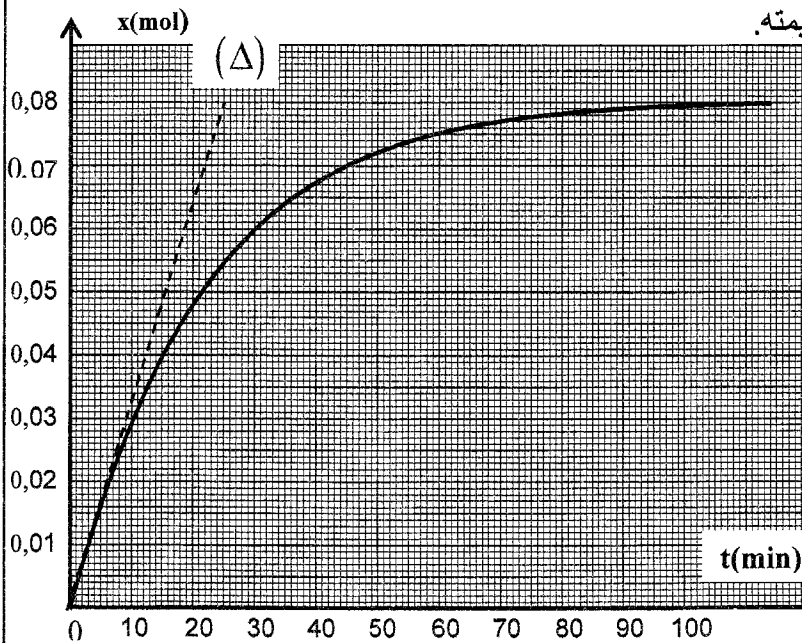
ب- احسب مردود هذا التفاعل .

3- التحكم في تطور المجموعة الكيميائية

يمكن كذلك تحسين مردود التفاعل السابق بتعويض الحمض (A) بأندريد البوتانويك (AN).

نمزج حجما $V_B = 13\text{mL}$ من الكحول (B) وحجما $V_{AN} = 14\text{mL}$ من أندريد البوتانويك ، فنحصل على كتلة

$m(E)$ من المركب E .



شكل 1

3.1 | 0,25 - اكتب معادلة التفاعل الحاصل في هذه الحالة ، باستعمال الصيغ نصف المنشورة .

3.2 | 0,75 - احسب الكتلة $m(E)$.

الجزء الثاني (5, 2 نقطة) : من التحولات التلقائية إلى التحولات القسرية

خلال التحولات التلقائية تتطور المجموعة الكيميائية نحو حالة التوازن ، حيث يتم إنتاج الطاقة الكهربائية ؛ أما خلال التحولات القسرية ، فإن المجموعة الكيميائية تبتعد عن حالة التوازن ويتم ذلك بفضل الطاقة التي يمنحها الوسط الخارجي إلى المجموعة .

معطيات : ثابتة فرايدي : $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$ ؛

أنجز أحمد و مريم العمود الكهربائي ذا التبيانة الاصطلاحية التالية : $\ominus \text{Zn(s)} / \text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu(s)} \oplus$ وركباه في الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 2 والتي تضم لوحة شمسية و أمبيرمترين وقاطع التيار K .
- تحتوي الكأس 1 على 150 mL من محلول كبريتات النحاس $(\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$ تركيزه البدئي بالأيونات Cu^{2+} هو : $[\text{Cu}^{2+}]_i = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ؛

- تحتوي الكأس 2 على 150 mL من محلول كبريتات الزنك $(\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$ تركيزه البدئي بالأيونات Zn^{2+} هو : $[\text{Zn}^{2+}]_i = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

1- التحول التلقائي

عند اللحظة $t = 0$ ، أرجحت مريم قاطع التيار K إلى الموضع 1 ، فأشار الأمبيرمتر إلى مرور تيار كهربائي شدته ثابتة .

1.1 | 0,2 5 - عين الإلكترود الذي يلعب دور الكاثود .

1.2 | 0,7 5 - احسب كمية الكهرباء Q الممررة في الدارة عندما أصبح تركيز

الأيونات Cu^{2+} في الكأس 1 هو $[\text{Cu}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

2- التحول القسري

عندما أصبح تركيز الأيونات Cu^{2+} هو $[\text{Cu}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ،

أرجح أحمد ، عند اللحظة $t = 0$ قاطع التيار K إلى الموضع 2

لإعادة شحن العمود ؛ فلاحظ أن اللوحة الشمسية تمرر في الدارة تيارا

كهربائيا مستمرا شدته ثابتة $I = 15,0 \text{ mA}$.

2.1 | 0,2 5 - عين الإلكترود الذي يلعب دور الكاثود .

2.2 | 0, 5 - اكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل الكيميائي الذي يحدث .

2.3 | 0, 75 - احسب المدة الزمنية Δt اللازمة ليصبح تركيز الأيونات Zn^{2+} $[\text{Zn}^{2+}]_{\Delta t} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

الفيزياء (13 نقطة)

تمرين 1 (2,25 نقطة) : من تبدد الضوء إلى الحيود

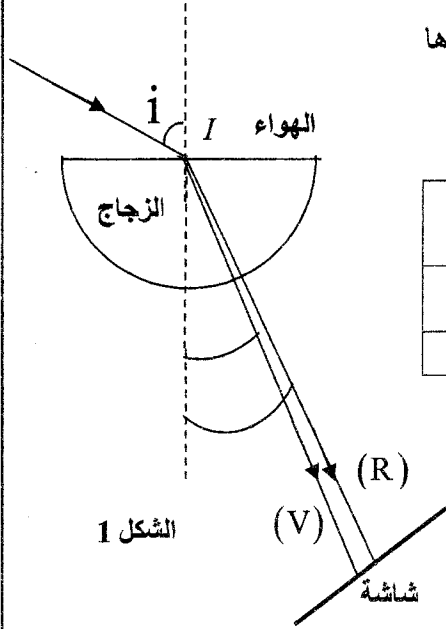
لا يتعلق تردد موجة ضوئية بوسط الانتشار ويتعلق فقط بتردد منبعها .

تكون سرعة انتشار موجة ضوئية في وسط شفاف دائما أصغر من سرعة انتشارها في الفراغ و تتعلق

قيمتها بوسط الانتشار. كما يلاحظ أن الموجة الضوئية عند اجتيازها لشق عرضه صغير نسبيا تحيد.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة ظاهرتي تبدد وحيود الضوء .

معطيات : سرعة انتشار الموجات الضوئية في الهواء تساوي تقريبا سرعة انتشارها في الفراغ : $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$



لون الإشعاع	أحمر (R)	بنفسجي (V)
طول الموجة في الهواء بـ (μm)	0,768	0,434
معامل انكسار الزجاج المستعمل	1,51	1,52

1- تبديد الضوء

نرسل عند نقطة I من سطح نصف أسطوانة من الزجاج ، حزمة ضوئية متوازية من الضوء الأبيض ؛ نلاحظ على الشاشة (شكل 1) ألوان الطيف السبعة الممتدة من الأحمر (R) إلى البنفسجي (V).

1.1 - عبر عن طول الموجة λ_R للإشعاع الأحمر في الزجاج

بدلالة معامل الانكسار n_R للزجاج و طول الموجة λ_{0R} في الهواء لهذا الإشعاع.

1.2 - ينمذج معامل الانكسار n لوسط شفاف ومتجانس بالنسبة لإشعاع أحادي اللون طول موجته λ_0 في الهواء

بالعلاقة : $n = A + \frac{B}{\lambda_0^2}$ حيث A و B ثابتان تتعلقان بوسط الانتشار .

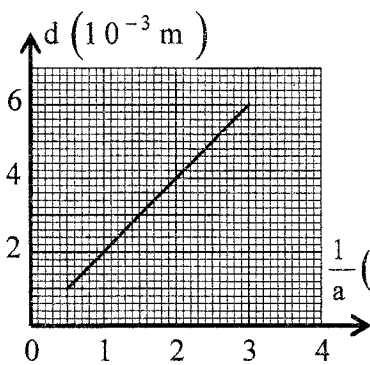
احسب قيمة كل من A و B بالنسبة للزجاج المستعمل .

