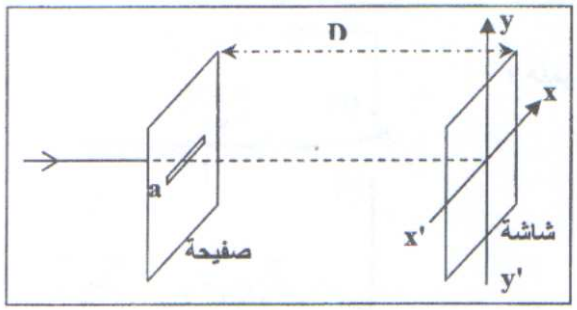
الفيزياء

التمرين 1 (2 نقط) : تحديد طول الموجة لشعاع ضوئي

يتميز وسط انتشار الموجات الضوئية بمعامل الانكسار $n = \frac{c}{v}$ بالنسبة لتردد معين حيث v سرعة انتشار الضوء الأحادي اللون في هذا الوسط و c سرعة انتشاره في الفراغ أو في الهواء.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة انتشار شعاعين ضوئيين أحاديي اللون ترددهما مختلفان ، في وسط مبدد .

1- تحديد طول الموجة λ لضوء أحادي اللون في الهواء .

ننجز تجربة الحيود باستعمال ضوء أحادي اللون ذي طول الموجة λ في الهواء .
نضع على بضع سنتمترات من المنبع الضوئي صفيحة معتمة بها شق أفقي عرضه $a = 1{,}00\ mm$ ، الشكل (1).
نشاهد على شاشة رأسية ،توجد على بعد $D = 1{,}00\ m$ من الشق، بقعا ضوئية تتوسطها بقعة مركزية عرضها $L = 1{,}40\ mm$.



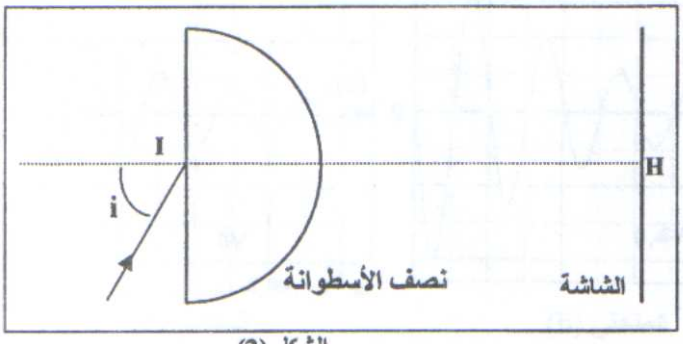
الشكل (1)

1.1- اختر الجواب الصحيح : (0,25)
يوجد شكل الحيود الملاحظ على الشاشة :
أ- وفق المحور x'x .
ب- وفق المحور y'y .

1.2- أوجد تعبير λ بدلالة a و L و D . احسب قيمة λ . (0,5)
نذكر أن تعبير الفرق الزاوي هو : $\theta_{(rad)} = \frac{\lambda}{a}$.

2- تحديد طول الموجة لضوء أحادي اللون في الزجاج الشفاف .

نجعل شعاعا ضوئيا (R_1) أحادي اللون تردده $\nu_1 = 3{,}80.10^{14}\ Hz$ يرد على الوجه المستوي لنصف الأسطوانة من زجاج شفاف عند النقطة I مركز هذا الوجه المستوي تحت زاوية ورود $i = 60°$.
ينكسر الشعاع (R_1) عند النقطة I و يرد على شاشة رأسية عند نقطة A . الشكل (2)



الشكل (2)

نجعل الآن شعاعا ضوئيا أحادي اللون (R_2) تردده $\nu_2 = 7{,}50.10^{14}\ Hz$ يرد على الوجه المستوي لنصف الأسطوانة تحت نفس زاوية الورود السابقة $i = 60°$
نلاحظ أن الشعاع الضوئي (R_2) ينكسر كذلك عند النقطة I لكنه يرد على الشاشة الرأسية عند نقطة أخرى B حيث تكون الزاوية بين الشعاعين المنكسرين هي $\alpha = 0{,}563°$.

معطيات :
- معامل انكسار الزجاج بالنسبة للشعاع الضوئي ذي التردد ν_1 هو $n_1 = 1{,}626$ ؛
- معامل انكسار الهواء هو $n_0 = 1{,}00$.
- $c = 3{,}00.10^8\ m.s^{-1}$.

