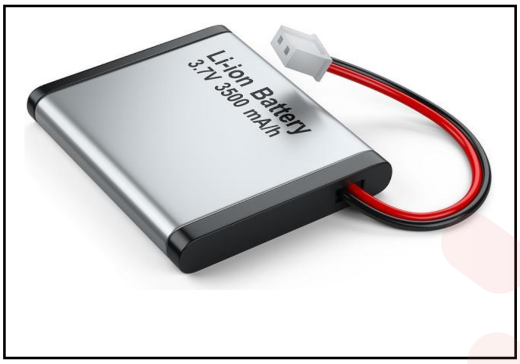
التمرين 01 (06 نقاط)

☒ مر إنتاج وإستخدام الليثيوم $^{6}_{3}Li$ بمراحل عدة خلال التاريخ الحديث , وإزداد الطلب على إنتاجه أثناء الحرب الباردة نتيجة سباق التسلح النووي , إذ يتم قذف نواة ليثيوم $^{6}_{3}Li$ بنيترون لننتحصل على تريتيوم $^{3}_{1}H$ وإشعاع α.

☒ وأيضا في مجال الإلكترونيات تم إستخدامهُ بشكل كبير جدا في صناعة البطاريات القابلة لإعادة الشحن التي يمكن أن تولد 3 V لكل خلية .



الجزء الأول : تفاعل إندماج .

1- أكتب معادلة التفاعل النووي الحادث محددا النواة الناتجة $^{A}_{Z}He$.

2- أحسب طاقة الربط النووي لنواة $^{6}_{3}Li$ بالـ MeV .

3- رتب الانوية : $^{6}_{3}Li$, $^{A}_{Z}He$, $^{3}_{1}H$ من الأقل إستقرارا إلى الأكثر إستقرارا .

4- تندمج نواة الديوتريوم $^{2}_{1}H$ مع نواة تريتيوم $^{3}_{1}H$ حسب المعادلة : $^{2}_{1}\boldsymbol{H} + ^{3}_{1}\boldsymbol{H} \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}\boldsymbol{n}$

أ- عرف تفاعل الإندماج النووي .

ب-أحسب الطاقة المحررة E_{lib} لهذا التفاعل النووي .

ت-أحسب الطاقة الكلية المحررة E'_{lib} عندما تتشكل 75 g من الهيليوم .

المعطيات :

$m_p = 1,00728\ u$	$m_n = 1,00866\ u$	$m(^{6}_{3}Li) = 6,015\ u$
$E_l(^{A}_{Z}He) = 28,3\ MeV$	$E_l(^{3}_{1}H) = 8,47\ MeV$	$E_l(^{2}_{1}H) = 2,23\ MeV$
$1u = 931,5\ Mev/c^2$	$N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$	

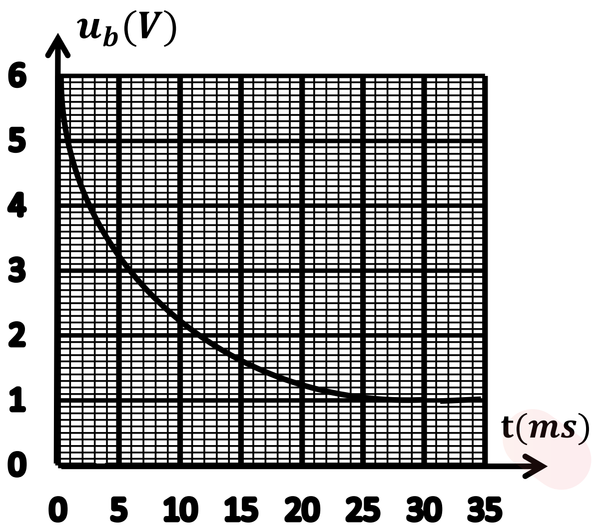
<u>الجزء الثاني</u> : دراسة ثنائي القطب RL

☒ نستخدم بطارية ليثيوم – أيون كمولد مثالي لدراسة ثنائي القطب RL ولهذا الغرض نحقق دارة كهربائية والتي تتكون

من : – مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية **E = 6 V**

– ناقل أومي مقاومتهُ الكهربائية **R = 100 Ω**

– وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r , وقاطعة k .



