الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية — ثانوية أحمد البيروني – مغنية-

امتحان تجريبي لبكالوريا التعليم الثانوي — دورة :2022

الشعبة : رياضيات , تقني رياضي

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية — المدة 04 سا و 30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الأتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (04) صفحات (من الصفحة 1 من 8 الى 4 من 8)

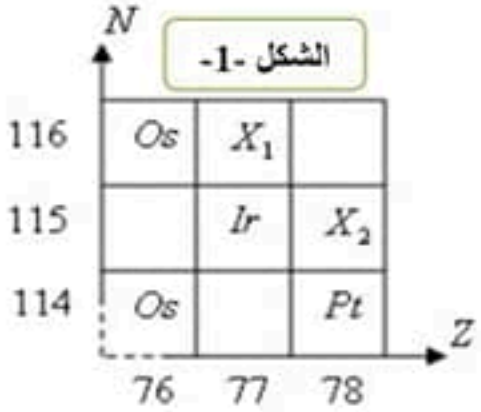
الجزء الأول :(14 نقطة)

التمرين الأول (05 نقاط) :

الايريديوم 192 مصدر مشع يستعمل في المجال الصناعي من بين استخداماته التأكد من سلامة ظروف لحام الأنابيب المعدنية و ذالك عن طريق جهاز تعتمد تقنيته على النشاط الاشعاعي .تحصلت وحدة صناعية على كبسولات الايريديوم المشع المستعمل في هذا الجهاز مصحوبة بوثيقة تقنية **الشكل -2-** و في ظروف غامضة اختفت هذه الكبسولة , مما اثار تساؤلات حول اخطار الاشعاع النووي و ظروف صيانة المواد المشعة داخل الوحدة الصناعية.

يمثل **الشكل-1-** جزء من مخطط سيقري.

الشكل -1-



1- عين كل من النواتين X_1 و X_2 ثم عرف النواة المشعة و اذكر خصائص النشاط الاشعاعي.

2- تعطى معادلة تفكك الايريديوم 192: $^{192}_{77}Ir \rightarrow {}^{A}_{Z}X_3 + \beta^- + \gamma$

أ) علل إنبعاث الاشعاع γ

ب) استنتج النواة المتولدة X_3 .

3- اوجد m_0 كتلة عينة الايريديوم الموجودة في الكبسولة لحظة انتاجها.

4- بين أن نشاط عينة الايريديوم يكتب كل لحظة t على الشكل:

$$A_{(t)} = \frac{A_0}{2^{\left(\frac{t}{t_{1/2}}\right)}}$$

5- علما أن المدة الزمنية بين لحظة انتاج عينة الايريديوم و لحظة اختفائها من الوحدة الصناعية هي سنة واحدة

* حدد نشاط عينة الايريديوم 192 في الكبسولة لحظة اختفائها.

6- نفترض ان جسم الانسان لا يتحمل الا جرعات مشعة من الايريديوم ذات نشاط اشعاعي أقل من القيمة الحدية $A_L=10^4\,Bq$

* اوجد اللحظة التي أصبح فيها نشاط الكبسولة حديا .و ذالك باعتبار لحظة إنتاج العينة مبدأ الازمنة t=0

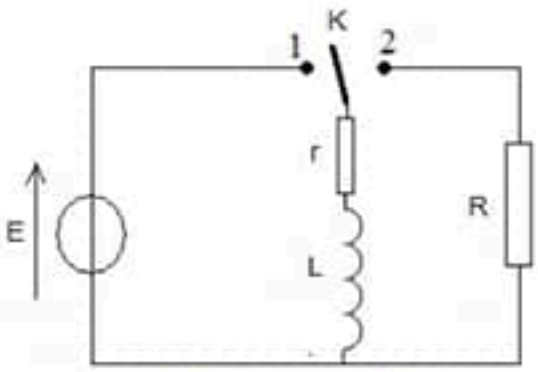
الشكل -2-

التمرين الثاني(05 نقاط):

نربط مولد قوته المحركة الكهربائية $E = 6\,V$ و مقاومته الداخلية مهملة على التسلسل مع وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية $r = 10\,\Omega$ ، نربط مع المجموعة و على التفرع ناقلا أوميا مقاومته R .تنمذج الدارة الكهربائية المتحصل عليها **بالشكل -3-**

I- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$.

1- أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التيار الكهربائي المار في الدارة .



الشكل -3-

2- أحسب شدة التيار الكهربائي المار في الدارة عند الحصول على النظام الدائم I_p .

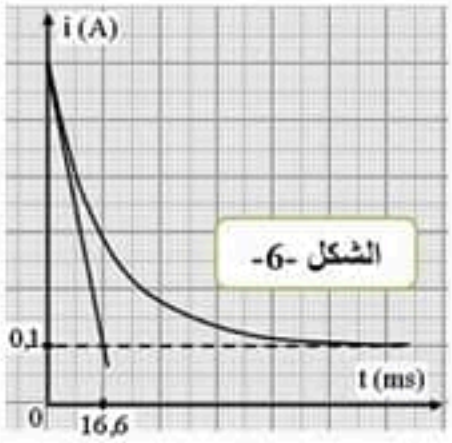
II- في لحظة زمنية نعتبرها كمبدأ جديدا للأزمنة نضع البادلة في الوضع (2)

1- ما هو تأثير الوشيعة على انقطاع التيار الكهربائي في الدارة .

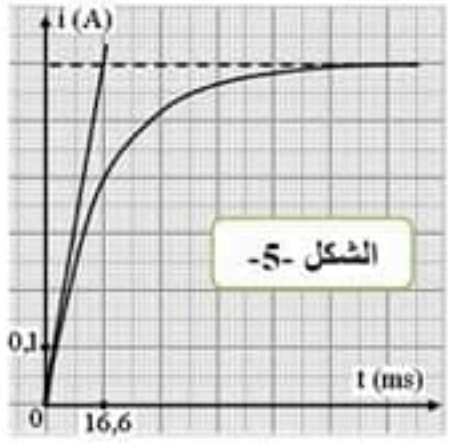
2- تمثل الدالة $i(t)=\frac{E}{R+r}+\left(I_p-\frac{E}{R+r}\right)\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

من أجل $t \geq 0$ عبارة شدة التيار الكهربائي المار في الدارة عند وضع البادلة في الوضع (2)، حيث $\tau=\frac{L}{R+r}$.

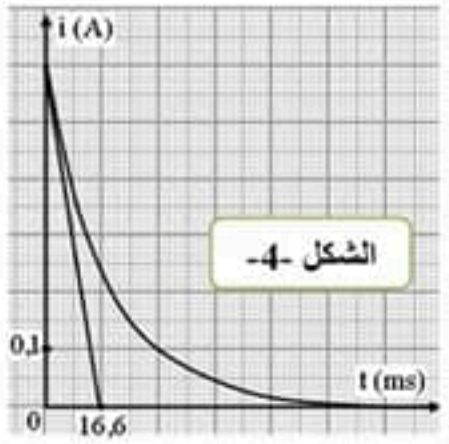
يمثل أحد المنحنيات الموالية التمثيل البياني للدالة $i(t)$.



الشكل -6-



الشكل -5-



الشكل -4-

أ- اختر مع التعليل المنحنى الموافق للدالة $i(t)$.

ب- أوجد من المنحنى البياني الموافق للدالة $i(t)$ قيمة المقاومة R .