2- حيود الضوء

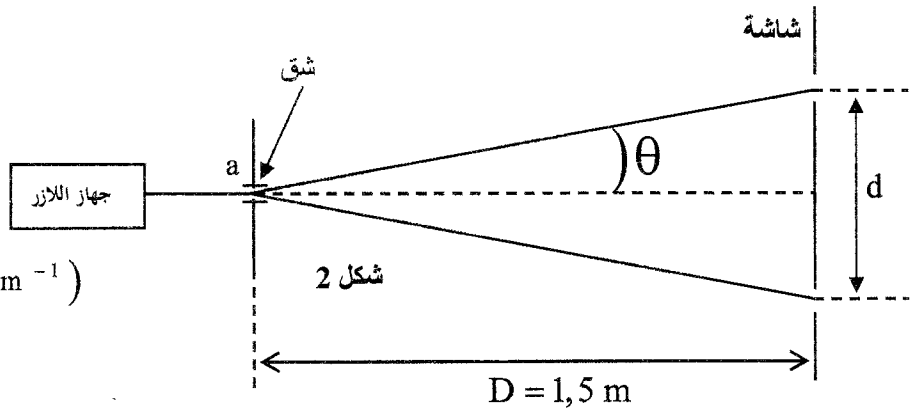
ننجز تجربة حيود ضوء طول موجته λ منبعث من جهاز اللز باستعمال شق عرضه a و شاشة تبعد عن الشق a بالمسافة D كما يبين الشكل 2 :

نقيس d عرض البقعة المركزية بالنسبة لقيم مختلفة للعرض a ونمثل مبيانيا $d = f(\frac{1}{a})$ ؛ فنحصل على المنحنى

المبين في الشكل 3.



شكل 3



2.1 - أوجد تعبير d بدلالة λ و D و a علما ان $\theta = \frac{\lambda}{a}$. (θ صغيرة معبر عنها بالراديان)

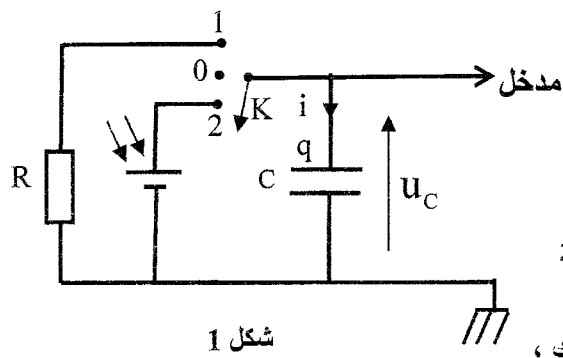
2.2 - اعتمادا على مبيان الشكل 3 ، حدد قيمة λ .

تمرين 2 (5 نقط) : من الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية

يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وتخزينها في البطاريات أو في المكثفات واستعمالها عند الحاجة .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة شحن مكثف بواسطة لوحة شمسية ، ثم بواسطة رتبة توتر صاعدة .

لمقارنة تطور التوتر بين مربطي مكثف أثناء شحنه بواسطة لوحة شمسية وبواسطة رتبة توتر صاعدة ؛ أنجز أحمد و مريم التجربتين التاليتين :



1- شحن مكثف بواسطة لوحة شمسية و تفريغه

تتصرف اللوحة الشمسية تحت ضوء الشمس كمولد يعطي

تيارا كهربائيا شدته ثابتة $i = I_0$ مادام التوتر بين مربطيهما

أصغر من قيمة قصوى $U_{\max} = 2,25V$.

أنجزت مريم التركيب الممثل في الشكل 1 والمكون من لوحة

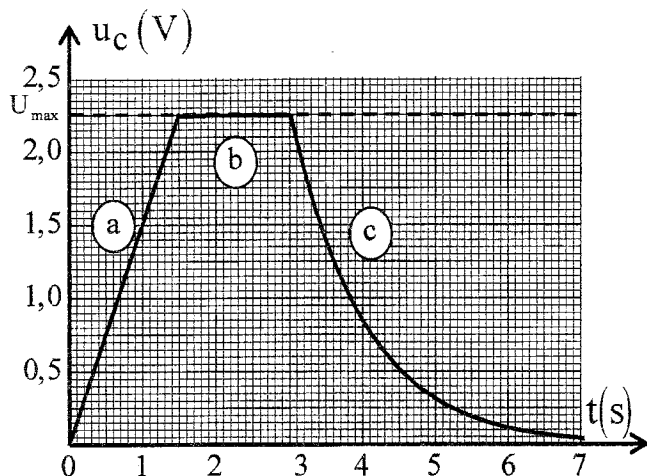
شمسية ومكثف سعته $C = 0,10F$ و موصل أومي

مقاومته $R = 10\Omega$ وقاطع للتيار K . بواسطة جهاز للمسك ،

عابنت مريم تطور التوتر u_C بين مربطي المكثف ؛ مؤرجحة قاطع التيار ثلاث مرات متتالية ، فحصلت

على المبيان الممثل في الشكل 2 و المكون من ثلاثة أجزاء

(a) و (b) و (c) حسب موضع قاطع التيار K .



شكل 2

حيث $u_C = U_{\max} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}$ ثابتة الزمن τ للدائرة المستعملة .

استنتج تعبير شدة التيار $i(t)$ وارسم ، دون سلم ، هيئة المنحنى الممثل لـ $i(t)$ مع احترام الاصطلاحات

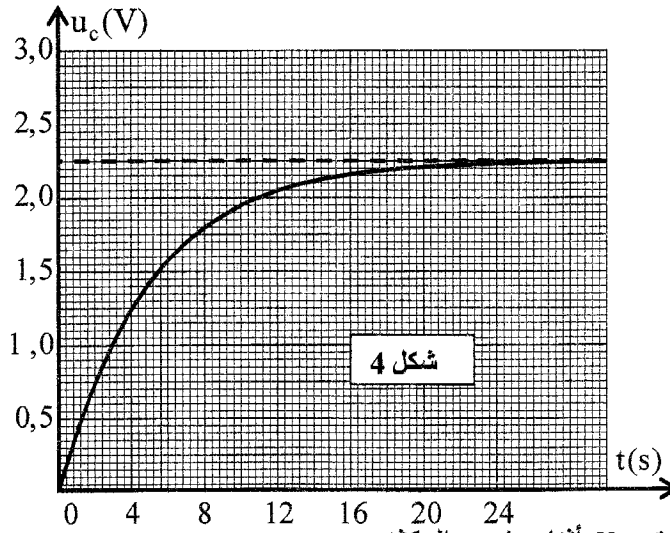
و أصل التواريخ (الشكلان 1 و 2) .

2- شحن مكثف بواسطة رتبة توتر صاعدة .

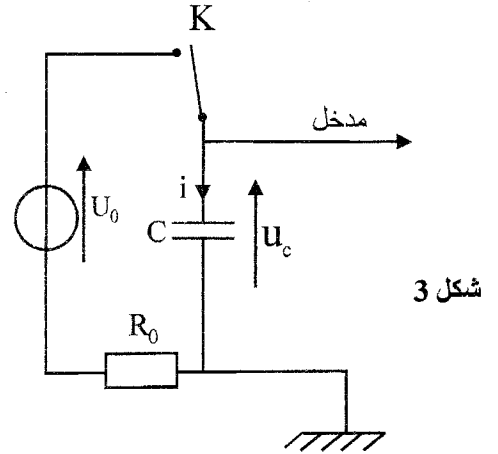
أنجز أحمد التركيب الممثل في الشكل 3 حيث استعمل لشحن المكثف السابق ذي السعة C ، مولدا يعطي توترا ثابتا

$U_0 = 2,25V$. عند اللحظة $t = 0$ ، أغلق الدارة ليشحن المكثف عبر مقاومة R_0 قيمتها 50Ω .

بواسطة جهاز للمسك عابن تطور التوتر u_C بين مربطي المكثف أثناء الشحن ؛ فحصل على المنحنى الممثل في الشكل 4.



شكل 4



شكل 3

2.1 | 0,25 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_c أثناء شحن المكثف.

2.2 | 0,5 يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل $u_c = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$ مع τ ثابتة الزمن للدارة المستعملة.

اعتمادا على منحنى الشكل 4، حدد قيمة كل من الثابتين A و B .

2.3 | 0,5 أوجد تعبير شدة التيار $i(t)$ بدلالة الزمن أثناء شحن المكثف.