2.1- بيّن أن معامل انكسار الزجاج بالنسبة للشعاع الضوئي ذي التردد ν_2 هو $n_2 = 1{,}652$. (0,5)

2.2- أوجد تعبير طول الموجة λ_2 للشعاع الضوئي ذي التردد ν_2 في الزجاج بدلالة c و n_2 و ν_2 . احسب λ_2 . (0,75)

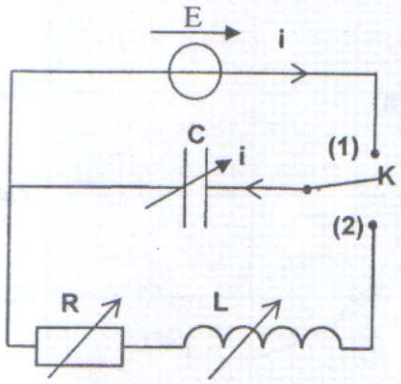
التمرين 2 (5,25 نقطة) التذبذبات الكهربائية

يتم استقبال الموجات الكهرمغنطيسية بواسطة هوائي يحول الموجة الكهرمغنطيسية إلى إشارة كهربائية ترددها يساوي تردد الموجة الملتقطة .يمكن اختيار إحدى المحطات الباعثة دون غيرها بالتوفيق بين التردد الخاص للدارة LC المرتبطة بالهوائي و الموجة المنبعثة من المحطة .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة التذبذبات الكهربائية الحرة و القسرية في دارة RLC و تطبيق ذلك في دارة التوافق .

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل (1) و المكون من :

- مولد قوته الكهرمحركة $E = 6,0V$ ومقاومته الداخلية مهملة ؛
- مكثف (C) سعته قابلة للضبط ؛
- وشيعة (B) معامل تحريضها L قابل للضبط و مقاومتها مهملة ؛
- موصل أومي (D) مقاومته R قابلة للضبط ؛
- قاطع التيار (K) .



شكل 1

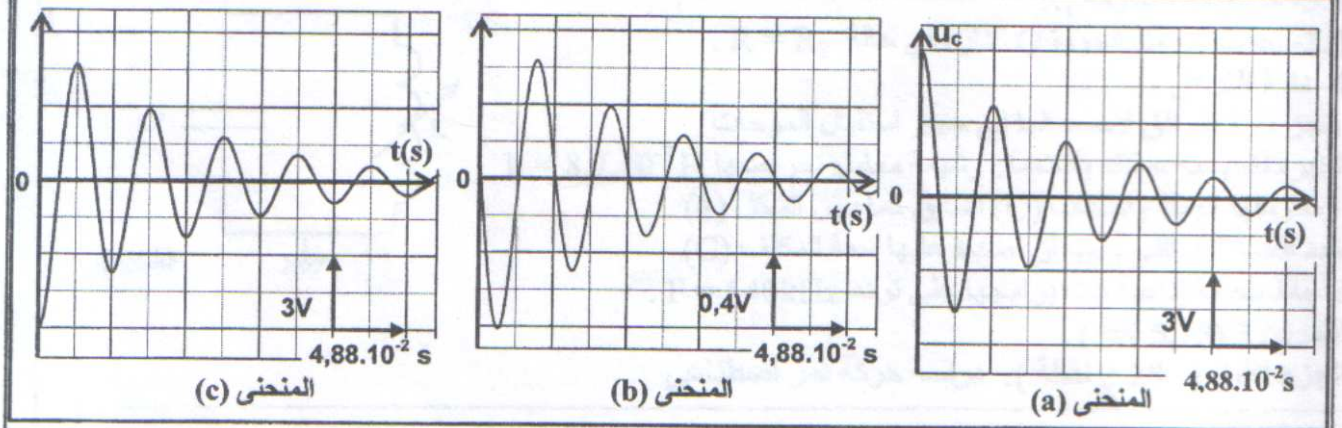
1- دراسة التذبذبات الحرة المخمدة في دارة RLC .

التجربة 1 :

نضبط المقاومة على القيمة $R = 20\Omega$ و معامل التحريض على القيمة $L = 1,0H$ و سعة المكثف على القيمة $C = 60\mu F$.

بعد شحن المكثف (C) كليا ، نؤرجح قاطع التيار K عند اللحظة $t = 0$ إلى الموضع (2) .

