التمرين الاول:(06 نقاط) تمرين حول المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي +المعايرة

1- لدينا قارورة لكاشف ملون مكتوب عليها $C_0 = 2.9 \ . \ 10^{-4}$ mol/L ، $pH = 4.18$ فنستنتج أن تركيزه بشوارد الأوكسونيوم (الهيدرونيوم) $[H_3O^+] = 6.6 . 10^{-5}$ mol/L .

يرمز للثنائية حمض-أساس للكاشف بـ (HIn/In^-) ، حضر محلول الكاشف انطلاقا من الشكل الحمضي للكاشف HIn و معادلة تفاعله مع الماء :

$$HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} = In^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

أ- لدينا حجم $V = 100$ mL من الكاشف ، حدد نسبة التقدم النهائي لتفاعل الحمض HIn (الكاشف) مع الماء .

ب- أكتب العبارة الحرفية لثابت الحموضة Ka للثنائية (HIn/In^-) .

جـ- إن تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة عند التوازن سمحت بحساب ثابت الحموضة للتفاعل $Ka = 1.9 \ . \ 10^{-5}$

أحسب pKa الثنائية (HIn/In^-) و حدد هذا الكاشف بالإعتماد على الوثيقة التالية :

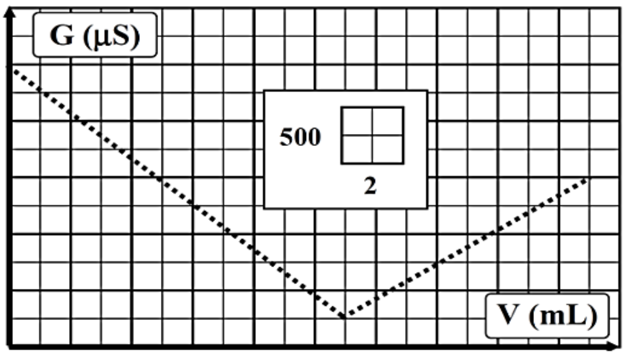
الكاشف	لون الشكل الحمضي	منطقة التحول	لون الشكل الأساسي	pKa
الهيليالتين	أصفر برتقالي	3.1 – 4.4	أحمر	3.7
أخضر بروموكريزول	أصفر	3.8 – 5.4	أزرق	4.7
أزرق بروموتيمول	أصفر	6.0 – 7.6	أزرق	7.0
فينول فتالين	عديم اللون	8.2 – 10.0	وردي	9.4

2- توجد في مخبر الثانوية قارورة لحمض كلور الهيدروجين المركز مكتوب عليها A_0 ، 34% على الأقل كتليا من حمض كلور الهيدروجين ، الكتلة الحجمية لـ A_0 هي $\rho = 1180$ g/L . النسبة المئوية الكتلية للحمض تعني كتلة الحمض المنحلة في 100 g من هذا المحلول .

المرحلة الأولى : نمدد عينة من المحلول A_0 100 مرة فنحصل على محلول A_1 تركيزه C_1 .

المرحلة الثانية : نأخذ من المحلول A_1 : $V_1 = 10$ mL و نعايره بمحلول الصود تركيزه $C_b = 0.1$ mol/L

و بمتابعة تطور الناقلية و pH المحلول نحصل على المنحني



أ- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة .

ب- حدد بيانيا بواسطة المنحنى $G = f(V)$ التركيز المولي C_1 لمحلول حمض كلور الهيدروجين الممدد .

جـ - استنتج التركيز المولي C_0 و التركيز الكتلي C_{m0} لمحلول حمض كلور الماء المركز A_0 بالنوع الكيميائي النقي المنحل .

د- ما كتلة 1L من محلول A_0 .

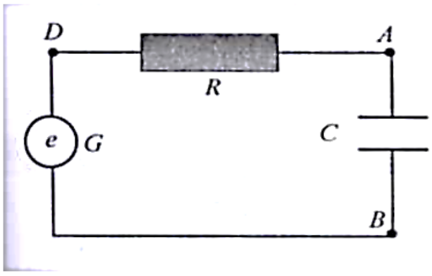
هـ- أحسب النسبة الكتلية للمحلول A_0 ، هل تتوافق مع الكتابة الموجودة على القارورة ؟

و- من هو الكاشف المناسب لهذه المعايرة مع التعليل .

يعطى : $M(H) = 1$ g/mol ، $M(Cl) = 35.5$ g/mol .