☒ عند اللحظة t=0 , نقوم بغلق القاطعة k .

1– مثل برسم تخطيطي الدارة وحدد عليها : جهة التيار i , وأسـهم التوترات بين طرفي كل ثنائي قطب .

2– أكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيـــــار $i(t)$.

3– علما أن حل هذه المعادلة : $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. أوجد عبارة الثوابت τ و I_0 بدلالة عناصر الدارة ثم بين أن عبـارة التوتر بين طرفي الوشيعـــــة هي : $u_b(t) = rI_0 + RI_0e^{-\frac{t}{\tau}}$.

4– إنطلاقا من المعطيات و المنحى المرفق أوجد : – ثابت الزمن τ .

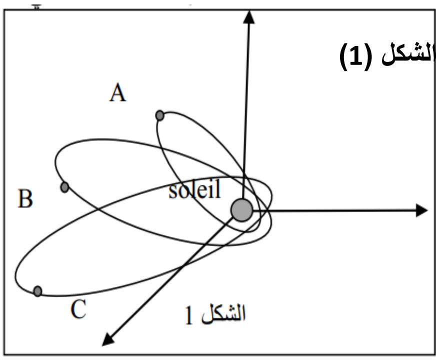
– المقاومة الداخلية للوشيعة r .

– ذاتية الوشيعة L .

<u>التمرين 02 (07 نقاط)</u> : أثبت العالم الفلكي يوهان كبلر في 1609 أن النظام الذي وضعهُ كوبرنيك عن مركزية الشمس هو الوحيد الذي يعكس الحقيقة بدقة وعن طريق عمليات حسابية معقدة ومتعددة , وضع كبلر القوانين الثلاثة الهامة فيما يتعلق بحركة الكواكب .

– الشكل (1) يعطي نموذجا تقريبيا لمدارات ثلاث كواكب (A) , (B) , (C) من المجموعة الشمسية تدور حول الشمس في معلم هيليومركزي .

الشكل (1)



1– ذَكِرْ بقوانين كبلر الثلاثة وهل القانون الأول محقق حســـــب مايُبِينهُ الشكل (1) ؟ علل .

2– الجدول المقابل يحتوي على معلومات تخص الكواكب الثـلاث بعضها مجهول حيث T يمثل دور الكوكب حول الشمس , و a هو نصف طول المحور الكبير للإهليليج (كذالك a تُمثل القيمة المتوسطة التي تفصل مركزي عطالة الشمس والكوكب للإهليج: $r = a$)

الكوكب	$T(10^7 s)$	$a(10^8 Km)$
A (الأرض)	3,16	1,50
B(المريخ)	T_B	2,28
C(المشتري)	37,40	a_C

–بالإعتماد على قانون كبلر الثالث أوجد قيمتي كل من : a_C و T_B .

3- نقبل من أجل تسهيل الدراسة أن حركة الكواكب الثلاث حول الشمس دائرية منتظمة نصف قطرها r وأنها لا تخضع إلا لتأثيرها فقط .

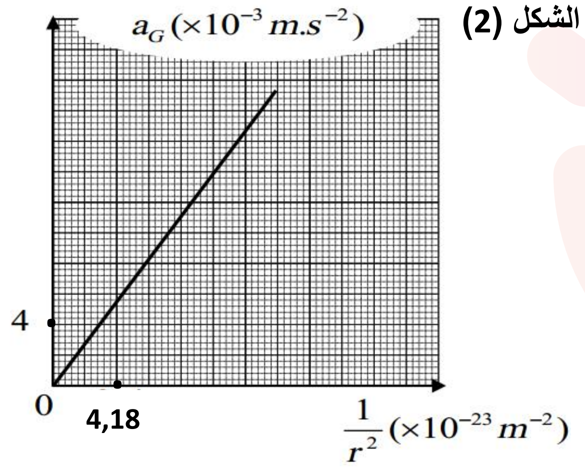
3-1- مثل شعاع القوة التي تؤثر بها الشمس على أحد الكواكب وأعط عبارة شدتها بدلالة G و M_S (كتلة الشمس) و m_p (كتلة الكوكب) و r (البعد بين مركزي كل من الكوكب والشمس) .