يمكن جهاز ملائم من معاينة تطور التوترات u_c بين مربطي المكثف (C) وu_R بين مربطي الموصل الأومي (D) وu_L بين مربطي الوشيعة (B). نحصل على المنحنيات (a) و(b) و(c) الممثلة في الشكل (2) .



شكل 2

0,5 **1.1-** يمثل المنحنى (a) تطور التوتر u_c بدلالة الزمن .
عين من بين المنحنيين (b) و (c) المنحنى الموافق للتوتر u_L معللا الجواب .

1.2- انطلاقا من المنحنيات السالفة الذكر :

0,5 أ- أوجد قيمة شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة $t_1 = 8,54.10^{-2}\ s$.

0,5 ب- عيّن منحى التيار الكهربائي في الدارة بين اللحظتين t_1 و $t_2 = 10,98.10^{-2}\ s$.

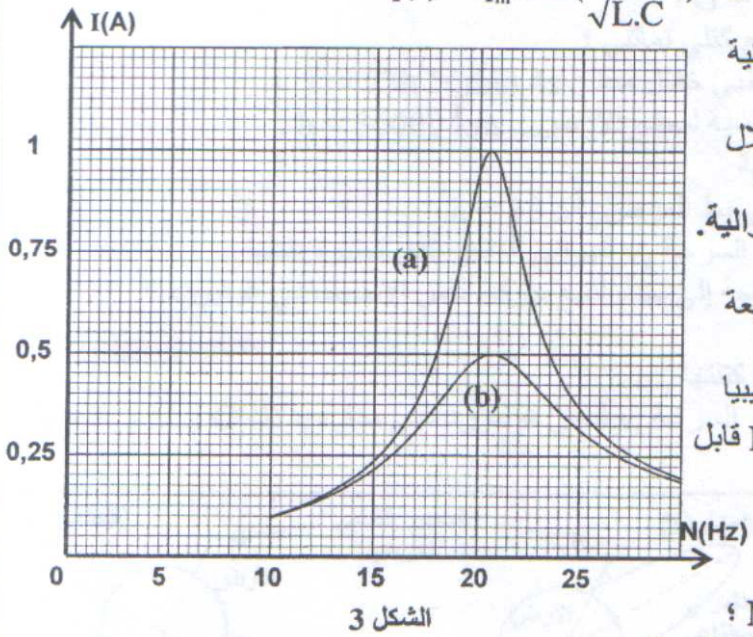
0,5 **1.3-** أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثف (C).

0,5 **1.4-** يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل : $q(t) = A.e^{-\frac{R}{2L}t}.\cos(\frac{2\pi}{T}t - 0,077)$.

حدد قيمة الثابتة A مع إعطاء النتيجة بثلاثة أرقام معبرة.

2- الدراسة الطاقية للتذبذبات الحرة في دارة LC .

نستعمل التركيب الممثل في الشكل (1) ونضبط المقاومة R على القيمة $R = 0\Omega$ و سعة المكثف على القيمة $C = 60\mu F$، فيكون في هذه الحالة تعبير $q(t)$ هو : $q(t) = q_m.\cos(\frac{1}{\sqrt{L.C}}t)$.



الشكل 3

2.1- أثبت التعبير الحرفي لكل من الطاقة الكهربائية E_e والطاقة المغنطيسية E_m بدلالة الزمن . — 1

2.2- بيّن أن الطاقة الكلية E_T للمتذبذب تنحفظ خلال الزمن . احسب قيمتها . — 0,75

3- دراسة التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية.

تجربة 2 :

نركب على التوالي الموصل الأومي (D) و الوشيعة (B) و المكثف (C) .

نطبق بين مربطي ثنائي القطب المحصل توترا جيبيا $u(t) = 20\sqrt{2}.\cos(2\pi N.t)$ بالفولط ،تردده N قابل للضبط . نبقي التوتر الفعال للتوتر u(t) ثابتا و نغيّر التردد N . نقيس الشدة الفعالة I للتيار بالنسبة لكل قيمة للتردد N.

نعاين بواسطة جهاز ملائم تطور الشدة I بدلالة N ؛ فنحصل على المنحنيين (a) و (b) الممثلين في الشكل (3) بالنسبة لقيمتين R_1 و R_2 للمقاومة R بحيث $R_2 > R_1$.