التمرين الثاني:(07 نقاط) تمرين حول الظواهر الكهربائية

نحقق الدارة المبينة جانبا باستعمال مكثفة سعتها (C) و ناقل أومي مقاومته R و مولد قوته المحركة الكهربائية E كما في الشكل بغية شحن المكثفة انطلاقا من اللحظة $t = 0$.



1- أ- أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة u_c التوتر بين طرفي المكثفة ، مبينا حلها دون أي برهان .

ب- أكتب العبارة اللحظية للشحنة الكهربائية q المختزنة على أحد لبوسي المكثفة بدلالة ثابت الزمن τ و Q_0 شحنة المكثفة الأعظمية التي تبلغها في نهاية الشحن .

2- إن الشحة الكهربائية المختزنة على أحد لبوسي المكثفة في اللحظة t تعطى بالعبارة $q(t) = 10^{-3}\ (\ 1 - e^{-50\,t}\ )$ ، استنتج من ذلك :

أ- القيمة الأعظمية Q_0 لشحنة المكثفة .

ب- ثابت الزمن .

ب- اللحظة t_1 التي تكون فيها المكثفة مشحونة بنصف شحنتها الأعظمية .

3- علما أن سعة المكثفة المستعملة هي $C = 100\ \mu F$ أوجد :

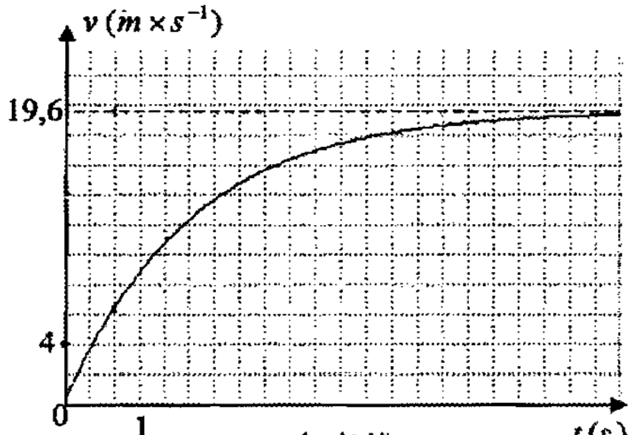
أ- مقدار القوة المحركة الكهربائية E للمولد .

ب- مقاومة الناقل الأومي R .

جـ- الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة في نهاية الشحن .

التمرين الثالث:(07 نقاط) تمرين حول قوانين نيوتن

قام فوج من التلاميذ في حصة للأعمال المخبرية بدراسة السقوط الشاقولي لجسم صلب (S) في الهواء ، و ذلك باستعمال كاميرا رقمية (Webcam) ، علوج شريط الفيديو ببرمجية "Avistep" بجهاز الإعلام الآلي فتحصلوا على البيان $v = f(t)$ الذي يمثل تغيرات سرعة مركز عطالة (S) بدلالة الزمن (الشكل-4) .



الشكل-4

1- حدد طبيعة حركة مركز عطالة الجسم (S) في النظامين الإنتقالي و الدائم . علل .

2- بالاعتماد على البيان عين :

أ/ السرعة الحدية v_{lim} .

ب/ تسارع الحركة في اللحظة $t = 0$.

3- كيف يكون الجسم الصلب (S) متميزا و هذا للحصول على حركة مستقيمة شاقولية انسحابية في نظاميين انتقالي و دائم ؟

4- باعتبار دافعة أرخميدس مهملة ، مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) أثناء السقوط ، و استنتج عندئذ المعادلة التفاضلية للحركة بدلالة السرعة v في حالة السرعات الصغيرة .

5- توقع شكل مخطط السرعة عند إهمال دافعة أرخميدس و مقاومة الهواء . علل .

العلامة		عناصر الاجابة
مجموع	مجزأة	

- **حل التمرين الاول:(06 نقاط)**

1- أ- نسبة التقدم النهائي :

الحالة	التقدم	HIn	+ H_2O	= In^-	+ H_3O^+
ابتدائية	$x = 0$	$2.9 \cdot 10^{-5}$	بزيادة	0	0
انتقالية	x	$2.9 \cdot 10^{-5} - x$	بزيادة	x	x
نهائية	x_f	$2.9 \cdot 10^{-5} - x_f$	بزيادة	x_f	x_f