3-2- إذا علمت أن شدة قوة جذب الشمس للأرض هي : $F_{S/T} = 3,56 \times 10^{22} N$. أوجد كتلة الشمس .

تُعطى :

كتلة الأرض $M_T = 6,0 \times 10^{24} Kg$	البعد بين مركزي الشمس والأرض $r = 1,5 \times 10^{11} m$	$G = 6,67 \times 10^{-11} (SI)$

الشكل (2)



4-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن عبارة a_G تسارع مركز عطالة الأرض حول الشمس يعطى بالعلاقة : $a_G = \alpha \times \frac{1}{r^2}$ حيث α ثابت يطلب تعيين عبارته .

4-2- البيان الموضح في الشكل 02 يمثل تغيرات a_G بدلالة $\frac{1}{r^2}$.

أعط العبارة التي يترجمها البيان .

4-3- بالإعتماد على العلاقتين النظرية والعملية إستنتج كتلة الشمس .

4-4- هل تتوافق هذه القيمة مع القيمة المحسوبة سابقا (3-2-) في حدود أخطاء القياس .

<u>التمرين التجريبي (07 نقاط) :</u>

- منظف تجاري يتكون من حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ يُستعمل لإزالة الترسبات الكلسية .
- أردنا أن نتأكد من صحة درجة نقاوة هذا المنظف التجاري , ودراسة تتبع تطور سرعة التفاعل أثناء إزالة الراسب الكلسي , تحمل ملصقة المنظف المعلومات التالية :

• الكتلة المولية الجزيئية للحمض : $M(C_3H_6O_3) = 90\ g/mol$
• الكتلة الحجمية للحمض : $\rho = 1,13\ g/ml$ (*حيث الكتلة الحجمية للماء :* $\rho_{eau} = 1\ g/ml$)
• درجة النقاوة (النسبة الكتلية المئوية) $p = 45\ \%$

❖ **<u>الجزء الأول :</u>**

نحضر حجما $V_1 = 500\ ml$ لمحلول حمض اللاكتيك تركيزهُ المولي $c_1 = 0,1\ mol/l$. *أعطى قياس الـ* pH *لهذا المحلول القيمة* $pH = 2,44$.

1- أكتب معادلة إنحلال الحمض في الماء . ثم أنشىء جدول تقدم التفاعل المنمذج لهذا التحول .

2- بين أن قيمة التقدم النهائي x_f لهذا التفاعل هي $x_f = 1{,}81\ mmol$

3- أحسب قيمة الـ pKa للثنائية : $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$

❖ **الجزء الثاني :**

للتحقق من صحة درجة نقاوة هذا المنظف التجاري , نستعمل منظفا تجاريا مركزا يحتوي على حمض اللاكتيك تركيزه المولي c_0 , ثم نخففهُ 100 مرة فنحصل على محلول (S_A) *لحمض اللاكتيك تركيزهُ المولي* c_A .

- نعاير حجما قدرهُ $V_A = 10\ ml$ من محلول (S_A) *بواسطة محلول لهيدروكسيد الصوديوم* $(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$ تركيزهُ *المولي* $c_B = 2 \times 10^{-2} mol/l$ *, فكان الحجم المضاف عند التكافؤ هو :* $V_{BE} = 28{,}3\ ml$.

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة المنمذجة لهذا التحول .

2- أحسب c_A ثم إستنتج c_0 .

