## التمرين الاول:(06 نقاط) تمرين حول المتابعة الزمنية للتحول الكميائي

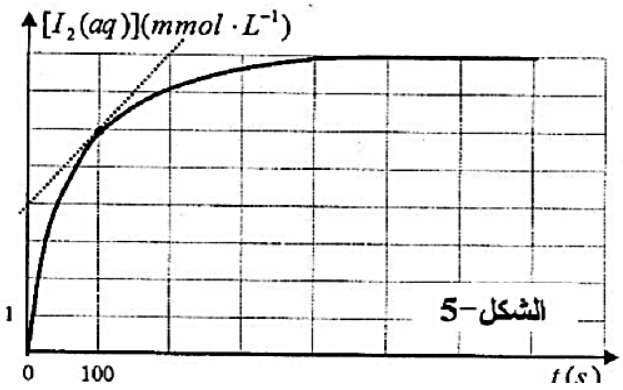
لأجل الدراسة الحركية لتفاعل محلول يود البوتاسيوم مع الماء الأكسجيني ، نحضر في بيشر في اللحظة $t = 0$ المزيج التفاعلي S المشكل من الحجم $V_1 = 368\ mL$ من محلول يود البوتاسيوم الذي تركيزه المولي $C_1 = 0.05\ mol.L^{-1}$ و الحجم $V_2 = 32\ mL$ من الماء الأكسجيني الذي تركيزه المولي $C_2 = 0.10\ mol.L^{-1}$ و كمية كافية من حمض الكبريت المركز ، فيتم إرجاع الماء الأكسجيني بواسطة شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ وفق تفاعل بطيء ينتج عنه ثنائي اليود . ننمذج التفاعل الكيميائي الحادث بالمعادلة الآتية :

$$H_2O_{2\ (aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} = 2H_2O_{(\ell)} + I_{2\ (aq)}$$

نتابع التطور الحركي للتفاعل من خلال قياس التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل في لحظات زمنية متعاقبة ، و ذلك باستعمال طريقة المعايرة اللونية الآتية :

نأخذ في اللحظة t عينة حجمها $V = 40.0\ mL$ من المزيج التفاعلي S و نسكبها في بيشر يحتوي الجليد المنصهر و النشاء ، فيتلون المزيج بالأزرق ، بعد ذلك نضيف تدريجيا إلى هذه العينة محلولا مائيا لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)})$ الذي تركيزه المولي $C_3 = 0.10\ mol.L^{-1}$ إلى غاية اختفاء اللون الأزرق . باستغلال الحجم $V_E$ لثيوكبريتات الصوديوم المضاف و معادلة تفاعل المعايرة نستنتج التركيز المولي لثنائي اليود في اللحظة t .

نعيد العملية في لحظات متعاقبة ، ثم نرسم تطور التركيز المولي لثنائي اليود $[I_{2(aq)}]$ المتشكل بدلالة الزمن t فنحصل على المنحنى البياني (الشكل-5) .



الشكل-5

1- أ- ارسم بشكل تخطيطي عملية المعايرة .

ب- ما هي الوسيلة التي نستعملها لأخذ 40 mL من المزيج التفاعلي ؟

جـ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

الثنائيتان مرجع/مؤكسد المساهمتان في هذا التحول هما : $I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}$ و $S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ .

2- عرف التكافؤ ، ثم جد العبارة الحرفية الموافقة للتركيز المولي لثنائي اليود $[I_{2(aq)}]$ بدلالة الحجم V و الحجم $V_E$ و التركيز المولي $C_3$ لثيوكبريتات الصوديوم .

3- أنشئ جدولا للتقدم المميز لتفاعل يود البوتاسيوم و الماء الأكسجيني و بين أن الماء الأكسجيني هو المتفاعل المحد

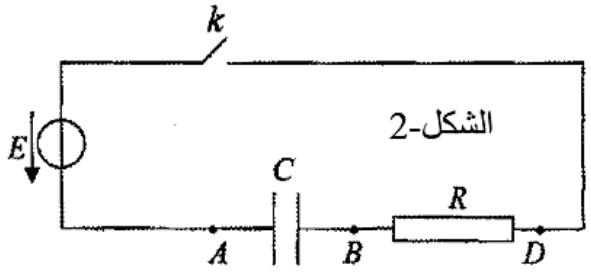
4- عرف v السرعة الحجمية للتفاعل ، ثم احسب قيمتها في اللحظة $t = 100\ s$ .

5- جد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ .

## التمرين الثاني:(07 نقاط) تمرين حول الظواهر الكهربائية

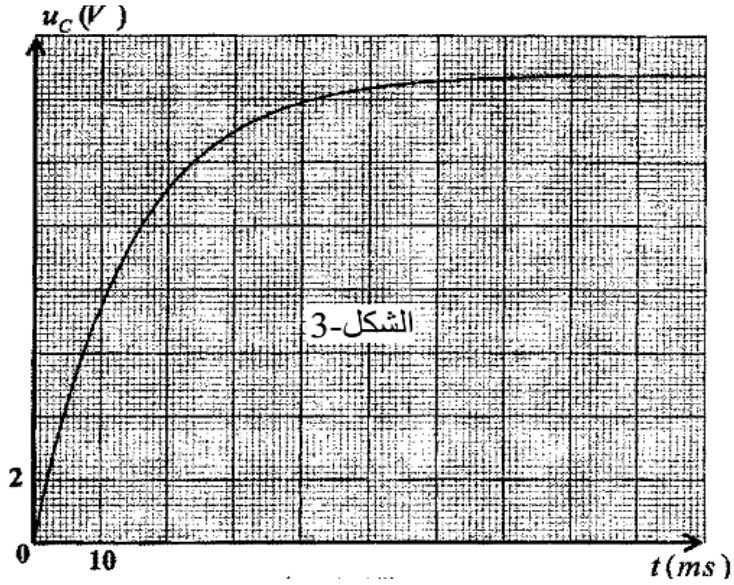
نربط على التسلسل العناصر الكهربائية التالية :

- ناقل أومي مقاومته $R = 500\ \Omega$ .
- مكثفة سعتها C غير مشحونة .
- مولد ذي توتر كهربائي ثابت E .
- قاطعة k (الشكل-2) .



الشكل-2

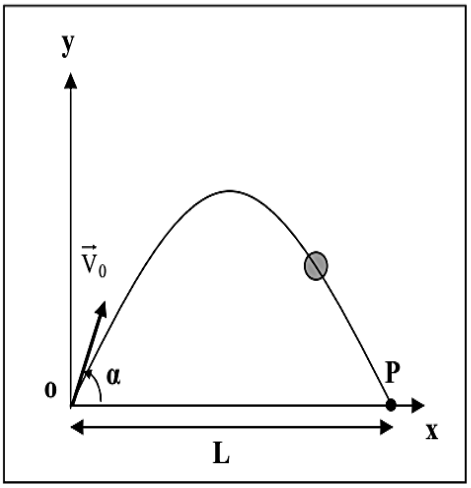
مكنت متابعة تطور التوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين لبوسي المكثفة برسم البيان (الشكل-3) .




1- عمليا يكتمل شحن المكثفة عندما يبلغ التوتر بين طرفيها 99% من قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي المولد .
اعتمادا على البيان :
أ/ عين قيمة ثابت الزمن $\tau$ و قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي المولد ثم أحسب سعة المكثفة C .
ب/ حدد المدة الزمنية $t'$ لاكتمال عملية شحن المكثفة .
جـ/ ما هي العلاقة بين $t'$ و $\tau$ ؟
2/ بتطبيق قانون جمع التوترات أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة : $u_{AB} = u_C$ ، ثم بين أنها تقبل حلا من الشكل : $u_C = E(1 - e^{-t/\tau})$ .
3/ أوجد قيمة الطاقة الكهربائية المخزنة $E_C$ في المكثفة عند اللحظات : $t_0 = 0$ ، $t_1 = \tau$ ، $t_2 = 5\tau$ .
4/ توقع (رسم كيفي) شكل المنحنى $E_C = f(t)$ .

## التمرين الثالث:(07 نقاط) تمرين حول الاهتزازات الحرة لجملة ميكانيكية

يراد لقذيفة مدفع إن تصل إلى هدف P يبعد عن نقطة القذف بمسافة $L = 3\ km$ ، و ذلك عند قذفها من نقطة (O) من سطح الأرض بسرعة ابتدائية $v_0 = 200\ m/s$ يصنع شعاعها الزاوية $\alpha$ مع الأفق .




إذا علمت أن معادلة المسار القذيفة في المعلم المبين في الشكل يعبر عنها بالعلاقة :

$$y = \frac{-g}{2 v_0^2 \cos\alpha^2} x^2 + \tan\alpha\, x$$

1- عبر عن زاوية الرمي $\alpha$ بدلالة $g$ ، $L$ ، $v_0$ .
2- عرف المدى .
3- بين أن مدى القذيفة يكون أعظمي من أجل $\alpha = 45°$ عندما تكون سرعة القذف ثابتة .
4- ما هي قيمتي الزاوية $\alpha$ التي يجب أن تصنعها ماسورة المدفع مع المستوي الأفقي حتى تسقط القذيفة في الموضع P .