ارسم، دون سلم، المنحنى الممثل لهيئة $i(t)$ مع احترام الاصطلاحات وأصل التواريخ.

2.4 | 0,25 احسب قيمة المقاومة R_0 التي يجب أن يستعملها أحمد ليشحن مكثفه كلياً خلال نفس

المدة التي استغرقها الشحن الكلي لمكثف مريم؛ باعتبار أن مدة الشحن الكلي

تقدر بـ 5τ .

3- التذبذبات في دارة RLC

أضاف أحمد إلى التركيب الممثل في الشكل 3 موصلاً أومياً مقاومته

R ووشيجة معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة، فحصل على التركيب

الممثل في الشكل 5.

3.1 | 1,25 عند نهاية الشحن الكلي للمكثف ضبط أحمد المقاومة R على

القيمة $R_1 = 0$. عند اللحظة $t = 0$ ، أرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2)؛

فحصل على المنحنى الممثل في الشكل 6.

أ- أثبت، في هذه الحالة، المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_c بين مربطي المكثف.

ب - يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل $u_c = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \phi\right)$.

أوجد تعبير T_0 وحدد قيمة معامل التحريض L للوشيجة.

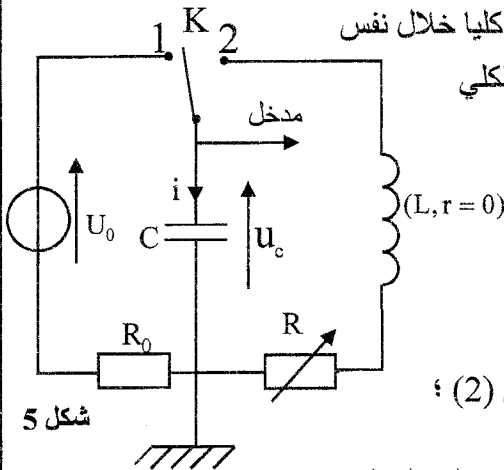
ج- باعتماد انحفاظ الطاقة، احسب الشدة القصوى $I_{\max}$ للتيار في الدارة.

3.2 | 0,25 ضبط أحمد المقاومة R على قيمة $R_2 \neq 0$ ، فحصل على نظام شبة

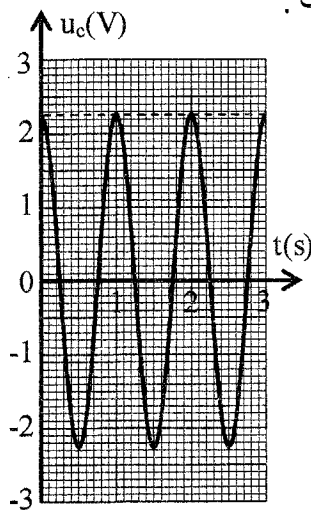
دوري حيث يحقق التوتر u_c المعادلة التفاضلية:

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_2}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot u_c = 0$$

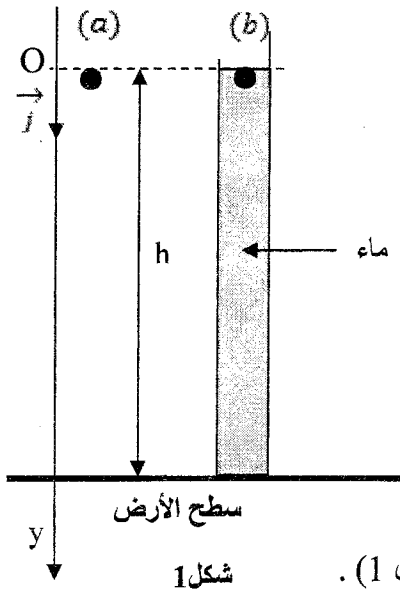
أوجد تعبير $\frac{dE_T}{dt}$ بدلالة R_2 و i حيث E_T الطاقة الكلية للدارة عند لحظة t .



شكل 5



شكل 6



شكل 1

تمرين 3 (5,75 نقطة) الجزء الأول والثاني مستقلان
الجزء الأول (3,25 نقطة) : من السقوط الحر إلى السقوط باحتكاك

افترض نيوتن (Newton) أن لجميع الأجسام نفس حركة السقوط أيًا كانت كتلتها. للتحقق من هذه الفرضية أنجز تجربة في أنبوب فارغ باستعمال أجسام لها كتل وأشكال مختلفة، واستنتج أن القوى الناتجة عن الموائع هي سبب اختلاف سرعات سقوط الأجسام نحو الأرض.

أراد أحمد ومريم أن ينجزا تجربة للتحقق من استنتاج نيوتن، ولهذا استعملا كرتين من الزجاج (a) و (b) لهما نفس الحجم V ونفس الكتلة m. حررا الكرتين عند نفس اللحظة $t = 0$ بدون سرعة بدئية من نفس الارتفاع h عن سطح الأرض (شكل 1).

- حرر أحمد الكرة (a) في الهواء ؛
- حررت مريم الكرة (b) في أنبوب شفاف رأسي به ماء ارتفاعه h (شكل 1).
- بواسطة جهاز ملائم حصل أحمد ومريم على النتائج التالية:
- تصل الكرة (a) إلى سطح الأرض عند اللحظة $t_a = 0,41s$ ؛
- تصل الكرة (b) إلى سطح الأرض عند اللحظة $t_b = 1,1s$.

معطيات:

تسارع الثقالة : $g = 9,80 m.s^{-2}$ ؛ الكتلة الحجمية للماء $\rho = 1000 kg.m^{-3}$ ؛ $V = 2,57.10^{-6} m^3$ ؛ $m = 6,0.10^{-3} kg$ ؛

نعتبر أن الكرة (a) تخضع أثناء سقوطها في الهواء إلى وزنها فقط.

تخضع الكرة (b) أثناء سقوطها في الماء إلى :

- وزنها شدته : $P = m.g$ ؛

- دافعة أرخميدس شدتها : $F_A = \rho.g.V$ ؛

- قوة الاحتكاك المائع شدتها : $f = K.v^2$ ، حيث K ثابتة موجبة و v سرعة مركز قصور الكرة.

1- دراسة حركة الكرة (a) في الهواء

1.1 | 0,25 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز قصور الكرة (a) أثناء سقوطها.

1.2 | 0,5 احسب قيمة الارتفاع h.

2. دراسة حركة الكرة (b) في الماء .

بواسطة جهاز ملائم سجلت مريم تطور سرعة الكرة

(b) خلال الزمن ؛ فحصلت على المبيان الممثل في الشكل 2.

يمثل Δ المماس للمنحنى $v = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$.

2.1 | 0,5 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز قصور

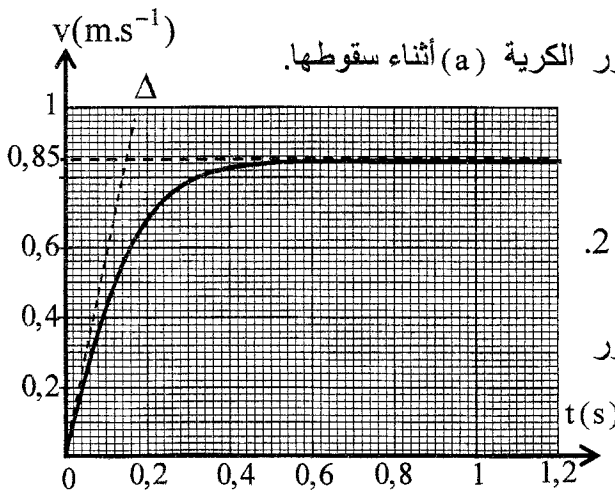
الكرة (b) أثناء السقوط في الماء بدلالة معطيات النص.

2.2 | 0,75 اعتمادا على مبيان الشكل 2 حدد قيمة الثابتة K.

2.3 | 0,5 احسب القيمة النظرية a_{th} لتسارع مركز قصور

الكرة (b) عند اللحظة $t = 0$.

تحقق أن قيمة a_{th} تتوافق مع القيمة التجريبية a_{exp} لتسارع مركز قصور الكرة (b) عند اللحظة $t = 0$.



شكل 2

3- الفرق بين مدتي السقوط .

أعاد أحمد ومريم تجربتيهما في نفس الظروف السابقة، لكن في هذه الحالة كان ارتفاع الماء في الأنبوب هو $H = 2h$.
حرر أحمد ومريم الكريتين (a) و (b) بدون سرعة بدئية عند نفس اللحظة $t = 0$ من نفس الارتفاع $H = 2h$.