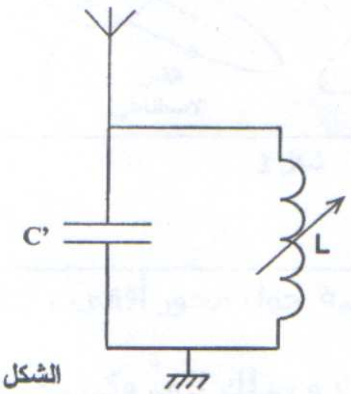
انطلاقا من مبيان الشكل3 :

3.1- حدد قيمة المقاومة R_1. — 0,25

3.2- احسب معامل الجودة Q للدارة في حالة $R = R_2$. — 0,25

4- دارة التوافق . — 0,5

ننجز دارة التوافق لاستعمالها في جهاز استقبال الموجات الكهرمغنطيسية ،وذلك باستعمال وشيعة معامل تحريضها $L = 8,7.10^{-2}\ H$ ومقاومتها مهملة والمكثف (C) السابق كما يبيّن الشكل (4) .



الشكل 4

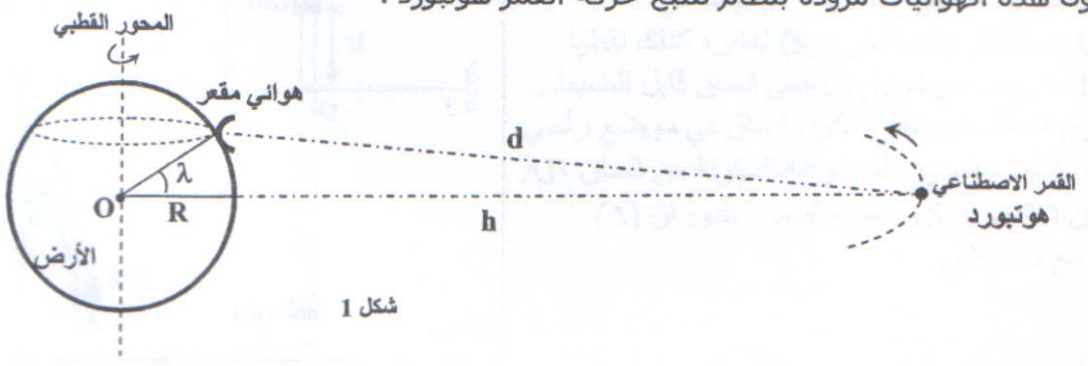
حدد القيمة C' التي يجب أن نضبط عليها سعة المكثف (C) لالتقاط محطة إذاعية تبث برامجها على تردد $F = 540kHz$.

التمرين 3 (5,75 نقط)

الجزء الأول (2,25 نقطة): دراسة حركة قمر اصطناعي

يظهر القمر الاصطناعي هوتبورد « HOTBIRD » ساكنا بالنسبة لملاحظ على سطح الأرض ، و هو يستعمل للاتصالات و الإرسال الإذاعي و التلفزي .

تلتقط الهوائيات المقعرة المثبتة على سطح الأرض و الموجهة نحو القمر هوتبورد الإشارات الواردة منه دون أن تكون هذه الهوائيات مزوّدة بنظام لتتبع حركة القمر هوتبورد .



شكل 1

معطيات :

- كتلة الأرض : $M = 5,98.10^{24}\ kg$ ؛
- شعاع الأرض : $R = 6400\ km$ ؛
- ثابتة التجاذب الكوني : $G = 6,67.10^{-11}\ (S.I)$ ؛
- نعتبر أن الأرض كروية الشكل و ذات توزيع كتلي تماثلي ؛
- تنجز الأرض دورة كاملة حول محورها القطبي خلال مدة $T = 23h\ 56min\ 4s$ ؛
- ارتفاع مدار القمر الاصطناعي هوتبورد بالنسبة لسطح الأرض : $h = 36000\ km$.

1- الهوائي المقعر و استقبال الموجات الكهرمغنطيسية

هوائي مقعر مثبت على سطح منزل يوجد على خط العرض $\lambda = 33,5°$.

0,75 **1.1-** احسب بالنسبة للمعلم المركزي الأرضي السرعة v_p للهوائي المقعر الذي نعتبره نقطيا .