يعطى : $g = 10\ m/s$ ، $\sin 2\alpha = 2\cos\alpha.\sin\alpha$ ، $\sin 50° = 0.75$ .

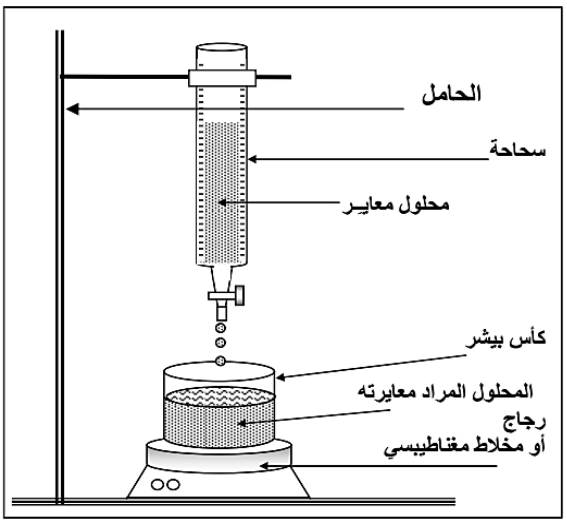
# انتهى الموضوع الاول بالتوفيق للجميع

# جمعها ونظمها لكم الاستاذ ولادقدور احمد

| العلامة | | عناصر الاجابة |
|---|---|---|
| مجموع | مجزأة | |

- **حل التمرين الاول:(06 نقاط)**

1- أ- مخطط المعايرة :




ب- الوسيلة التي نستعملها لأخذ 40 mL من المزيج التفاعلي هي ماصة عيارة بحجم 20 mL (على دفعتين)

جـ- معادلة تفاعل المعايرة :

$$I_2 + 2e^- = 2I^-$$
$$2S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$$
$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

2- تعريف التكافؤ :

عند التكافؤ تتفاعل كل كمية مادة المحلول المراد معايرته (الموجود في البشير) مع كل كمية مادة المحلول المعايـر (الموجود بالسحاحة) المضافة عند التكافؤ ، بعبارة أخرى عند التكافؤ يكون التفاعل في الشروط الستوكيومترية .

- عبارة $[I_2]$ بدلالة $V$ ، $V_E$ ، $C_3$ :

عند التكافؤ يكون التفاعل في الشروط الستوكيوترية و اعتمادا على معادلة المعايرة يكون :

$$\frac{n_0(I_2)}{1} = \frac{n_0(S_2O_3^{2-})}{2}$$
$$\frac{[I_2]V}{1} = \frac{C_3V_E}{2} \rightarrow [I_2] = \frac{C_3V_E}{2}$$

3- جدول التقدم :

| الحالة | التقدم | $H_2O_{2\,(aq)}$ + | $2I^-_{(aq)}$ + | $2H^+_{(aq)}$ = | $2H_2O_{(\ell)}$ + | $I_{2\,(aq)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ابتدائية | $x = 0$ | $3.2 \cdot 10^{-3}$ | $1.84 \cdot 10^{-2}$ | بزيادة | 0 | 0 |
| انتقالية | $x$ | $3.2 \cdot 10^{-3} - x$ | $1.84 \cdot 10^{-2} - 2x$ | بزيادة | $2x$ | $x$ |
| نهائية | $x_f$ | $3.2 \cdot 10^{-3} - x_f$ | $1.84 \cdot 10^{-2} - 2x_f$ | بزيادة | $2x_f$ | $x_f$ |

- $n_0(H_2O_2) = C_2V_2 = 0.1 \cdot 0.032 = 3.2 \cdot 10^{-3}$ mol
- $n_0(I^-) = C_1V_1 = 0.05 \cdot 0.368 = 1.84 \cdot 10^{-2}$ mol

4- تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغير تقدم التفاعل بالنسبة للزمن في 1L من الوسط التفاعلي يعبر عنها بالعلاقة :

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

- قيمة السرعة الحجمية :

من البيان $[I_2] = f(t)$ و باعتبار $\tan\alpha$ ميل المنحنى عند اللحظة t يمكن كتابة :

$$\tan\alpha = \frac{d[I_2]}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

و لدينا حسب تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

من جدول التقدم :

$$n(I_2) = x \rightarrow [I_2] = \frac{x}{V}$$

و منه تصبح عبارة $\tan\alpha$ :

$$\tan\alpha = \frac{d\frac{dx}{V}}{dt} \rightarrow \tan\alpha = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