3.1 | 0,5 عبر عن المدة الزمنية Δt الفاصلة بين لحظتي وصول الكريتين إلى سطح الأرض بدلالة t_a و t_b و h

و v_e السرعة الحدية لحركة الكرة (b).

3.2 | 0,25 احسب Δt .

الجزء الثاني (2,5 نقطة) : من المدار الدائري المنخفض إلى المدار الدائري المرتفع

وضع جوهانس كيبلر (1571م - 1630 م) القوانين الثلاثة التي تمكن من وصف حركة الكواكب والأقمار الطبيعية . تخضع كذلك حركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض خارج الغلاف الجوي إلى قوانين كيبلر .

يتم إنجاز انتقال قمر اصطناعي أرضي (S) على مدار دائري منخفض شعاعه r_1 نحو مدار دائري مرتفع شعاعه r_2 مروراً بمدار إهليلجي مماس للمدارين الدائريين كما يبين الشكل 3 . يكون المركز O للأرض إحدى بؤرتي المدار الإهليلجي .

معطيات :

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{SI}$: ثابتة التجاذب الكوني ؛ $r_2 = 42200 \text{km}$ ؛ $r_1 = 6700 \text{km}$

كتلة الأرض : $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{kg}$ ؛ نذكر بخاصية إهليلج بؤرتاه O و O' و نصف محوره الكبير a :

$OM + O'M = 2a$ مع M نقطة من الإهليلج .

نعتبر القمر الاصطناعي (S) نقطياً ويخضع فقط لجاذبية الأرض و أن الأرض تنجز دورة كاملة حول محور دورانها خلال 24 ساعة . ندرس حركة (S) في المرجع المركزي الأرضي .

1- | 0,5 باستعمال معادلة الأبعاد حدد بعد الثابتة G .

2- | 1 نرسم — T_1 لدور حركة القمر (S)

على المدار المنخفض و ب — T_2 لدور حركة (S) على المدار المرتفع .

عبر عن T_1 بدلالة r_1 و r_2 و T_2 .

احسب قيمة T_1 بالساعة (h) علماً أن

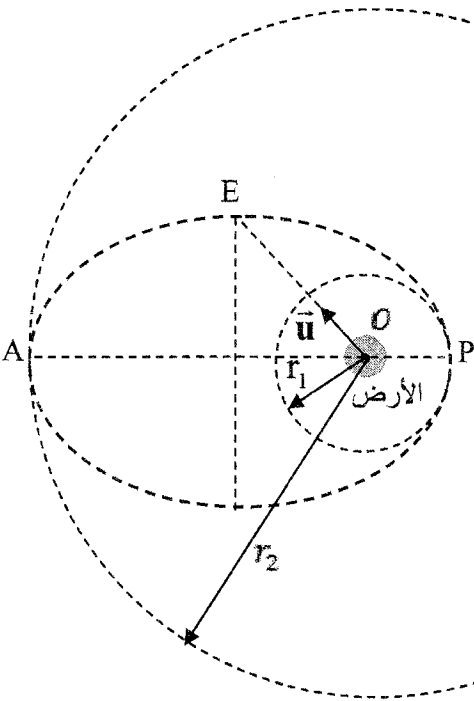
(S) ساكن بالنسبة للأرض على المدار المرتفع .

3- | 1 نعتبر النقطة E التي تنتمي إلى المحور الصغير للإهليلج و المعرفة بـ $\vec{OE} = OE \cdot \vec{u}$ حيث $\|\vec{u}\| = 1$.

أعط تعبير متجهة التسارع $\vec{a}_s$ للقمر (S)

عند E بدلالة G و M_T و OE .

احسب قيمة $\|\vec{a}_s\|$ عند النقطة E .



شكل 3

تصحيح الامتحان الوطني للفيزياء 2013 الدورة العادية مسلك العلوم الرياضية

الكيمياء

الجزء الأول : من التحول الكيميائي غير الكلي الى التحول الكلي

1-التتبع الزمني لتحول كيميائي

1.1-تعريف زمن التفاعل :

زمن نصف التفاعل هو المدة الزمنية اللازمة لكي يأخذ تقدم التفاعل نصف قيمته النهائية .

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ mol} \quad t_{1/2} = 15 \text{ min}$$

2.1-حساب قيمة السرعة الحجمية $v(0)$:

$$V_B = \frac{m(B)}{\rho(B)} = \frac{n(B) \cdot M(B)}{\rho(B)} = \frac{0,12 \times 88}{0,810} = 13 \text{ mL}$$

حساب حجم الكحول المستعمل:

$$V = V_A + V_B = 11 + 13 = 24 \text{ mL}$$

ومنه حجم الخليط:

$$v = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$$

السرعة (0) الحجمية عند اللحظة t تعطيها العلاقة التالية :

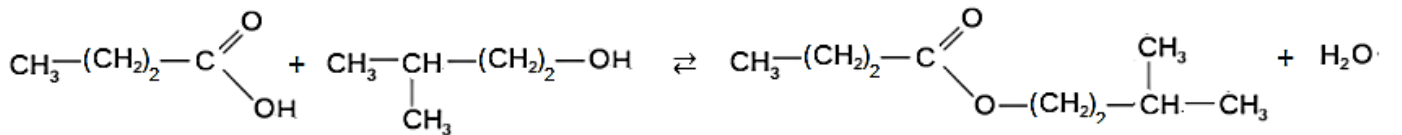
حساب السرعة الحجمية عند اللحظة $t = 0$:

$$v(0) = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{t=0} = \frac{1}{24 \cdot 10^{-3} \text{ L}} \times \frac{(0,08-0) \text{ mol}}{(25-0) \text{ min}} \Rightarrow v \approx 0,13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$$

مبياننا نجد :

2-مردود التفاعل

2.1-معادلة تفاعل الاسترة :



اسم الاستر : بوتانوات 3-مethyl البوتيل

2.2-كمية مادة الحمض البدئية $n_i(A)$:

$$n_{i(A)} = \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{\rho(A) \cdot V_A}{M(A)} = \frac{0,056 \times 11}{88} \Rightarrow n_i(A) \approx 0,12 \text{ mol}$$

2.3-حساب قيمة ثابتة التوازن K :

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل :

المعادلة الكيميائية		$A + B \rightleftharpoons E + H_2O$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	0,12	0,12	0	0
حالة التحول	x	0,12 - x	0,12 - x	x	x
الحالة النهائية	x_{eq}	0,12 - x_{eq}	0,12 - x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}

$$K = Q_{r,eq} = \frac{[E]_{eq} \cdot [eau]_{eq}}{[A]_{eq} \cdot [B]_{eq}} = \frac{\frac{x_{eq}}{V} \cdot \frac{x_{eq}}{V}}{\frac{n_A - x_{eq}}{V} \cdot \frac{n_B - x_{eq}}{V}} \Rightarrow K = \frac{x_{eq}^2}{(0,12 - x_{eq})^2}$$

$$K = 4 \Leftrightarrow K = \frac{0,08^2}{(0,12 - 0,08)^2} \Leftrightarrow x_{eq} = 0,08 \text{ mol}$$

مبيانيا نجد :

2.4-أ-حساب التقدم النهائي :

جدول تقدم التفاعل :

