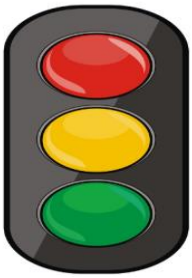
الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية — ثانوية فرحاوي عبد القادر – معسكر–

الشعبة: 3 (ع ت، ت ر، ر) — السنة الدراسية: 2021–2022

اختبار (02) في مادة العلوم الفيزيائية — المدة: 03سا

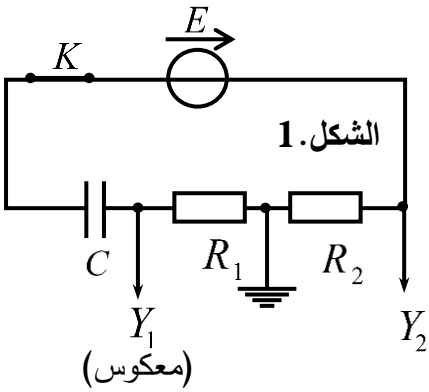
التمرين الأول: (06 نقاط)



إشارة المرور الضوئية هي أجهزة توضع في الطرقات لتنظيم حركة المرور، تعتمد على استخدام أضواء ملّونة تبعاً لنظام متفق عليه عالمياً وتحتوي هذه الأجهزة على ثنائيات الأقطاب مثل المكثفات والنواقل الأومية.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد بعض مميزات ثنائيات القطب RC.

من أجل هذا الغرض نُنجز الدارة الكهربائية الموّضحة في الشكل.1 والتي تحتوي على العناصر الكهربائية التالية:

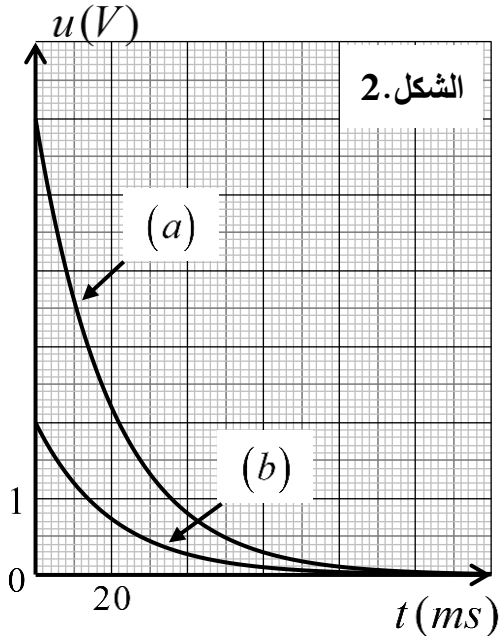


الشكل.1

- مولد توتره ثابت قوته المحركة الكهربائية E.
- مكثفة فارغة سعتها $C = 100\mu F$.
- ناقليين أوميين، مقاومة كل منهما R_1 و R_2، علما أن $R_1 = 3R_2$.
- راسم اهتزاز ذو ذاكرة وقاطعة K .

عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة K، بواسطة راسم الاهتزاز ذو ذاكرة تحصّلنا على منحنين الممثلين للتوترين بين طرفي الناقل الأومي $u_{R_1}(t)$ و $u_{R_2}(t)$. (الشكل.2)

1. أعد رسم الدارة، ومثّل عليها الجهة الاصطلاحية للتيار الكهربائي وبأسهم التوترات بين كل ثنائي قطب.
2. بتطبيق قانون جمع التوترات، جد المعادلة التفاضلية لتطور التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة.
3. بيّن أن $i(t) = \frac{E}{R_1 + R_2} e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}}$ هي حل للمعادلة التفاضلية السابقة.
4. استنتج العبارة اللحظية لكل من $u_{R_1}(t)$ و $u_{R_2}(t)$، ثم ارفق كل توتر بالبيان الموافق له.
5. اعتمادا على منحنى الشكل.2، جد قيمة كل من:
   أ- القوة المحركة الكهربائية E.
   ب-ثابت الزمن τ .
   ت- قيمتي R_1 و R_2 .



الشكل.2

التمرين الثاني: (07 نقاط)

حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ هو حمض عضوي يوجد في الحليب والألبان ويستعمل كمادة مضافة في الصناعة الغذائية وفي التخلص من الترسبات الكلسية الموجودة في الأواني.

يهدف التمرين إلى إيجاد ثابت الحموضة الـ pKa للثنائية الخاصة بحمض اللاكتيك ودراسة حركية تفاعل هذا الحمض مع الرواسب الكلسية.