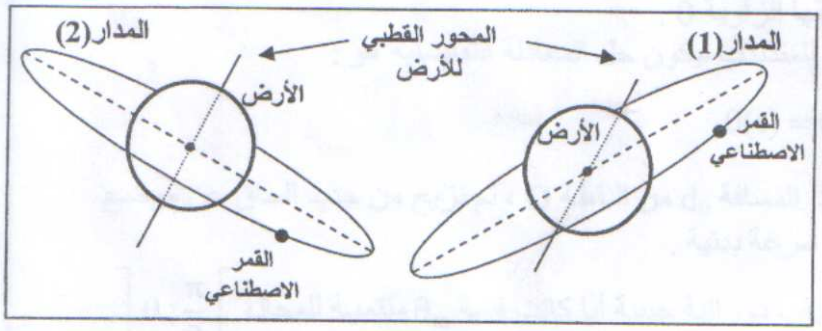
0,25 **1.2-** علل لماذا لا يكون الهوائي المقعر في حاجة إلى نظام لتتبع حركة القمر الاصطناعي هوتبورد ؟

2- دراسة حركة القمر الاصطناعي هوتبورد

نماثل القمر الاصطناعي هوتبورد بنُقطة مادية كتلتها m_s .

0,75 **2.1-** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت تعبير السرعة v_s للقمر هوتبورد على مداره بدلالة G و M و R و h . احسب v_s.

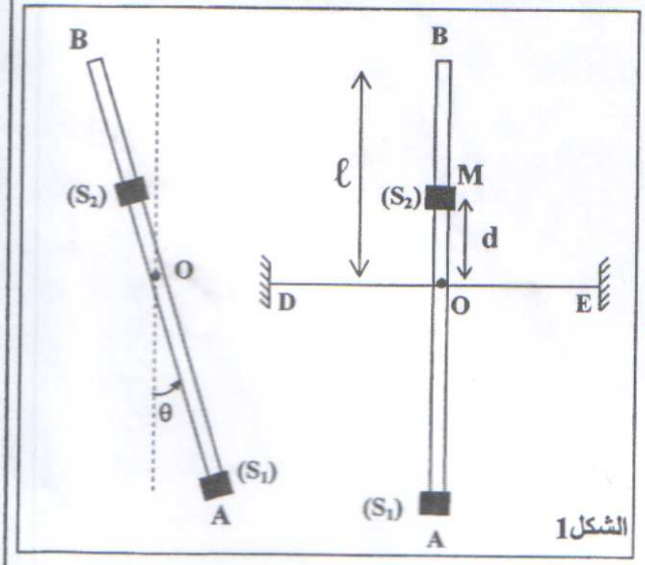
0,5 **2.2-** نعتبر مدارين افتراضيين (1) و (2) لقمر اصطناعي في حركة دائرية منتظمة كما يبيّن الشكل (2).
اختر الجواب الصحيح معللا الجواب .
المدار الذي يوافق القمر الاصطناعي هوتبورد هو :
أ- المدار (1) .
ب-المدار (2) .



شكل 2

الجزء الثاني (3,5 نقطة) : الدراسة الطاقية لمتذبذب ميكانيكي

النواس الوازن هو مجموعة ميكانيكية في حركة دوران تذبذبية حول محور أفقي ، يتعلق دوره عموما بوسع الحركة .
يهدف هذا التمرين إلى دراسة متذبذب مكون من نواس وازن و سلك للي وكيفية تحويله إلى متذبذب دوره مستقل عن وسع الحركة .



الشكل1

نثبت في وسط سلك ممدود أفقيا ، ثابتة ليه C ساقا كتلتها مهملة و طولها $AB = 2\ell$. تحمل الساق في طرفها السفلى A جسما (S_1) كتلته $m_1 = m$ نعتبره نقطيا ، وتحمل في جزئها الأعلى عند نقطة M تبعد عن النقطة O بمسافة d جسما آخر (S_2) نعتبره كذلك نقطيا كتلته $m_2 = 2m$. موضع (S_2) على الساق قابل للضبط . عندما يكون السلك غير ملتو، تكون الساق في موضع رأسي.
نرمز ب J_Δ لعزم قصور المجموعة المكونة من الساق AB و الجسمين (S_1) و (S_2) بالنسبة لمحور الدوران (Δ) المنطبق مع سلك اللي .

نزيح الساق AB عن موضع توازنها الرأسي بزاوية θ_m في المنحى الموجب ثم نحررها بدون سرعة بدئية فتنجز ذبذبات في مستوى رأسي .

نعلم عند كل لحظة موضع الساق AB بالزاوية θ التي تكوّنها الساق مع المستقيم الرأسي المار من النقطة O كما يبيّن الشكل 1 .