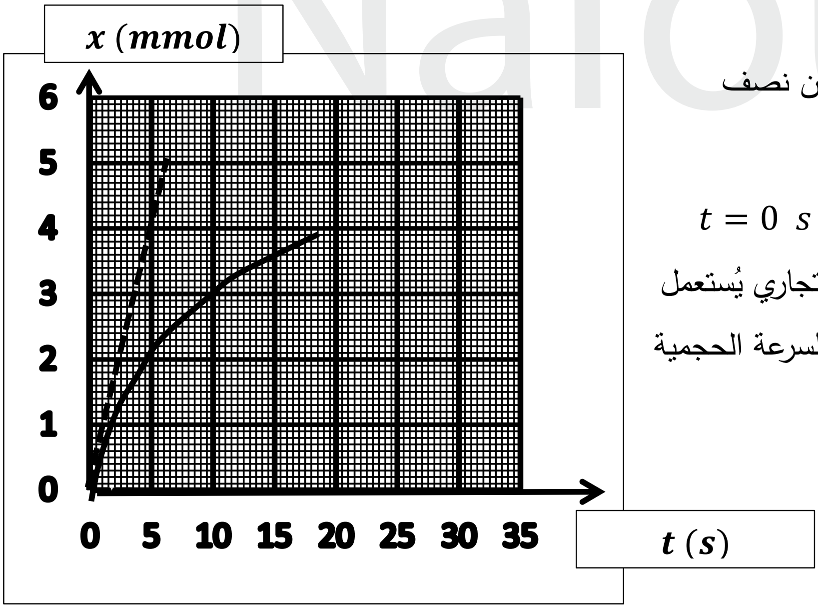
3- أحسب درجة النقاوة للمنظف التجاري , وتحقـــــق من القيمـــــة المكتوبة على الملصق .

(حيث تُعطى علاقة تركيز محلول تجاري : $c_0 = \frac{10 \times P \times d}{M}$)

❖ **الجزء الثالث :**

- لعلمكم أن الراسب الكلسي يتكون *أساسا* من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ والتي يُؤثر عليها حمض اللاكتيك .

للوقوف على بعض العوامل المؤثرة على مدة إزالة الراسب , نصب حجما $V = 10\ ml$ من المحلول (S_A) *المخفف على كمية من كربونات الكالسيوم الصلب . بواسطة تركيبة تجريبية خاصة وبرمجية مناسبة تمكنا من رسم البيان* $x = f(t)$ و *الذي يمثل تغير التقدم بدلالة الزمن .*



1- جد قيمة التقدم النهائي , إذا علمت أن زمن نصف التفاعل هو $t_{\frac{1}{2}} = 10\ s$.

2- عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0\ s$

3- مكتوب على الملصقة أيضا أن المنظف التجاري يُستعمل مُركزا مع التسخين , ما تأثير ذالك على السرعة الحجمية

- فسر على المُستوى المجهري .

النقاط

تمرين 01 :

الجزء الأول (تفاعل إندماج نووي) :

-1 كتابة المعادلة النووية : $^{1}_{0}n + ^{6}_{3}Li \rightarrow ^{3}_{1}H + ^{A}_{Z}He$ — 0,5

- حسب قانوني الإنحفاظ لصودي نجد :

A= 7-3=4

Z =3-1 = 2

ومنه : $^{1}_{0}n + ^{6}_{3}Li \rightarrow ^{3}_{1}H + ^{4}_{2}He$

-2 حساب طاقة الربط $E_l(^{6}_{3}Li)$:

$$E_l(^{6}_{3}Li) = [3\,m_p + (6-3)m_n - m(^{6}_{3}Li)] \times C^2$$

= [((3.1,00728)+(3.1,00866))-6,015]×931,5

= 30,5718 MeV — 0,5

-3 ترتيب الانوية من الأقل الى الأكثر إستقرارا :

- $\frac{E_l(^{6}_{3}Li)}{A} = \frac{30,5718}{7} = 5,095\ MeV/nuc$
- $\frac{E_l(^{4}_{2}He)}{A} = 7,075\ MeV/nuc$
- $\frac{E_l(^{3}_{1}H)}{A} = 2,8233\ MeV/nuc$ — 0,75

الأكثر إستقرارا

$^{3}_{1}H$ — $^{6}_{3}Li$ — $^{4}_{2}He$ →

-4 أ- الإندماج النووي : هو تفاعل نووي مُفتعل ناتج عن إلتحام (دمج) نواتين خفيفتين لتشكيل نواة أثقل وإنتاج — 0,25

ب- الطاقة المحررة من تفاعل الإندماج :

$$E_{lib} = E_l(final) - E_l(intial) =$$

$$=[\,E_l(^{3}_{1}H) + E_l(^{2}_{1}H)] - E_l(^{4}_{2}He)$$

= [8,47+2,23]-28,3 = −17,6 MeV — 0,5

ت - الطاقة الكلية عندما تتشكل 75 g من الهيليوم :

$$E'_{lib} = E_{lib(T)} = N \times E_{lib}$$

$$N = \frac{N_A \times m}{M} = \frac{6,02 \times 10^{23} \times 75}{4} = 1,129 \times 10^{25} noy$$ — 0,5