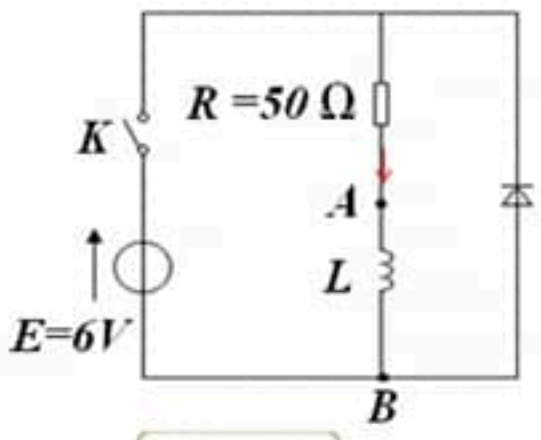
جـ- استنتج من المنحنى قيمة ثابت الزمن لثنائي القطب المتشكل و اثبت ان له بعد زمني.

د- أوجد قيمة ذاتية الوشيعة .

و- أعط عبارة الطاقة التي تلقتها الوشيعة ثم أحسب قيمتها الاعظمية.

III) نحقق تركيب اخر يتكون من قاطعة K و وشيعة مثالية ، ونفس العناصر السابقة من المولد E و المقاومة R كم هو موضح في **الشكل-7-**

في في البداية، نعتبر أن القاطعة قد أغلقت من وقت طويل و في اللحظة $t=0$ نفتح القاطعة K .



الشكل-7-

1- ماهو دور الصمام الضوئي.

ب) تعطى عبارة شدة التيار المار في الدارة من الشكل التالي:

$$i(t)=\frac{E}{R}e^{-\frac{R}{L}t}$$

* استنتج عبارة $u_{AB}(t)$.

2- ارسم كيفيا منحنى تطور التوتر الكهربا u_{AB} بي بدلالة الزمن

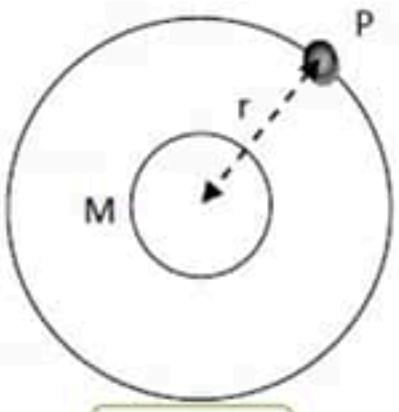
3- استنتج قيمة ثابت الزمنτ

4- اثبت ان المماس الذي يشمل المبدأ يقطع محور الفاصل عند اللحظة $t=\tau$

التمرين الثالث (04 ن) :

المريخ Mars (M) هو الكوكب الرابع في البعد عن الشمس ويعتبر كوكبا صخريا شبيها بالارض و يدعى كذلك بالكوكب الاحمر نسبة إلى أكسيد الحديد الثلاثي الموجود على سطحه وفي جوه.

يملك كوكب المريخ قمران: ديموس وفوبوس يدوران حوله في حركة دائرية كماهو موضح في **الشكل-8-** ، و لإعتقاد العلماء أن هذا الكوكب يحتوي على الماء قاموا بوضع محطة لأجهزة الاتصالات مع الارض على أحد أقمار هذا الكوكب وهو فوبوس **phobos (p)** .



الشكل -8-

1- ماهو المرجع المناسب لهذه الدراسة ؟عرفه .
2- مثل على الشكل القوة التي يطبقها كوكب المريخ M على قمر فوبوس .
3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن حركة مركز عطالة هذا القمر دائرية منتظمة.
4- استنتج عبارة سرعة دوران القمرp حول المريخ M.
5- جد عبارة دور حركة القمر T_p حول المريخ بدلالة المقادير: r , G و m_M .
6- أذكر نص القانون الثالث لكبلر و بين أن النسبة:

$$\frac{T_p^{\,2}}{r^3} = 9{,}21 \times 10^{-13} s^2.m^{-3}$$

7- استنتج قيمة T_p
8- أين يجب وضع محطة الاتصالات (s) لتكون مستقرة بالنسبة للمريخ؟ وما قيمة دور Ts المحطة في مدارها حينئذ؟
يعطى: كتلة المريخ $m_M = 6{,}44\ 10^{23}$ Kg ، المسافة بين القمر و المريخ $r = 9{,}38\ 10^{3}$ Km
ثابت الجذب الكوني $G = 6{,}67\ 10^{-11}$ N.m².Kg⁻² ، دور حركة المريخ: T_M = 24 h 37min 2,2 s