نهمل جميع الاحتكاكات .

يعبر عن طاقة الوضع للي السلك في الحالة المدروسة بالعلاقة : $E_{pt} = 2C\theta^2 + cte$.

نختار كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية المستوى الأفقي المار من النقطة O ، وكحالة مرجعية لطاقة الوضع للي الموضع الذي يكون فيه السلك غير ملتو ($\theta = 0$).

1 **1-** بيّن أن الطاقة الميكانيكية E_m للمتذبذب تكتب على الشكل :

$$E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2 + 2m.g(d - \frac{\ell}{2})\cos\theta + 2C\theta^2$$

2- نعتبر حالة التذبذبات الصغيرة حيث $0 < \theta < \frac{\pi}{18}$ و $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ مع θ بـ (rad)

1 **2.1-** أثبت تعبير المعادلة التفاضلية التي تحققها الزاوية θ .

0,75 **2.2-** أوجد التعبير الحرفي للدور الخاص T_0 للمتذبذب ليكون حل المعادلة التفاضلية هو :

$$\theta(t) = \theta_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$$

0,75 **3 -** نضبط موضع الجسم (S_2) على الساق عند المسافة d_0 من النقطة O ، ثم نزيح من جديد الساق عن موضع توازنها الرأسي بزاوية θ_m و نحررها بدون سرعة بدئية .

حدد المسافة d_0 بدلالة ℓ لتكون حركة المتذبذب دورانية جيبية أيا كانت قيمة θ_m منتمية للمجال $\left]0;\frac{\pi}{2}\right[$.

كيمياء (7 نقط)

الجزء الأول (4, 5 نقط) : تفاعل الأسترة

ينتج الإستر عن تفاعل حمض كربوكسيلي مع كحول .

الصيغة نصف المنشورة لإستر هي: $R-C(=O)-O-R'$ حيث يمكن أن تكون المجموعة R سلسلة كربونية أو ذرة هيدروجين في حين تكون المجموعة R' بالضرورة سلسلة كربونية .

لدراسة تفاعل أسترة، ننجز في حوجلة معيارية خليطـا مكونا من 0,500 mol من حمض الإيثانويك CH_3COOH و 0,500mol، من كحول بوتان-2-أول $H_3C-CH(OH)-CH_2-CH_3$ و بعض قطرات حمض الكبريتيك.

يكون الحجم الكلي للخليط هو $V = 100\ mL$.

بعد تحريك الخليط ، نوزعه بالتساوي على 10 أنابيب اختبار مرقمة من 1 إلى 10 و نسدها بإحكام ثم نضعها عند لحظة $t = 0$ في حمام مريم درجة حرارته ثابتة 60°C .

معطيات:

- كثافة الكحول المستعمل : $d = 0,79$ ؛
- الكتلة المولية للكحول : $M(al) = 74,0\ g.mol^{-1}$ ؛
- الثابتة pK_A للمزدوجة CH_3COOH/CH_3COO^- عند 25°C: $pK_A = 4,8$ ؛
- الجداء الأيوني للماء عند 25°C : $pK_e = 14$ ؛
- الكتلة الحجمية للماء : $\rho_e = 1,0\ g.cm^{-3}$ ؛
- الكتلة المولية للحمض : $M(ac) = 60,0\ g.mol^{-1}$.

1- تفاعل الأسترة .

0,5 **1.1-** باستعمال الصيغ نصف المنشورة ، اكتب معادلة تفاعل الأسترة الذي يحدث في أنبوب اختبار و أعط اسم الإستر المتكوّن .

0,5 **1.2-** احسب حجم الكحول و كتلة الحمض اللذين تم مزجهما في الحوجلة .

0,5 **1.3-** أنشئ جدول تقدم التفاعل الذي يحدث في كل أنبوب اختبار و عبّر عن كمية مادة الإستر المتكوّن $n(ester)_t$ عند لحظة t بدلالة كمية مادة الحمض المتبقي $n(ac)_r$.

2- معايرة الحمض المتبقي .

لمعايرة الحمض المتبقي ، عند لحظة t ، في أنبوب الاختبار رقم 1 ، نفرغ محتواه في دورق معياري ، ثم نخففه بالماء المقطر البارد للحصول على خليط (S) حجمه 100mL.