المعطيات:

- الكتلة المولية لحمض اللاكتيك: $M(C_3H_6O_3)=90\,g.mol^{-1}$
- الكتلة المولية لحمض لكربونات الكالسيوم: $M(CaCO_3)=100\,g.mol^{-1}$
- نرمز لحمض اللاكتيك بـ HA ولأساسه المرافق بـ A^-.
- عند الدرجة $T=25°C$، الناقلية النوعية المولية الشاردية:

$$\lambda_{H_3O^+}=35,0\,mS.m^2.mol^{-1} \quad ; \quad \lambda_{A^-}=4,0\,mS.m^2.mol^{-1}$$

الجزء الأول:

نحضر، عند $T=25°C$، محلولا مائيا (S_1) لحمض اللاكتيك حجمه V وتركيزه $c=2\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$.

1. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي بين حمض اللاكتيك والماء.
2. أعطى قياس الناقلية النوعية للمحلول (S_1) عند التوازن القيمة $\sigma=17,9\,mS.m^{-1}$.

1.2. اعتمادا على جدول تقدم التفاعل وبتطبيق قانون كولروش، أكتب عبارة الناقلية النوعية σ عند التوازن بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$، λ_{A^-} و $[H_3O^+]$ تركيز شوارد الهيدرونيوم عند التوازن.(نهمل تأثير شوارد OH^- على ناقلية المحلول).

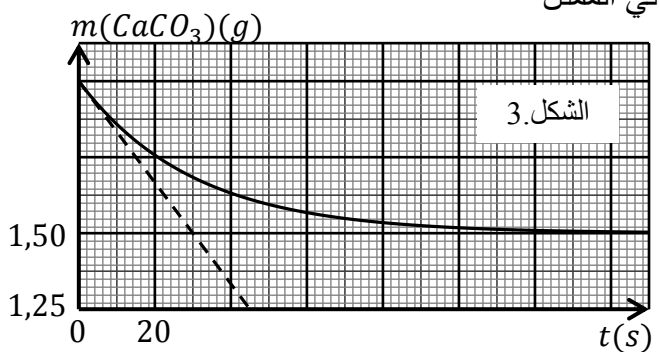
2.2. بيّن أن نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل تكتب على الشكل : $\tau_f=\dfrac{\sigma}{c(\lambda_{H_3O^+}+\lambda_{A^-})}$ ثم احسب قيمتها.

3. اكتب عبارة ثابت التوازن K للتفاعل الحادث ثم احسب قيمته وماذا تمثل؟
4. استنتج قيمة الـ pKa للثنائية (HA/A^-).

الجزء الثاني:

الرواسب المتشكلة في الأواني متكوّنة أساسا من كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$. يتفاعل حمض اللاكتيك وكربونات الكالسيوم وفق تفاعل تام معادلته: $CaCO_3(s)+2HA(aq)=Ca^{2+}(aq)+2A^-(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$

نضع عيّنة من كربونات الكالسيوم نقية كتلتها m_0 في حوجلة ونسكب فيها حجما V_A من المحلول HA تركيزه المولي c_A. المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي سمحت برسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات $m(CaCO_3)$ كتلة كربونات الكالسيوم بدلالة الزمن. (الشكل.3)



الشكل.3

1. أ-عرّف السرعة الحجمية للتفاعل v_{Vol}، وبيّن أنها تُكتب على الشكل التالي: $v_{Vol}=\dfrac{-1}{M.V_A}\cdot\dfrac{dm(CaCO_3)}{dt}$

ب- إذا كانت قيمة السرعة الحجمية الأعظمية للتفاعل هي: $v_{Vol} = 1,66 mmol.L^{-1}.s^{-1}$، استنتج حجم المحلول الحمضي V_A المستعمل.

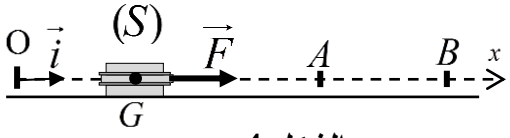
2. حدّد المتفاعل المحد واستنتج قيمة x_{max} التقدم الأعظمي للتفاعل.
3. أحسب التركيز المولي c_A.
4. جد بيانيا قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

التمرين التجريبي :(07 نقاط)

يُعتبر العمل المخبري من الوسائل المساعدة على فهم ظاهرة ميكانيكية ما. أراد أستاذ العلوم الفيزيائية إنجاز تجربتين مع تلامذته في مجال الميكانيك **الهدف منهما دراسة حركة جسم صلب على مستوي أفقي ومائل مع تحديد بعض مميزات حركته.** (يعطى : $g = 10 m/s^2$).