المعادلة الكيميائية		$A + B \rightleftharpoons E + H_2O$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	0,12	0,24	0	0
حالة التحول	x	0,12 - x	0,24 - x	x	x
الحالة النهائية	x_{eq}	0,12 - x_{eq}	0,24 - x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}

$$K = \frac{[E]_f \cdot [eau]_f}{[A]_f \cdot [B]_f} = \frac{\frac{x_{eq}}{V} \cdot \frac{x_{eq}}{V}}{\frac{n_A - x_{eq}}{V} \cdot \frac{n_B - x_{eq}}{V}} = \frac{x_{eq}^2}{(0,12 - x_{eq}) \cdot (0,24 - x_{eq})} = 4$$

$$3x_{eq}^2 - 1,44x_{eq} + 0,1152 = 0 \text{ ومنه نجد :}$$

$$\Delta = 0,6912 \text{ هناك حلين :}$$

$$x_1 = 0,38 \text{ mol} > x_{max} \quad \checkmark \text{ لا يمكن}$$

$$x_2 = 0,10 \text{ mol} \quad \checkmark$$

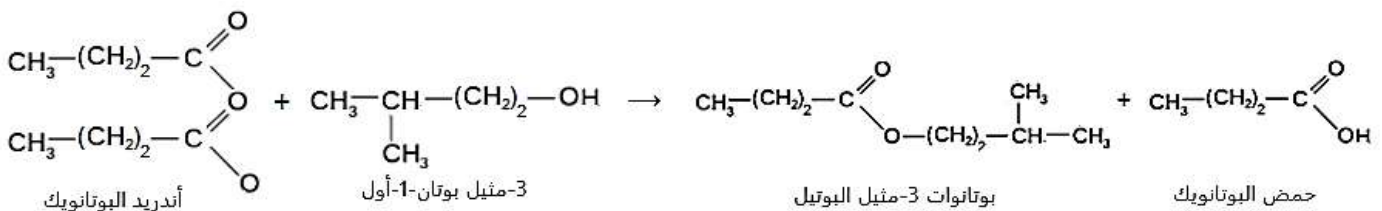
$$x_{eq} = 0,1 \text{ mol} \text{ اذن :}$$

ثابتة التوازن لا تتعلق إلا بدرجة الحرارة ومنه K ستحتفظ بنفس القيمة السابقة .

$$r = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{0,1}{0,12} = 0,83 \Rightarrow r = 83 \% \text{ ب-مردود التفاعل :}$$

3-التحكم في تطور المجموعة الكيميائية

3.1-معادلة التفاعل :



3.2-حساب الكتلة m(E) :

$$n_i(B) = \frac{\rho(B) \cdot V_B}{M(B)} = \frac{0,810 \times 13}{88} \approx 0,12 \text{ mol} \text{ كمية مادة الكحول البدئية :}$$

$$n_i(AN) = \frac{\rho(AN) \cdot V_{AN}}{M(AN)} = \frac{0,966 \times 14}{158} \approx 0,085 \text{ mol} \text{ كمية مادة الأندريد البدئية :}$$

$$x_{max} = n_i(AN) = 0,085 \text{ mol} \text{ المتفاعل المحد هو الأندريد ومنه التقدم الأقصى هو :}$$

$$x_{max} = 0,085 \text{ mol} \text{ مع } n(E) = x_{max} \text{ التفاعل الكلي } \Leftarrow \text{ كمية مادة الاستر الناتج :}$$

$$m(E) = x_{max} \cdot M(E) = 0,085 \times 158 \Rightarrow m(E) \approx 13,4 \text{ g}$$

للتذكير فإن الصيغة الإجمالية للاستر E هي نفس صيغة أندريد البوتانيك : $C_9H_{18}O_2 \Leftrightarrow$ كتلته المولية : $M = 158g.mol^{-1}$

الجزء الثاني : من التحولات التلقائية الى التحولات القسرية

1-التحول التلقائي

1.1-إلكتروود المرتبط بالمربط الموجب للامبير متر هو الكاثود وبالتالي **صفحة النحاس هو الكاثود**.

1.2-حساب كمية الكهرباء Q :

وبجوار الكاثود يحدث تفاعل الاختزال التالي :

بجوار الكاثود يحدث تفاعل الاختزال التالي :

حصول التفاعل الذي يحدث :

الجدول الوصفي :

حالة المجموعة	$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$				كمية مادة e^- المتبادلة
البديئة	$n_i(Zn)$	$n_i(Cu^{2+})$	$n_i(Zn^{2+})$	$n_i(Cu)$	$n(e^-) = 0$
بعد تمام المدة Δt	$n_i(Zn) - x$	$n_i(Cu^{2+}) - x$	$n_i(Zn^{2+}) + x$	$n_i(Cu) + x$	$n(e^-) = 2x$

حسب الجدول لدينا :

$$Q = 2x.F \text{ ومنه } n(e^-) = \frac{Q}{F} \text{ مع } 2x = n(e^-)$$

تغير كمية مادة Cu^{2+} :

تغير تركيز Cu^{2+} يكتب :

$$\Delta[Cu^{2+}] = \frac{\Delta n(Cu^{2+})}{V} \Rightarrow \Delta n(Cu^{2+}) = \Delta[Cu^{2+}].V$$

$$Q = 2x.F = 2.(-\Delta n(Cu^{2+})).F \Rightarrow$$

$$Q = -2\Delta[Cu^{2+}].V.F$$

ت.ع :

$$Q = -2 \times [2,5 \times 10^{-3} - 10^{-2}] \times 150 \times 10^{-3} \times 96500 \Rightarrow Q \approx 217C$$

2-التحول القسري

2.1-تعيين الإلكتروود الذي يلعب دور الكاثود :

الصفحة المرتبطة بالقطب السالب للوحة الشمسية هي الكاثود ، وبالتالي **إلكتروود الزنك هو الذي يلعب دور الكاثود**.

2.2-المعادلة الحصلة للتفاعل الكيميائي :

بجوار الأنود يحدث تفاعل الأكسدة :

بجوار الكاثود يحدث تفاعل الاختزال :

حصول التفاعل الذي يحدث :

2.3-حساب المدة Δt :

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل :

حالة المجموعة	$Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$				كمية مادة ϵ المتبادلة
البدئية	$n_i(Zn^{2+})$	$n_i(Cu)$	$n_i(Zn)$	$n_i(Cu^{2+})$	$n(\epsilon) = 0$
بعد تمام المدة Δt	$n_i(Zn^{2+}) - x$	$n_i(Cu) - x$	$n_i(Zn) + x$	$n_i(Cu^{2+}) + x$	$n(\epsilon) = 2x$

لنحدد تركيز أيونات الزنك Zn^{2+} في اللحظة $t=0$ أي عند وضع قاطع التيار في الموضع 2 .

$$[Zn^{2+}]_i = [Zn^{2+}]_0 + \frac{Q}{2.F.V} = 10^{-2} + \frac{217}{2 \times 96500 \times 0,15} = 17,5.10^{-3} mol/L$$

من خلال نصف المعادلة : $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ يتضح أن كمية مادة Zn^{2+} المتفاعلة :

$$n(Zn^{2+}) = \frac{n(e^-)}{2}$$

ومن خلال جدول تقدم التفاعل كمية مادة Zn^{2+} المتفاعلة : $n(Zn^{2+}) = x$ إذن :

$$x = \frac{n(e^-)}{2}$$

ونعلم أن : $n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$ إذن $x = \frac{I.\Delta t}{2.F}$ كذلك من خلال جدول تقدم التفاعل :

$$[Zn^{2+}] = [Zn^{2+}]_i - \frac{x}{V}$$

$$[Zn^{2+}]_i - [Zn^{2+}]_{\Delta t} = \frac{I.\Delta t}{2.F.V} \Leftrightarrow [Zn^{2+}]_{\Delta t} = [Zn^{2+}]_i - \frac{I.\Delta t}{2.F.V}$$

$$\Delta t = \frac{[Zn^{2+}]_i - [Zn^{2+}]_{\Delta t}}{I} \quad \text{ومنه :}$$

$$\Delta t = \frac{2 \times 96500 \times 0,15}{15.10^{-3}} \times (17,5.10^{-3} - 5.10^{-3}) = 24125s \Rightarrow \Delta t = 6 \text{ h } 42 \text{ min } 5 \text{ s} \quad \text{ت.ع. :}$$

الفيزياء

تمرين 1 من تبدد الضوء الى الحيود

1-تبدد الضوء

1.1-تعبير طول الموحة :

$$n_R = \frac{\lambda_{0R}}{\lambda_R} \Rightarrow \lambda_R = \frac{\lambda_{0R}}{n_R}$$