$n_0(HIn) = C_0V = 2.9 \cdot 10^{-4} \cdot 0.1 = 2.9 \cdot 10^{-5}$ mol

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

- من جدول التقدم :

$$x_f = n_f(H_3O^+) = [H_3O^+]_f\, V$$

$x_f = 6.6 \cdot 10^{-5} \cdot 0.1 = 6.6 \cdot 10^{-6}$ mol

إذا اختفى HIn كليا بفرض أن التفاعل تام :

$2.9 \cdot 10^{-5} - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = 2.9 \cdot 10^{-5}$ mol

ومنه تكون نسبة التقدم :

$$\tau_f = \frac{6.6 . 10^{-6}}{2.9 . 10^{-5}} = 0.23 \quad (23\%)$$

ب- العبارة الحرفية لثابت الحموضة :

$$Ka = \frac{[H_3O^+]_f\,[In^-]_f}{[HIn^-]_f}$$

جـ- قيمة الـ pKa :

$Ka = 1.9 \cdot 10^{-5}$

$pKa = -\log Ka = 4.7$

بالاستناد إلى الوثيقة المعطاة ، الكاشف الملون هو أخضر البروموكريزول .

2- أ- معادلة المعايرة :

$$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = 2H_2O_{(\ell)}$$

ب- التركيز C_1 لمحلول HCl الممدد :

اعتمادا على معادلة المعايرة يكون عند التكافؤ :

$$C_1V_1 = C_bV_{bE} \rightarrow C_1 = \frac{C_bV_{bE}}{V_1}$$

- عند التكافؤ تبلغ الناقلية قيمة حدية و منه من خلال البيان $G = f(t)$ يكون : $V_{bE} = 11$ mL . إذن :

$$C_1 = \frac{0.1.11.10^{-3}}{10.10^{-3}} = 0.11\,mol/L$$

- التركيز المولي C_0 و الكتلي C_{m0} لمحلول HCl قبل التمديد :

المحلول مخفف 100 مرة و عليه :

$$C_1 = \frac{C_0}{100} \rightarrow C_0 = 100\,C_1 = 100 . 0.11 = 11\,mol/L$$

$C_{m0} = M(HCl) \cdot C_0$

- $M(HCl) = 1 + 35.5 = 36.5$ g/mol
- $S_0 = 36.5 \cdot 11 = 401.5$ g/L

جـ- كتلة $1L$ من A_0 :

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V$$

$$m = 1180 \,.\, 1 = 1180 \text{ g}$$

د- النسبة الكتلية لـ A_0 :

نحسب أولا كتلة HCl المنحلة فى $1L$ من A_0 و لتكن m' :

$$C_m = \frac{m'}{V} \rightarrow m' = C_m V$$

$$m' = 401.5 \,.\, 1 = 401.5 \text{ g}$$

يمكن القول أن 1180 g من المحلول A_0 توجد به 401.5 g من HCl منحلة ، و من تعريف النسبة الكتلية يكون :

$$\begin{cases} 1180 \text{ g} \rightarrow 4150 \\ 100 \text{ g} \rightarrow x \end{cases} \rightarrow x = \frac{100 \,.\, 401.5}{1180} = 34\%$$

و هي توافق الكتابة المتواجدة على القارورة .

هـ- الكاشف المناسب للمعايرة :

كون أن تفاعل المعايرة حادث بين حمض قوي و أساس قوي يكون $pH = 7$ عند التكافؤ و منه و من خلال الجدول المعطى يكون الكاشف المناسب لهذه المعايرة هو أزرق البروموتيمول .

حل التمرين الثاني:

1- أ- إيجاد المعادلة بدلالة u_C :

$$u_E = u_R + u_C$$

$$E = R\, i + u$$

$$R \frac{dq}{dt} + u = E$$

$$R \frac{d(C\, u)}{dt} + u = E$$

$$\frac{du}{dt} + \frac{1}{RC} u = \frac{E}{RC}$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى تقبل الحل التالي :

$$u_C = E\,(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t})$$

ب- العبارة الزمنية لـ q :

$$q = C\, u_C$$

$$q = C\, E\,(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t})$$

$$q = Q_0\,(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t})$$

حيث : $Q_0 = CE$ هي شحنة المكثفة الأعظمية .