التجربة الأولى: دراسة حركة جسم صلب على مستوي أفقي

ينزلق جسم صلب (S) ، كتلته m ومركز عطالته G، بدون احتكاك فوق مستوي أفقي، يخضع الجسم أثناء حركته على الجزء (OA) إلى تأثير قوة محركة $\vec{F}$ ثابتة في الشدة وموازية للمسار (الشكل.4).



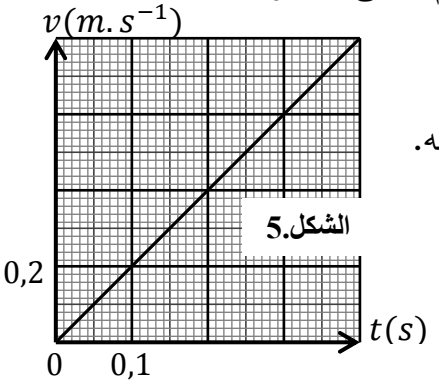
الشكل.4

المعطيات: $OA = 2,25m$, $m = 2kg$

ندرس حركة مركز عطالة الجسم في مرجع سطحي أرضي نعتبره عطاليا، ونعتبر الموضع G ينطبق مع النقطة O في لحظة نعتبرها مبدأ الأزمنة $t = 0$.

بواسطة برمجية خاصة تحصّلنا على المنحنى الممثل في الشكل.5 لتطور سرعة مركز عطالة الجسم على الجزء (OA)

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة التفاضلية لحركة مركز عطالة الجسم تعطى بالعبارة التالية: $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m}$.

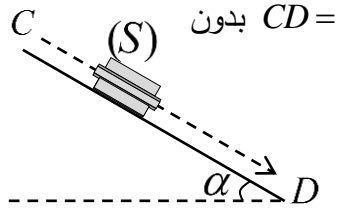


الشكل.5

2. بالاعتماد على البيان، حدّد طبيعة حركة مركز عطالة الجسم (S) واحسب تسارعه.
3. استنتج شدة القوة $\vec{F}$.
4. بيّن أن المعادلة الزمنية لحركة G على الجزء (OA) تكتب على الشكل : $x(t) = t^2$ ، حيث وحدة x تقدّر بـ m والزمن t بـ s .
5. نحذف تأثير القوة $\vec{F}$ عند مرور G من النقطة A، فيواصل الجسم حركته على الجزء (AB) .
   1.5. حدّد طبيعة حركة G على الجزء (AB) .
   2.5. جد قيمة السرعة v لمركز عطالة الجسم على الجزء (AB).

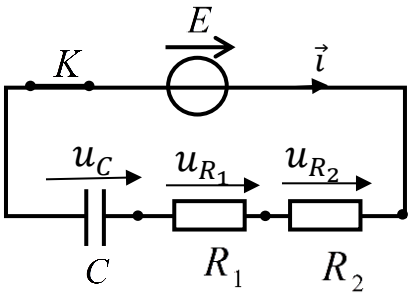
التجربة الثانية: دراسة حركة جسم صلب على مستوي مائل.

نترك الجسم (S) من الموضع C أعلى مستوي مائل زاوية ميله $\alpha = 30°$ وطوله $CD = L = 1m$ بدون سرعة ابتدائية ، ليتحرك وفق خط الميل الأعظم تُهمل في الاحتكاكات.(الشكل.6)



الشكل.6

1. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم (S)) بين الموضعين C و D، اكتب عبارة سرعة مركز عطالة الجسم عند الموضع D بدلالة كل من α، L و g.
2. أحسب قيمة السرعة v_D.