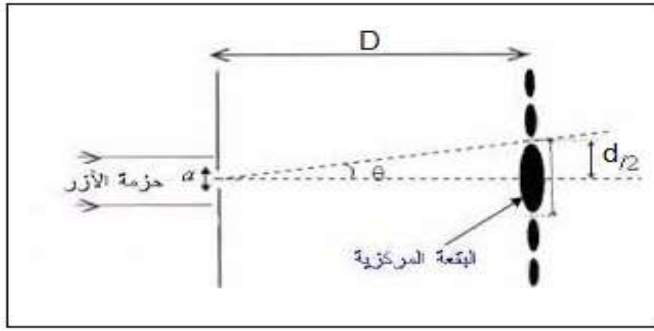
1.2-حساب قيمة كل من A و B :

$$\begin{cases} n_R = A + \frac{B}{\lambda_{0R}^2} \\ n_V = A + \frac{B}{\lambda_{0V}^2} \end{cases} \Rightarrow n_R - n_V = \frac{B}{\lambda_{0R}^2} - \frac{B}{\lambda_0^2} = B \left(\frac{1}{\lambda_{0R}^2} - \frac{1}{\lambda_0^2} \right) \Rightarrow B = \frac{n_R - n_V}{\frac{1}{\lambda_{0R}^2} - \frac{1}{\lambda_0^2}}$$

$$B = \frac{1,51 - 1,52}{\frac{1}{0,768^2} - \frac{1}{0,434^2}} \Rightarrow B = 2,77.10^{-3} \mu m^2$$

$$\text{لدينا : } n_R = A + \frac{B}{\lambda_{0R}^2} \text{ أي : } A = n_R - \frac{B}{\lambda_{0R}^2}$$

$$A = 1,51 - \frac{2,77 \cdot 10^{-3}}{0,768^2} \Rightarrow A \approx 1,50$$



2-حيود الضوء :

2.1-تعبير d عرض البقعة المركزية :

$$\text{لدينا : } \tan \theta = \frac{d/2}{D} = \frac{d}{2D}$$

باعتبار الزاوية θ صغيرة نكتب : $\tan \theta \approx \theta$ أي : $\theta = \frac{d}{2D}$

نعلم أن : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ ومنه فإن : $\frac{d}{2D} = \frac{\lambda}{a}$ أي : $d = \frac{2\lambda \cdot D}{a}$

$$2\lambda \cdot D \cdot \frac{1}{a}$$

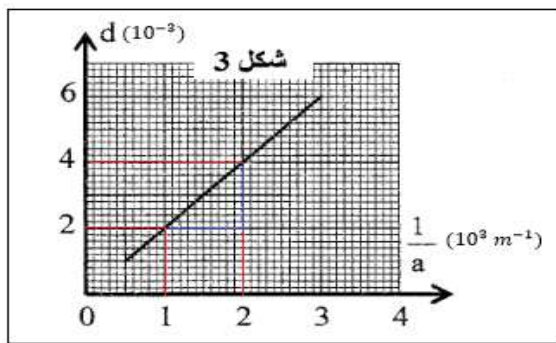
2.2-تحديد λ طول الموجة :

معادلة المنحنى $d = f\left(\frac{1}{a}\right)$ هي : $d = K \cdot \frac{1}{a}$

$$K = \frac{\Delta d}{\Delta\left(\frac{1}{a}\right)} = \frac{(4-2) \times 10^{-3}}{(2-1)10^3} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{حيث : } 2\lambda \cdot D = K \text{ أي : } \lambda = \frac{K}{2D} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2 \times 1,5} = 667 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 667 \text{ nm}$$



تمرين 2 : من الطاقة الشمسية الى الطاقة الكهربائية

1-شحن المكثف وتفريغه

1.1-موافقة كل جزء من المبيان بموضع قاطع التيار :

الجزء (a) يوافق قاطع التيار في الموضع 2

الجزء (b) يوافق قاطع التيار في الموضع 0

الجزء (c) يوافق قاطع التيار في الموضع 1

• استنتاج I_0 :

$$\begin{cases} q(t) = I_0 \cdot t \\ q(t) = C \cdot u_C \end{cases} \Rightarrow I_0 \cdot t = C \cdot u_C \Rightarrow u_C = \frac{I_0}{C} \cdot t \quad (1)$$

معادلة الدالة $u_C = f(t)$ هي : $u_C = k \cdot t$ (2) بتطابق العلاقتين (1) و (2) نجد : $\frac{I_0}{C} = k$ أي : $I_0 = k \cdot C$

$$I_0 = \frac{2,25}{1,5} \times 0,1 \Rightarrow I_0 = 0,15 \text{ A}$$

ت.ع :

1.2-المعادلة التفاضلية التي تحققها $q(t)$ شحنة المكثف :

أ-أثناء الشحن :

$$\text{لدينا : } q(t) = I_0 \cdot t \text{ أي : } dq = I_0 \cdot dt \text{ مع : } I_0 = Cte \text{ ومنه : } \frac{dq}{dt} = I_0$$

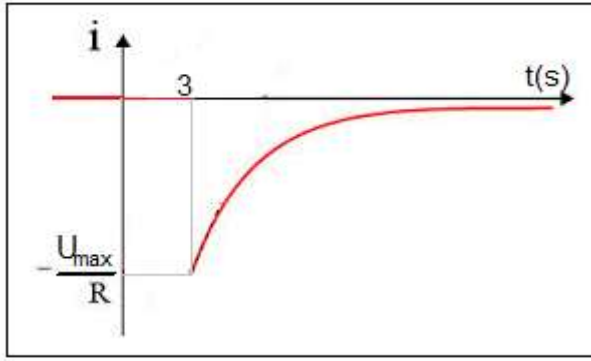
ب-خلال التفريغ :

$$\text{حسب قانون إضافية التوترات : } u_R + u_C = 0 \text{ أي : } Ri + u_C = 0 \Leftrightarrow R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \text{ نستنتج : } R \cdot C \cdot \frac{dq}{dt} + q = 0$$

$$\text{مع : } i = \frac{dq}{dt}$$

1.3- استنتاج تعبير شدة التيار $i(t)$:

يحدث التفريغ خلال المجال $t \geq 3s$ حيث :



$$\begin{aligned} i &= \frac{dq}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt} = C \cdot \frac{d}{dt} \left(U_m \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} \right) \\ &= C \cdot U_m \left(-\frac{1}{\tau} \right) \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} \\ &= -\frac{C \cdot U_m}{\tau} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} \\ &= -\frac{C \cdot U_m}{R \cdot C} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} \end{aligned}$$

$$i(t) = -\frac{U_m}{R} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}$$

$$i(t) = -\frac{2,25}{10} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{10 \times 0,1}} \Rightarrow \text{ت.ع. :}$$

$$i(t) = -0,225 \cdot e^{-(t-3)}$$

• تمثيل هيئة المنحنى $i = f(t)$ حيث $t \geq 3s$:

2- شحن مكثف بواسطة رتبة توتر صاعدة

2.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C :

حسب قانون إضافية التوترات : $u_R + u_C = U_0$

$$R_0 \cdot i + u_C = U_0$$

$$\text{مع : } i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt} \text{ ومنه : } R_0 \cdot C \frac{du_C}{dt} + u_C = U_0$$

2.2- تحديد الثابتين A و B :

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $u_C(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + B$

في النظام الدائم لدينا $t \rightarrow +\infty$ ومنه : $e^{-\frac{t}{\tau}} \rightarrow 0$ إذن : $u_C(t) \rightarrow B$

مقارب المنحنى $u_C(t)$ هو $u_C = U_0 = 2,25 V$

$$B = U_0 = 2,25 V \quad \text{نستنتج :}$$

عند اللحظة $t = 0$ لدينا : $u_C(0) = A \cdot e^0 + B = 0$

$$A = -B = -2,25 V \quad \text{أي :}$$

2.3- تعبير شدة التيار $i(t)$ أثناء الشحن :

$$\text{لدينا : } u_C(t) = -U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + U_0 \quad \text{وبالتالي : } i(t) = C \cdot \frac{du_C}{dt} = C \cdot \left[-U_0 \left(-\frac{1}{\tau} \right) e^{-\frac{t}{\tau}} + 0 \right] = \frac{C \cdot U_0}{R_0 \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i(t) = \frac{U_0}{R_0} \cdot e^{-\frac{t}{R_0 C}} \quad \text{تعبير شدة التيار هو :}$$

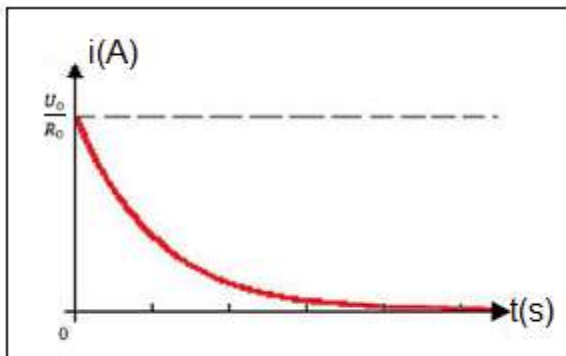
$$i(t) = \frac{2,25}{50} \cdot e^{-\frac{t}{50 \times 0,1}} \Rightarrow i(t) = 0,045 \cdot e^{-0,2 \cdot t} \quad \text{ت.ع. :}$$