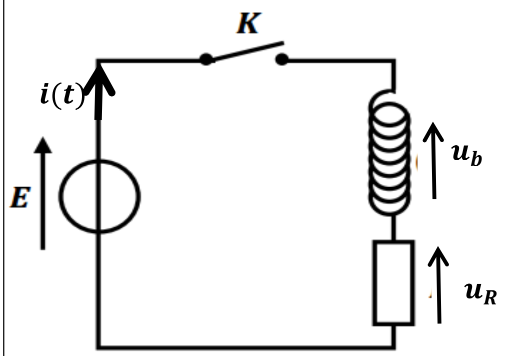
$$E'_{lib} = 1,129 \times 10^{25} \times 17,6 =$$

$$=1,98 \times 10^{26} MeV = 3,168 \times 10^{13}\ J$$

الجزء الثانى(دراسة ثنائى القطب RL) :

-1 رسم تخطيطي للدارة الكهربائية : — 0,75

النقاط



-2 إيجاد المعادلة التفاضلية للتيار :

حسب قانون جمع التوترات : $U_b + U_R = E$

$u_R(t) + u_b(t) = E$. $Ri + ri + L\frac{di}{dt} = E$. — 0,5

$$(R+r)i + L\frac{di}{dt} = E$$

$\frac{di}{dt} + \frac{(R+r)}{L}i = \frac{E}{L}$ وحيث $\tau = \frac{L}{R+r}$.

-3 إيجاد قيمة الثوابت τ و I_0 :

بالشتقاق نجد : $\frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$

بتعويض قيمتي $i(t)$ و $\frac{di}{dt}$ في المعادلة التفاضلية نجد :

$$\left(\frac{1}{\tau} - \frac{(R+r)}{L}\right)I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{(R+r)}{L}I_0 = \frac{E}{L}$$

ومنه : $\begin{cases} \tau = \frac{L}{R+r} \\ I_0 = \frac{E}{R+r} \end{cases}$ — 0,25 — 0,25

إثبات أن عبارة التوتر تُكتب بالشكل :

$$u_b(t) = rI_0 + RI_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$ — 0,25

لدينا : $U_b(t) = L\frac{di}{dt} + r \times i(t)$, بتعويض $i(t)$ نُثبت المطلوب .

-4 إيجاد قيمة الثوابت :

- إيجاد قيمة ثابت الزمن : من البيـــــــــان :

بالاسقاط نجد $U_b(\tau) = 0,37 \times 6 = 2,22\ V$:

$$\tau = 10\ ms$$ — 0,25

- المقاومة الداخلية r : حسب قانون جمع التوترات :

$$U_b(\infty) + U_R(\infty) = E$$

$$rI_0 + RI_0 = E$$ — 0,25

- ولدينا من البيان في النظام الدائم : rI_0=1 V و

من المعطيات E=6V أي $R = 100\,\Omega$:

$1 + RI_0 = 6$ معناه : $I_0 = 0,05\ A$

- ذاتية L : بالتعويض في عبارة τ نجد L=1,2 H — 0,25

$$rI_0 = 1 \rightarrow r = 20\ \Omega$$ — 0,25

التمرين 02 (07 نقاط)

1- قوانين كبلر الثلاث :

- **القانون الأول لكبلر** : إن الكواكب تتحرك وفق مدارات إهليليجية تمثل الشمس إحدى محرقيها — 0,5
- **القانون الثاني لكبلر** : المستقيم الرابط بين الشمس والكوكب يمسح مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية — 0,5
- **القانون الثالث لكبلر** : إن مربع الدور يتناسب مع مكعب البعد المتوسط للكوكب عن الشمس . — 0,5

$$\frac{T^2}{r^3}=K=\frac{4\pi^2}{GM}$$

0,5
- نعم القانون الأول مُحقق من الشكل : نلاحظ أن مدارات الكواكب الثلاث إهليليجية والشمس تقع في أحد المحرقي هذا المدار .