عناصر الإجابة لاختبار الفصل الثاني	العلامة مجزأة	العلامة مجموعة
التمرين الأول (06 نقاط) 1- **تمثيل اتجاه التيار والتوترات :**  	0.50	**0.50**
2- المعادلة التفاضلية للتيار : بتطبيق قانون جمع التوترات $u_C + u_{R_1} + u_{R_2} = E$ $\frac{q}{C} + R_1 i(t) + R_2 i(t) = E$ بالاشتقاق نجد $\frac{1}{C} i(t) + (R_1 + R_2)\frac{di}{dt} = 0$ $\frac{di}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} i(t) = 0$	0.25 0.25 0.25 0.25	**01.00**
3- **تبيان الحل :** بتعويض الحل و $\frac{di}{dt} = \frac{-E}{(R_1+R_2)^2 C} e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}}$ في م ت نجد $\frac{-E}{(R_1+R_2)^2 C} e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}} + \frac{1}{(R_1+R_2)C} \frac{E}{(R_1+R_2)} e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}} = 0$ $0 = 0$ وهي محققة	0.25 0.25	**0.50**
4- عبارة كل من $u_{R_1}(t)$ **و:** $u_{R_2}(t)$ $u_{R_1}(t) = R_1 i(t) = R_1 \left(\frac{E}{R_1 + R_2} \right) e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}} = R_1 I_0 e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}}$ $u_{R_2}(t) = R_2 i(t) = R_2 \left(\frac{E}{R_1 + R_2} \right) e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}} = R_2 I_0 e^{\frac{-t}{(R_1+R_2).C}}$ اعتمادا على العبارات اللحظية و $R_1 \succ R_2$ فإن $R_1 I_0 \succ R_2 I_0$ نجد $u_{R_1}(t)$ يوافق المنحنى (a) و $u_{R_2}(t)$ يوافق المنحنى (b) .	0.25 0.50 0.50 0.75	**02.00**
5- إيجاد الثوابت : **E :** $E = R_1 I_0 + R_2 I_0 = 2 + 6 = 8V$ τ **:** $u_{R_1}(\tau) = 0,37 R_1 I_0 = 0,37 \times 6 = 2,22V$ بالإسقاط نجد $\tau = 20ms$	0.50 0.50	**02.00**

	0.50 0.50	$\left.\begin{cases} R_1 = 3R_2 \\ R_1 + R_2 = \dfrac{\tau}{C} = 200\Omega \end{cases}\right\rangle \left\langle R_1 = 150\Omega \middle| R_2 = 50\Omega \right\rangle$: R_2
0.50	0.50	**التمرين الثاني :** **الجزء الأول :** **1- معادلة التفاعل :** $HA + H_2O = A^- + H_3O^+$
02.00	0.50 0.25 0.25 0.25	**1.2. جدول التقدم التفاعل :** المعادلة : $HA + H_2O = A^- + H_3O^+$ كمية المادة بالمول الحالة | التقدم | HA | بوفرة | | A^- | H_3O^+ ابتدائية | 0 | n_0 | بوفرة | | 0 | 0 انتقالية | x | $n_0 - x$ | بوفرة | | x | x نهائية | x_f | $n_0 - 2x$ | بوفرة | | x_f | x_f - **علاقة الناقلية النوعية σ عند التوازن بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$، λ_{A^-} و $[H_3O^+]$:** بتطبيق قانون كولروش : $\sigma = \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+] + \lambda_{A^-}[A^-]$ $[H_3O^+] = [A^-]$ $\sigma = [H_3O^+](\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})$
	0.50 0.25	**2.2. تبيان العلاقة :** $\sigma = [H_3O^+](\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-}) \Rightarrow [H_3O^+] = \dfrac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})}$ $\tau_f = \dfrac{x_f}{x_{max}} = \dfrac{[H_3O^+]}{c} = \dfrac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})c}$ نجد : $\tau_f = \dfrac{17,9\times10^{-3}}{2\times10^{-3}(35+4)} = 0,229(22,9\%)$
01.25	0.75 0.25 0.25	**3. عبارة ثابت التوازن:** $K = \dfrac{[H_3O^+]_f[A^-]_f}{[HA]_f} = \dfrac{[H_3O^+]^2{}_f}{c - [H_3O^+]_f} = \dfrac{\tau_f{}^2 \times c}{1-\tau_f}$ $K = \dfrac{0,23^2 \times 2\times10^{-3}}{1-0,23} = 1,37\times10^{-4}$ وقيمته ثابت الحموضة Ka للثنائية (HA / A^-) .
0.25	**0.25**	**4. ثابت الحموضة pKa للثنائية (HA / A^-) :** $pKa = -\log(Ka) = 3,86$

الجزء الثاني :

1- أ- السرعة الحجمية للتفاعل : هي سرعة التفاعل في وحدة الحجوم تعطى علاقتها : **0.25**

$$v_{vol} = \frac{1}{V_A}\frac{dx}{dt}$$

- **تبيان العبارة :** اعتمادا على ج ت نجد **0.75**

$$n_{CaCO_3} = n_0 - x \Rightarrow \frac{dn_{CaCO_3}}{dt} = -\frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{1}{V_A}\frac{dn_{CaCO_3}}{dt} = -\frac{1}{V_A}\frac{dx}{dt}$$