• تمثيل هيئة المنحنى $i(t)$:

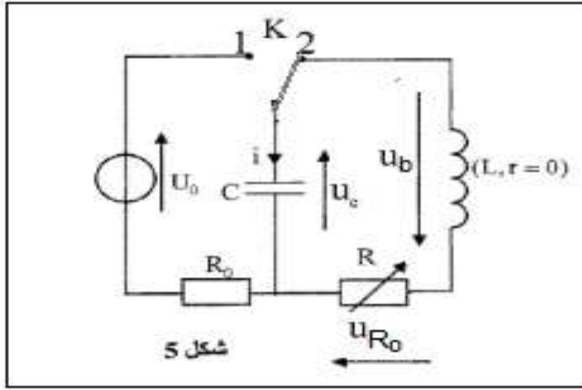
باستعمال الشكل 2 نحدد المدة Δt الذي استغرقها الشحن الكلي لمكثف مريم

وهي : $\Delta t = 1,5 s$ وتمثل مدة الشحن الكلي لمكثف أحمد نكتب :

$$\Delta t = 5\tau \quad \text{أي : } 5R_0 \cdot C = \Delta t \quad \text{ومنه : } R_0 = \frac{\Delta t}{5C} = \frac{1,5}{5 \times 0,1} \Rightarrow R_0 = 3 \Omega$$



3-التذبذبات في دائرة RLC



3.1-أ- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_c :

حسب قانون إضافية التوترات : (1) $u_b + u_R + u_c = 0$

حسب قانون أوم : $u_L = L \frac{di}{dt} + ri = L \frac{di}{dt}$ لأن $r = 0$

$u_R = R_1 \cdot i = 0$ لأن $R_1 = 0$

المعادلة (1) تكتب : $L \frac{di}{dt} + u_c = 0$

مع : $\frac{di}{dt} = C \cdot \frac{d^2 u_c}{dt^2}$ و $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu_c)}{dt} = C \frac{du_c}{dt}$

تكتب المعادلة التفاضلية على الشكل : $L \cdot C \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = 0$

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot u_c = 0 \quad \text{أو :}$$

• إيجاد تعبير الدور الخاص :

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $u_c = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$ ب الاشتقاق نحصل على : $\frac{du_c}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0} U_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

بالاشتقاق مرة ثانية نحصل على : $\frac{d^2 u_c}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$\left[-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC} \right] \cdot u_c(t) = 0 \iff -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 u_c(t) + \frac{1}{LC} \cdot u_c(t) = 0$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

ومنه : $-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC} = 0$ أي : $\frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ وبالتالي :

• تحديد قيمة L :

$$L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

لدينا : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ أي : $T_0^2 = 4\pi^2 LC$ ومنه :

$$L = \frac{1^2}{4\pi^2 \times 0,1} \Rightarrow L = 0,25 \text{ H}$$

مبيانيا و حسب الشكل 6 الدور الخاص هو $T_0 = 1 \text{ s}$ ت.ع :

ب- حساب I_{max} شدة التيار القصوى :

حسب تعبير الطاقة الكلية : $E_T = E_e + E_m = \frac{1}{2} C \cdot U_c^2 + \frac{1}{2} L \cdot i^2 = cte$

عندما تكون E_e قصوى أي $E_e = \frac{1}{2} C \cdot U_0^2$ تكون $i = 0$ وبالتالي :

وعندما تكون E_m قصوى أي : $E_m = \frac{1}{2} L \cdot I_{max}^2$ تكون $u_c = 0$ وبالتالي :

نكتب من العبارتين : $\frac{1}{2} C \cdot U_0^2 = \frac{1}{2} L \cdot I_{max}^2$ أي : $I_{max}^2 = \frac{C}{L} \cdot U_0^2$ نستنتج : $I_{max} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$

$$I_{max} = 2,25 \times \sqrt{\frac{0,1}{0,25}} \Rightarrow I_{max} \approx 1,42 \text{ A} \quad \text{ت.ع :}$$

3.2-إيجاد تعبير $\frac{dE_T}{dt}$:

حسب تعبير الطاقة الكلية للدائرة : $E_T = \frac{1}{2} C \cdot U_c^2 + \frac{1}{2} L \cdot i^2$ مع : $i = C \frac{du_c}{dt}$

$$E_T = \frac{1}{2} C \cdot U_c^2 + \frac{1}{2} L \cdot C^2 \left(\frac{du_c}{dt} \right)^2 \Leftrightarrow E_T = \frac{1}{2} C \cdot U_c^2 + \frac{1}{2} L \cdot \left(C \frac{du_c}{dt} \right)^2$$

ننجز الاشتقاق ل E_T :

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2} C \cdot U_c^2 + \frac{1}{2} L \cdot C^2 \left(\frac{du_c}{dt} \right)^2 \right] = \frac{1}{2} C \cdot \frac{d}{dt} (U_c^2) + \frac{1}{2} L \cdot C^2 \frac{d}{dt} \left[\left(\frac{du_c}{dt} \right)^2 \right]$$

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2} C \cdot \frac{d}{dt} \left(2u_c \cdot \frac{du_c}{dt} \right) + \frac{1}{2} L \cdot C^2 \frac{d}{dt} \left[2 \frac{du_c}{dt} \cdot \frac{d^2 u_c}{dt^2} \right] \Rightarrow \frac{dE_T}{dt} = C \cdot \frac{du_c}{dt} \left(u_c + L \cdot C \frac{d^2 u_c}{dt^2} \right)$$

$$\frac{dE_T}{dt} = i \left(u_c + L \cdot C \frac{d^2 u_c}{dt^2} \right) \quad (1)$$

من خلال المعادلة التفاضلية $L \cdot C \cdot \frac{d^2 u_c}{dt^2} + R_2 \cdot C \cdot \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$ إذن : $L \cdot C \cdot \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = -R_2 \cdot C \cdot \frac{du_c}{dt} = -R_2 \cdot i$

$$\frac{dE_T}{dt} = -R_2 \cdot i^2 \quad \text{العلاقة (1) تكتب :}$$

تمرين 3

الجزء الاول : من السقوط الحر الى السقوط بالاحتكاك

1-دراسة حركة الكرة (a) في الهواء

1.1-إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v لمركز قصور الكرة :

المجموعة المدروسة : الكرة

جرد القوى : $\vec{P}$: زونها فقط

تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم ($O; \vec{j}$) المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا .

$$\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$$

الإسقاط على المحور Oy :

$$P = m \cdot a_y \quad \text{أي} \quad ma_y = mg \quad \text{ومنه} \quad \frac{dv}{dt} = g$$

1.2-حساب الارتفاع h :

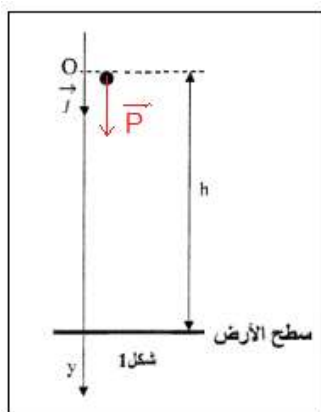
سرعة الكرة : $v = g \cdot t + v_0$ مع $v_0 = 0$

المعادلة الزمنية : $y = \frac{1}{2} g t^2 + y_0$ مع $y_0 = 0$

تصل الكرة الى سطح الارض عند $t_a = 0,41 \text{ s}$ حيث $y = h$: المعادلة التفاضلية تكتب :

$$h = \frac{1}{2} g t_a^2$$

$$h = \frac{1}{2} \times 9,80 \times (0,41)^2 \Rightarrow h = 0,82 \text{ m} \quad \text{ت.ع. :}$$



2-دراسة حركة الكرة (b) في الماء :

2.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v لمركز قصور الكرة :

المجموعة المدروسة : الكرة (b)

جرد القوى :

$\vec{P}$: وزنها

$\vec{F}$: دافعة أرخميدس

$\vec{f}$: قوة الاحتكاك

تطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G$ أي : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_G$