2- أ- قيمة Q_0 و τ :

لدينا :

$$q = 10^{-3}\,(1 - e^{-50t})$$

بالمطابقة مع العلاقة النظرية السابقة :

- $Q_0 = 10^{-3}$ C
- $\frac{1}{\tau} = 50 \rightarrow \tau = \frac{1}{50} = 0.02$ s

اللحظة t_1 التي تكون فيها المكثفة مشحونة بنصف شحنتها الأعظمية :

$$t = t_1 \rightarrow q = \frac{Q_0}{2}$$

بالتعويض في عبارة q السابقة :

$$\frac{Q_0}{2} = Q_0\,(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t})$$

$$1 - e^{-\frac{1}{\tau}t} = \frac{1}{2}$$

$$e^{-\frac{1}{\tau}t} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$-\frac{1}{\tau}t_1 = \ln\frac{1}{2}$$

$$-\frac{1}{\tau}t_1 = -\ln 2 \;\rightarrow\; t_1 = \tau \ln 2$$

$$t_1 = 0.02 \ln 2 = 1.39 . 10^{-2}\ \text{s}$$

3- مقدار E :

مما سبق (عبارة q) يكون :

$$Q_0 = CE \rightarrow\; E = \frac{Q_0}{C}$$

$$E = \frac{10^{-3}}{10^{-4}} = 10\ \text{V}$$

ب- مقاومة الناقل الأومي :

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

$$R = \frac{0.02}{10^{-4}} = 200\ \Omega$$

جـ- الطاقة الكهربائية المخزنة عند نهاية الشحن :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2} C\, u_C^{\,2}$$

عند نهاية الشحن : $u_C = E$ ومنه يصبح :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2} C\, E^2$$

$$E_{(C)} = \frac{1}{2} . 10^{-4} (10)^2 = 5 . 10^{-3}\ \text{J}$$

حل التمرين الثالث:

1- طبيعة الحركة في النظامين :

النظام الإنتقالي $(0 < t < 7s)$:

في هذه المرحلة (النظام الإنتقالي) البيان $v = f(t)$ عبارة عن خط منحني ، و بما أن السرعة متزايدة تكون طبيعة الحركة في هذا المرحلة مستقيمة متسارعة (من دون انتظام) .

النظام الدائم $(t > 7)$:

في هذه المرحلة (النظام الدائم) ، البيان $v = f(t)$ عبارة عن مستقيم يوازي محور الأزمنة ، إذن طبيعة الحركة في هذه المرحلة مستقيمة منتظمة .

2- أ- السرعة الحدية v_{lim} :

- من البيان مباشرة $v_{lim} = 19.6\ m/s$.

ب- تسارع الحركة عند $t = 0$:

نعلم أن $a = \frac{dv}{dt}$ ، إذن في البيان $v = f(t)$ تمثل قيمة التسارع عند اللحظة $t = 0$ ميل المماس عند هذه اللحظة

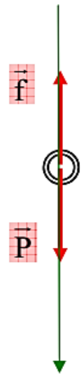
و بالتالي عند اللحظة $t = 0$ يمكن كتابة :

$$a = \tan\alpha$$

حيث tanα هو ميل المماس عند اللحظة $t = 0$.
- بعد رسم المماس عند اللحظة $t = 0$ و حساب ميله نجد :

$$\tan\alpha = \frac{19.6 - 0.6}{2} = 9.5 \rightarrow a = 9.5\ m/s^2$$

<u>3- مميزات الجسم للحصول على نظامين انتقالي و دائم :</u>
- يجب أن يكون الجسم خفيف و ذو حجم كاف لبلوغ السرعة الحدية .
<u>4- تمثيل القوى المؤثرة الجسم (S) :</u>



<u>• المعادلة التفاضلية :</u>
- الجملة المدروسة : جسم (S) .
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .
- القوى الخارجية المؤثرة : الثقل $\vec{P}$ ، قوة الاحتكاك $\vec{f}$.
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}_G$$
$$\vec{P} + \vec{f} = m\,\vec{a}_G$$

بتحليل العلاقة الشعاعية وفق محور (oz) شاقولي و متجه نحو الأسفل يكون :

$$P - f = m\,a$$
$$m\,g - k\,v = m\frac{dv}{dt}$$
$$m\frac{dv}{dt} + k\,v = m\,g$$
$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g$$

<u>5- مخطط السرعة $v = f(t)$:</u>
عند إهمال دافعة أرخميدس و مقاومة الهواء تصبح المعادلة التفاضلية كما يلي :

$$\frac{dv}{dt} = g$$

- نكامل الطرفين بالنسبة للزمن فنجد :

$$v = g\,t + C$$

- من الشروط الابتدائية :

$$t = 0 \rightarrow v = 0 \rightarrow C = 0 \rightarrow v = g\,t$$

و منه المنحنى $v = f(t)$ عبارة عن مستقيم يمر من المبدأ كما مبين في البيان التالي :