إذن : $v_{Vol} = \frac{-1}{M.V_A}\cdot\frac{dm(CaCO_3)}{dt}$

ب- إيجاد V_A **:** من العلاقة السابقة **0.50**

$$V_A = \frac{-1}{M.v_{Vol}}\cdot\frac{dm(CaCO_3)}{dt} = \frac{-1}{100\times1,66\times10^{-3}}\cdot\frac{0,5}{30} = 0,1L = 100mL$$

01.50

2- المتفاعل المحد : من البيان $m(CaCO_3)_f \neq 0$ وبما أن التفاعل تام إذن HA هو المتفاعل المحد. 0.25

حساب $x_{\max}$: نجد

$$x_{\max} = n_0 - n_f \Rightarrow x_{\max} = \frac{m_0 - m_f}{M} = \frac{2-1,5}{100} = 5mmol$$ 0.50

00.75

3- التركيز المولي c_A **: بما أن** HA هو المتفاعل المحد 0.25

$$c_A V_A = 2x_{\max} \Rightarrow c_A = \frac{2\times5\times10^{-3}}{0,1} = 0,1mol/L$$

00.25

4- زمن نصف التفاعل : $m_{t1/2} = \frac{m_0 + m_f}{2} = \frac{2+1,5}{2} = 1,75g$ 0.50

بالاسقاط نجد $t_{1/2} = 20s$

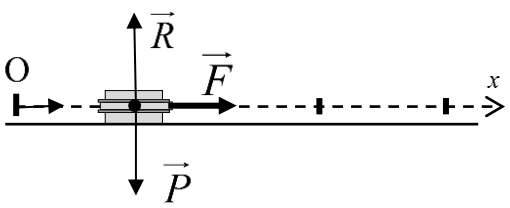
00.50

التمرين الثالث :

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

المرجع : المرجع السطحي الأرضي 0.25

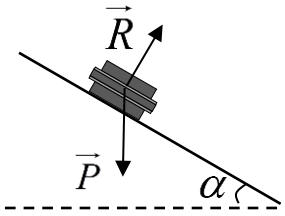
الجملة : الجسم 0.25



$$\sum\overrightarrow{F_{ext}} = m\cdot\overrightarrow{a_G} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\cdot\overrightarrow{a_G}$$ 0.25 0.25

بالإسقاط على المحور Ox نجد : $F = m\cdot a = m\cdot\frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m}$ 0.25 0.25

01.50

01.00	0.50 0.50	2- اعتمادا على البيان : الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام والتسارع $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=2m/s^2$
00.50	0.50	**3- استنتاج شدة القوة** $\vec{F}$: $a=\frac{F}{m}\Rightarrow F=m\times a=2\times 2=4N$
01.00	0.25 0.25 0.25 0.25	**4- عبارة** $x(t)$: $a=\frac{dv}{dt}\Rightarrow v(t)=a\cdot t+v_0$ حسب الشروط الابتدائية $v(t)=a\cdot t$ نعلم أن $v(t)=\frac{dx}{dt}=a\cdot t\Rightarrow x(t)=\frac{1}{2}at^2+x_0$ ومن الشروط الابتدائية $x(t)=t^2$.
01.25	0.25 1.00	**1.5.** طبيعة الحركة على الجزء AB مستقيمة منتظمة لأن $a\cdot v=0$ **2.5. حساب** v : على الجزء OA الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام وبتطبيق علاقة محذوفية الزمن نجد $v_A^2-v_O^2=2\cdot a\cdot OA\Rightarrow v_A=\sqrt{2\cdot a\cdot OA}=\sqrt{2\cdot 2\cdot 2,25}=3m/s$
01.75	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	**التجربة الثانية :** **1- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم) نجد :** الجملة : الجسم المرجع السطحي الأرضي  $E_i+E_{rec}-E_{céd}=E_f\Rightarrow Ec_C+W(\vec{P})=Ec_D\Rightarrow W(\vec{P})=\frac{1}{2}mv_D^2$ $\frac{1}{2}mv_D^2=m\cdot g\cdot CD\cdot\sin(\alpha)\Rightarrow v_D=\sqrt{2g\cdot CD\cdot\sin(\alpha)}$ $v_D=3,16m/s$ **2-**