الإسقاط على المحور Oy : $m \cdot g - \rho \cdot V \cdot g - K \cdot v^2 = P - F - f = m \cdot a_G$

$$\frac{dv}{dt} = \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m}\right) g - \frac{K}{m} \cdot v^2$$

2.2- تحديد قيمة K بالاعتماد على الشكل 2 :

في النظام الدائم تصبح السرعة ثابتة : $v = v_l = cte$ ومنه : $\frac{dv}{dt} = 0$

المعادلة التفاضلية تكتب : $\left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m}\right) g - \frac{K}{m} \cdot v_l^2 = 0$ نستنتج : $K = g \frac{(m - \rho \cdot V)}{v_l^2}$ أو $K = \frac{m \cdot g \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m}\right)}{v_l^2}$

مبياناً حسب الشكل 2 نحصل على $v_l = 0,85 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$K = 9,80 \times \frac{(6 \cdot 10^{-3} - 10^{-3} \times 2,57 \cdot 10^{-6})}{(0,85)^2} = 4,56 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

2.3- حساب $a_{th}(0)$ التسارع النظري لتسارع G :

عند $t = 0$ لدينا : $v(0) = 0$ المعادلة التفاضلية تكتب : $a_{th}(0) = \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m}\right) g$

$$a_{th}(0) = \left(1 - \frac{10^{-3} \times 2,57 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-3}}\right) \times 9,80 \Rightarrow a_{th} = 5,60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \text{ت.ع.}$$

• التحقق من توافق قيمة a_{th} مع قيمة a_{exp} القيمة التجريبية لتسارع G :

القيمة التجريبية لتسارع مركز قصو الكرة توافق المعامل الموجه لمماس المنحنى $v(t)$ عند اللحظة $t = 0$ حيث :

$$a_{exp}(0) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,56 - 0}{0,10 - 0} = 5,60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

نلاحظ أن قيمة $a_{th}(0)$ تتوافق مع قيمة $a_{exp}(0)$ أي : $a_{th}(0) \approx a_{exp}(0)$

3- الفرق بين مدتي السقوط :

3.1- التعبير عن المدة Δt :

• ليكن t_1 مدة سقوط الكرة (a) في الهواء بعد قطع الارتفاع $2h$: $2h = \frac{1}{2} g t_1^2$ بما أن $h = \frac{1}{2} g t_a^2$ (السؤال 1.2) نحصل على :

$$t_1 = t_a \sqrt{2} \quad \text{أي : } 2t_a^2 = t_1^2$$

• ليكن t_2 مدة سقوط الكرة (b) في الماء بعد قطع الارتفاع $2h$: بحيث : $t_2 = t_b + \frac{h}{v_l}$

t_b^* مدة السقوط خلال الارتفاع h الاول حيث تصل الى النظام الدائم .

$t_b' = \frac{h}{v_l}^*$ مدة السقوط خلال الارتفاع h الثاني تكون حركتها مستقيمة منتظمة .

المدة الفاصلة بين لحظتي وصول الكرتين الى سطح الأرض : $\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow \Delta t = t_b + \frac{h}{v_l} - t_a \sqrt{2}$

3.2- حساب Δt :

$$\Delta t = 1,1 + \frac{0,82}{0,85} - 0,42\sqrt{2} \Rightarrow \Delta t \approx 1,48 \text{ s}$$

الجزء الثاني : من المدار الدائري المنخفض الى المدار الدائري المرتفع

1- تحديد بعد الثابتة G باستعمال معادلة الأبعاد :

$$[G] = \frac{[F][L]^2}{[M]^2} \Leftarrow G = \frac{F.d^2}{m.M} \quad \text{وحده : } F = G \frac{m.M}{d^2} \quad \text{ومنه :}$$

$$[F] = [M].[L][T]^{-2} \quad \text{ومنه : } [a] = \frac{[L]}{[t]^2} = [L][T]^{-2} \Leftarrow a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad \text{ولدينا : } F = m.a$$

$$[G] = \frac{[M].[L][T]^{-2}[L]^2}{[M]^2} \Rightarrow [G] = [L]^3.[T]^{-2}.[M]^{-1}$$

وحدة الثابتة G هي : $m^3.s^{-2}.kg^{-1}$

2- تعبر T_1 بدلالة r_1 و T_2 و r_2 :

تطبيق القانون الثالث لكيبلر على المدار المنخفض : $T_1^2 = Kr_1^3$

تطبيق القانون الثالث لكيبلر على المدار المرتفع : $T_2^2 = Kr_2^3$

$$T_1 = T_2 \sqrt{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3} \Leftarrow T_1^2 = \frac{T_2^2}{r_2^3} \cdot r_1^3 \Leftarrow \frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3}$$

$$T_1 = 24 \sqrt{\left(\frac{6700}{42400}\right)^3} \Rightarrow T_1 = 1,51 \text{ h} \quad \text{تطبيق عددي :}$$

3- تعبر $\vec{a}_S$ متجهة التسارع للقمر (S) :

المجموعة المدروسة : القمر الإصطناعي (S)

جاء القوى : قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الارض على القمر : $\vec{F}_{T/S} = -G \frac{m.M_T}{OE^2} \cdot \vec{u}$

تطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\vec{F}_{T/S} = m \cdot \vec{a}_S$ أي : $-G \frac{m.M_T}{OE^2} \cdot \vec{u} = m \cdot \vec{a}_S$ متجهة التسارع : $\vec{a}_S = -G \frac{M_T}{OE^2} \cdot \vec{u}$

المنظم هو : $a_s = G \cdot \frac{M_T}{OE^2} \cdot \|\vec{u}\|$

أي : $a_s = G \cdot \frac{M_T}{OE^2}$

تحديد المسافة OE :

بما أن النقطة E تنتمي الى المحور الصغير

للإهليج ، فإن : $OE = O'E$ حسب خاصية

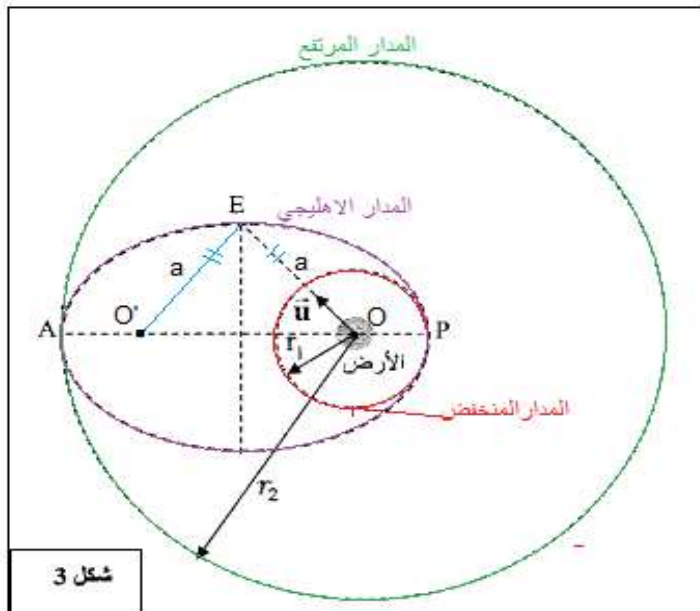
الإهليج فإن : $2a = OE + O'E$

النقطة E توجد على نفس المسافة من

البؤرتين أي : $OE = O'E$ ومنه : $2OE = 2a$

$OE = a$

حسب خاصية الإهليج طول المحور الكبير :



أي :

$$O'A = r_2 \text{ و } OA = r_1 : \text{مع } OA + O'A = 2a$$

$$r_1 + r_2 = 2a : \text{ومنه}$$

$$OE = \frac{r_1 + r_2}{2} : \text{أي } a = \frac{r_1 + r_2}{2} \text{ وبالتالي}$$

$$a_s = G \cdot \frac{M_T}{\left(\frac{r_1 + r_2}{2}\right)^2} \Rightarrow a_s = 4G \cdot \frac{M_T}{(r_1 + r_2)^2} \Rightarrow \text{التسارع } a_s \text{ يكتب :}$$

$$a_s = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{6 \cdot 10^{24}}{[(6700 + 42200) \times 10^3]^2} \Rightarrow a_s = 0,67 \text{ m.s}^{-2}$$