2- بالاعتماد على قانون كبلر الثالث وتطبيقه على الأرض نحسب قيمة هذه النسبة :

$$\frac{T^2}{r^3}=\frac{(3,16\times10^7)^2}{(1,50\times10^8\times10^3)^3}=$$

0,5
$$=\mathbf{2,958696\times10^{-19}\,s^2/m^{-3}}$$

- الآن نطبق قانون كبلر الثالث على المريخ :

$$\frac{T_B^2}{r^3}=\mathbf{2,958696\times10^{-19}}$$

نجد :

$$T_B^2=2,958696\times10^{-19}\times(2,28\times10^8\times10^3)^3$$

0,5
$$\mathbf{T_B=59217823,71\ s}$$
$$\mathbf{=5,92\times10^7 s}$$
$$\mathbf{=685,4\ ans}$$

أي أن المريخ يحتاج *685,4* سنة لكي يدور دورة واجدة حول الشمس .

- الآن نطبق قانون كبلر الثالث على كوكب المشتري :

0,5
$$\frac{(37,40\times10^7)^2}{a_c{}^3}=\mathbf{2,958696\times10^{-19}}$$

$$a_c{}^3=\frac{(37,40\times10^7)^2}{2,958696\times10^{-19}}=4,7276\times10^{35}$$

$$a_c=\sqrt[3]{4,7276\times10^{35}}=\mathbf{7,79\times10^{11}m}$$

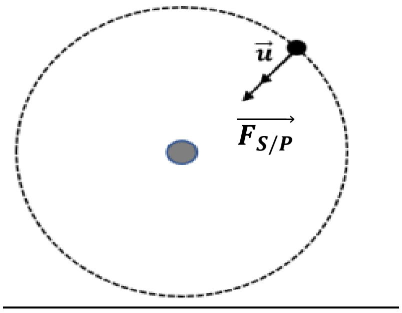
779 مليون كلم وهي تمثل بالتقريب 5 أضعاف مدار الأرض حول الشمس *(5,2)* مرة

3- تمثيل القوة التي تأثر بها الشمس :

نرمز للشمس بــ S (le Soleil)

نرمز للكوكب بــ p (planète)

ونرمز للأرض بــ T (la Terre)

0,5


0,5
-1-3 *عبارة شدة القوة* : حسب القانون الثالث لنيوتن

$$\overrightarrow{F_{S/P}}=\frac{G\times M_S\times m_p}{r^2}$$

0,5
-3-2 حساب كتلة الشمس :

بالتعويض في العلاقة السابقة نجد :

$$F_{S/T}=\frac{G\times M_S\times m_p}{r^2}\rightarrow$$

$$3,56\times10^{22}=\frac{6,67\times10^{-11}\times M_S\times6\times10^{24}}{(1,5\times10^{11})^2}$$

ومنه : $\mathbf{M_S=2,001\times10^{30}\ Kg}$

-1-4 العلاقة :

حسب القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum\overrightarrow{F_{ext}}=m_T\times\overrightarrow{a_G}$$

0,5
$$\overrightarrow{F_{S/T}}=m_T\times\overrightarrow{a_G}$$

بالاسقاط على الناظم : $F_{S/T}=m_T\times a_G$

وبالمساواة مع قيمة القوة من القانون الثالث لنيوتن :

$$m_T\times a_G=\frac{G\times M_S\times m_T}{r^2}$$

$$a_G=\frac{G\times M_S}{r^2}$$

(العبارة النظرية) $a_G=(G\times M_S)\times\frac{1}{r^2}$

(عبارة α) $\alpha=G\times M_S$

-2-4 العبارة البيانية التي يترجمها البيان : البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل :

0,5
$$a_G=\tan\alpha\times\frac{1}{r^2}=\frac{14\times10^{-3}}{10,45\times10^{-23}}\times\frac{1}{r^2}$$

(المعادلة البيانية) $a_G=1,339\times10^{20}\times\frac{1}{r^2}$

Nafouz

3-4- بالمطابقة بين العلاقتين النظرية والبيانية نجد :

$$\begin{cases} a_G = (G \times M_S) \times \dfrac{1}{r^2} \\ a_G = 1,339 \times 10^{20} \times \dfrac{1}{r^2} \end{cases}$$

0,5 نجد : $G \times M_S = 1,339 \times 10^{20}$

أي : $M_S = \frac{1,339\times10^{20}}{6,67\times10^{-11}} =$

$= 2,007\times10^{30} Kg$

0,5 4-4- **القيمة تتوافق** لكن بإرتياب كبير ناتج عن الفواصل التي تُهمل وتُقرب مضروبة في أسس كبيرة جداااا .