من (1) ، (3) :

$$v = \tan\alpha$$

من البيان :

$$\tan\alpha = \frac{4.10^{-3}}{200} = 2.10^{-5}$$

إذن :

$$v = 2 \,.\, 10^{5} \text{ mol/L.min}$$

5- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ :

هو الزمن اللازم لبلوغ نصف التقدم النهائي أي :

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = x_{1/2} = \frac{x_f}{2}$$

و بما أن $[I_2]$ يتناسب مع x ( $[I_2] = \frac{x}{V}$ ) يمكن كتابة :

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = x_{1/2} = \frac{[I_2]_f}{2}$$

بالإسقاط في البيان نجد : $t_{1/2} = 50$ s .

## حل التمرين الثالث:

1- أ- ثابت الزمن $\tau$

$$t = \tau \rightarrow u_C = 0.63\,E$$

بالإسقاط مع الأخذ بعين الاعتبار سلم الرسم نجد : $\tau \approx 14$ ms .

التوتر الكهربائي بين طرفي المولد :

- عند نهاية الشحن (النظام الدائم) يساوي التوتر بين طرفي المكثفة القيمة E (القوة المحركة الكهربائية للمولد) و من البيان يكون :

$$E = 7.4 \,.\, 2 = 14.8 \text{ V}$$

سعة المكثفة :

$$\tau = RC \rightarrow C = \frac{\tau}{R}$$

$$C = \frac{14.10^{-3}}{500} = 2.8.10^{-5} \text{ F} = 28\,\mu\text{F}$$

ب- المدة الزمنية t' لاكتمال عملية الشحن :

من البيان تكتمل عملية الشحن تقريبا عند اللحظة :

$$t' = 7 \,.\, 10 = 70 \text{ ms}$$

جـ- العلاقة بين t' و $\tau$ :

$$t' = 70 \text{ ms} \;,\; \tau = 14 \text{ ms} \rightarrow t' = 5\tau$$

## حل التمرين الثالث:

1 - عبارة α بدلالة g ، L ، $v_0$ :

عند الموضع لدينا $x_P = L$ ، $y_P = 0$ ، بالتعويض في معادلة المسار :

$$0 = -\frac{g}{2\,v_0^2.\cos\alpha^2}L^2 + \tan\alpha\,.\,L \;\rightarrow\; \frac{g}{2\,v_0^2.\cos\alpha^2}L^2 = \tan\alpha\,.\,L$$

$$\frac{g}{2\,v_0^2.\cos\alpha^2}L = \tan\alpha \;\rightarrow\; g.L = 2\,v_0^2\cos\alpha^2.\tan\alpha$$

$$g.L = 2\,v_0^2\cos\alpha^2.\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \;\rightarrow\; g.L = 2\,v_0^2\cos\alpha\,.\sin\alpha$$

$$g.L = v_0^2(2\cos\alpha\,.\sin\alpha)$$

نعلم أن : $\sin2\alpha = 2\,\cos\alpha.\sin\alpha$ ، و منه يصبح :

$$g.L = v_0^2\sin2\alpha \;\rightarrow\; \sin2\alpha = \frac{g.L}{v_0^2}$$

2- تعريف المدى :

هو المسافة الأفقية بين موضع القذف و موضع اصطدام القذيفة بالمستوي الأفقي المار من موضع القذف .

3- إثبات أن المدى يكون أعظمي من أجل $\alpha = 45°$ عندما تكون سرعة القذف ثابتة :

من العبارة السابقة يمكن كتابة :

$$L = \frac{v_0^2.\sin2\alpha}{g}$$

بالاعتماد على هذه العبارة ، يكون المدى أعظمي عندما يكون :

$$\sin2\alpha \;\rightarrow\; 2\alpha = 90° \;\rightarrow\; \alpha = 45°$$

4- قيمتي الزاوية α :

مما سبق وجدنا :

$$\sin2\alpha = \frac{g.L}{v_0^2} \;\rightarrow\; \sin2\alpha = \frac{10\;.\;3000}{(200)^2} = 0.75$$

$$\sin2\alpha = \sin50° \;\rightarrow\; \begin{cases} 2\alpha_1 = 50° \\ 2\alpha_2 = 180 - 50 = 130° \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha_1 = 25° \\ \alpha_2 = 65° \end{cases}$$

نلاحظ : $\alpha_1 + \alpha_2 = 25° + 65° = 90°$

# انتهى الحل