نأخذ 10mL من الخليط (S) و نصبها في كأس و نعايرها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيـزه $C_b = 1,0\ mol.L^{-1}$. (لا نأخذ بعين الاعتبار، أثناء المعايرة ، الأيونات H_3O^+ الواردة من حمض الكبريتيك)

0,25 **2.1-** اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

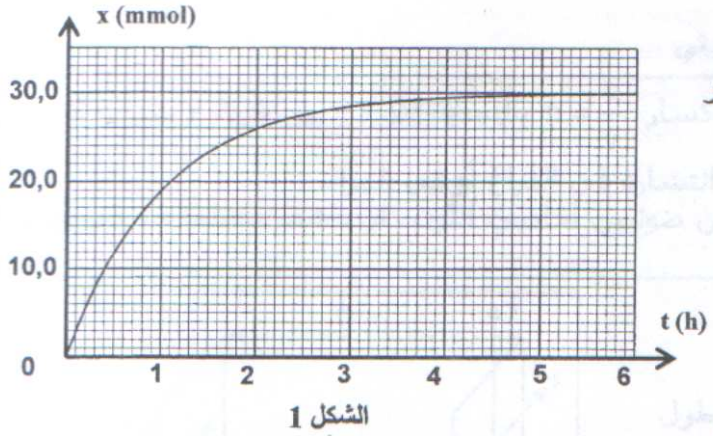
0,25 **2.2-** أعط تعبير ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة CH_3COOH/CH_3COO^- بدلالة التراكيز .

0,5 **2.3-** استنتج تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة تفاعل المعايرة و احسب قيمتها عند 25°C .

0,5 **2.4-** حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم للحصول على التكافؤ هو : $v_b = 4,0mL$.

استنتج كمية مادة الإستر المتكوّن في أنبوب الاختبار رقم 1 .

3- منحى تطور المجموعة الكيميائية .



الشكل 1

مكنت معايرة المحاليل الموجودة في أنابيب الاختبار السالفة الذكر ،عند لحظات مختلفة ، من خط المنحنى $x=f(t)$ حيث x تقدم تفاعل الأسترة عند لحظة t في أنبوب اختبار (الشكل1).

0, 5 **3.1-** احسب ثابتة التوازن K' المقرونة بتفاعل الأسترة .

1 **3.2-** احسب كمية مادة حمض الإيثانويك n_a التي يجب إضافتها في أنبوب الاختبار في نفس الظروف التجريبية السابقة ليكون المردود النهائي لتصنيع الإستر عند نهاية تفاعل الأسترة هو $r = 90\%$.

الجزء الثاني (2,5 نقطة) : تحضير فلز الزنك بالتحليل الكهربائي

يتم تحضير بعض الفلزات بالتحليل الكهربائي للمحاليل المائية التي تحتوي على كاتيونات هذه الفلزات . إن أكثر من 50% من الإنتاج العالمي للزنك يتم الحصول عليه بالتحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك المحمّض بحمض الكبريتيك .

معطيات :

- الكتلة المولية للزنك : $M(Zn) = 65,4\ g.mol^{-1}$ ؛
- ثابتة فرادي : $F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي في ظروف التجربة هو : $V_m = 24,0\ L.mol^{-1}$.

تتكون خلية المحلل الكهربائي من إلكترودين و محلول كبريتات الزنك المحمّض .
يطبق مولد كهربائي، بين الإلكترودين ،توترا مستمرا يمكن من الحصول على شدة تيار $I = 8,0.10^4\ A$.

معادلة تفاعل التحليل الكهربائي هي : $Zn^{2+}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + Zn_{(s)}$

0,5 **1-** اكتب نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكوّن الزنك و نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكوّن ثنائي الأوكسيجين .

0, 5 **2-** عين ، معللا جوابك ، قطب المولد المرتبط بالإلكترود الذي ينتشر بجواره غاز ثنائي الأوكسيجين .

0,75 **3-** عند اللحظة $t_0 = 0$ ينطلق التحليل الكهربائي .
عند لحظة t تكون الشحنة التي انتقلت في الدارة هي $Q = I.\Delta t$ مع $\Delta t = t - t_0$.
نسمي x تقدم التفاعل عند اللحظة t .
بيّن أن $I = \frac{2.F.x}{\Delta t}$.

0,75 **4-** احسب كتلة الزنك المتكون خلال $\Delta t = 12,0\ h$ من اشتغال المحلل .