التمرين التجريبي : (07 نقاط)

الجزء الأول :

0,5 1- معادلة إنحلال الحمض في الماء وجدول التقدم :

$$C_3H_6O_{3(aq)} + H_2O_{(l)} = C_3H_5O^-_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

0,5

التقدم	الحالة	$C_3H_6O_{3(aq)}$	$+ H_2O_{(l)} =$	$C_3H_5O_3^-$	$+ H_3O^+_{(aq)}$
$x = 0$	الإبتدائية	c_1V_1	بزيادة	0	0
$x(t)$	الانتقالية	$c_1V_1 - x$	بزيادة	x	x
x_f	النهائية	$c_1V_1 - x_f$	بزيادة	x_f	x_f

2- حساب التقدم النهائي :

0,5

$$x_f = [H_3O^+]_f V_T = 10^{-pH} \times 500 \times 10^{-3}$$
$$= 10^{-2,44} \times 0,5$$
$$= 1,81 \times 10^{-3} mol$$
$$= 1,81 mmol$$

3- حساب قيمة الـــ pKa :

01

$$Ka = \frac{[\text{الأساس}]_f \times [H_3O^+]_f}{[\text{الحمض}]_f}$$
$$= \frac{[C_3H_5O_3^-]_f \times [H_3O^+]_f}{[C_3H_6O_3]_f}$$
$$= \frac{[H_3O^+]_f \times [H_3O^+]_f}{c_1 - [H_3O^+]_f}$$
$$= \frac{(10^{-pH})^2}{c_1 - 10^{-pH}} = \frac{(10^{-2,44})^2}{0,1 - 10^{-2,44}} =$$
$$= 1,368 \times 10^{-4}$$

ومنه :

$$pKa = -\log Ka = -\log(1,368 \times 10^{-4})$$

$$pKa(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-) = 3,86$$

الجزء الثاني :

1- المعادلة :

0,5

$$C_3H_6O_{3(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow C_3H_5O^-_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

2- *عند نقطة التكافؤ تتحقق الشروط الستوكيومترية :*

$$n_A = n_B \quad \rightarrow \quad c_A . V_A = c_B . V_{BE}$$

0,5

$$c_A = \frac{2 \times 10^{-2} \times 28,3 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}}$$
$$= 5,66 \times 10^{-2} mol/l$$

بالضرب في معامل التمديد :

0,5

$$c_0 = 5,66 \times 10^{-2} \times 100$$
$$= 5,66\ mol/l$$

3- حساب درجة النقاوة :

$$c_0 = \frac{10 \times P \times d}{M}$$

01 معناه

$$P = \frac{c_0 \times M}{10 \times d} = \frac{c_0 \times M}{10 \times \frac{\rho}{\rho_{eau}}}$$
$$= \frac{5,66 \times 90}{10 \times \frac{1,13}{1}} = 45,08\%$$

الجزء الثالث :

0,5 1- من البيان : $t_{\frac{1}{2}} = 10s$ وهي توافـــــــــق $x_{\frac{1}{2}} = 3mmol$ معناه : $x_f = 6mmol$

2- حساب السرعة الحجمية :

0,5

$$v_{vol(0)} = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}\Big|_{t=0} = \frac{1}{10 \times 10^{-3}} \frac{(4-0)10^{-3}}{5-0}$$

$$v_{vol(0)} = 0,8 \times 10^{-3} mol/L.s$$

3- ***تزيد السُرعة الحجمية بزيادة الحرارة (عامل حركي)***	0,5
- **<u>التفسير على المستوى المجهري :</u>** زيادة درجة الحرارة يزيد من حركية الأفراد الكيميائية داخل المحلول ومنهُ تزيد التصادمات والتصادمات الفعالة الأمر الذي يؤدي الى زيادة سرعةالتفاعل	0,5