الجزء الثاني: (06 نقاط)

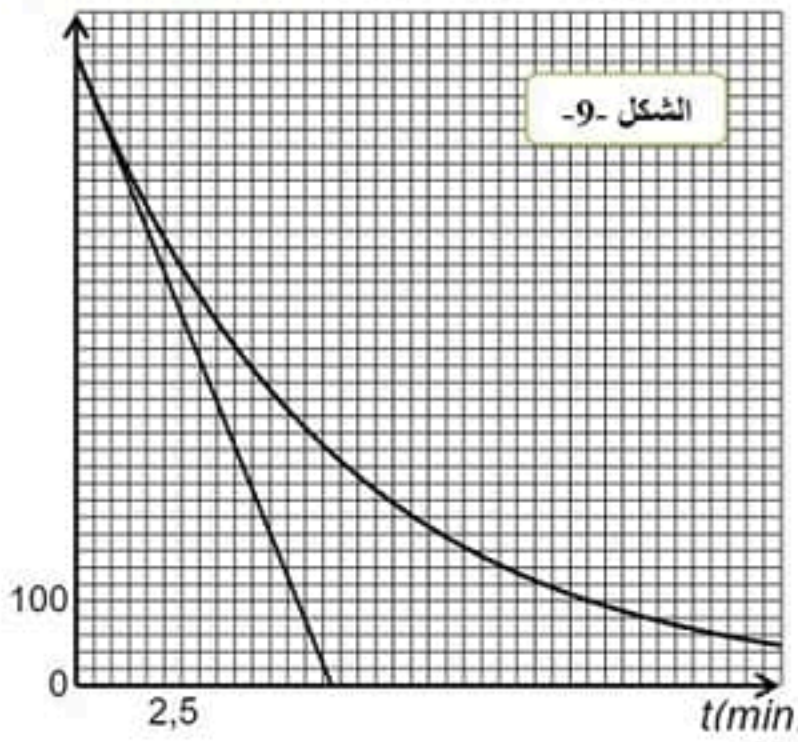
التمرين التجريبي: (06 نقاط):

يتناول التمرين جزئين I وII ، يهدف الجزء I إلى المتابعة الزمنية لتحول كيميائي والجزء II لدراسة عمود كهربائي .

I) لدراسة حركية التفاعل الكيميائي البطيء والتام الحادث بين محلول حمض كلور الماء و معدن الألمنيوم الذي ينمذج بمعادلة التفاعل التالية :

$$2Al_{(s)} + 6H_3O^+_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

عند اللحظة $t = 0$ وفي درجة الحرارة $25°C$ نضع في دورق حجما $V=200mL$ من حمض كلور الماء $(H_3O^+ , Cl^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي C و نضيف إليه كتلة $m = 1{,}62g$ من مسحوق الألمنيوم $Al_{(s)}$. سمحت المتابعة الزمنية برسم المنحنى البياني:$[H_3O^+]=f(t)$ الموضح في **الشكل-9-**



الشكل -9-

1- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع
ثم حدد الثنائيتين Ox/Red الداخلتان في التفاعل .
2- أ- استنتج التركيز المولي الابتدائي C لحمض كلور الماء.
ب- حدد قيمة كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات.
جـ - انشئ جدولا لتقدم التفاعل .
د - حدد قيمة التقدم الأعظمي .
3- بين أن عند اللحظ $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل تتحقق العبارة:

$$\left[H_3O^+\right]_{t_{1/2}} = \frac{c}{2}$$

ثم استنتج قيمة $t_{1/2}$
4- بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل : $V_{vol}(t) = -\frac{1}{6}.\frac{\left[H_3O^+\right]}{dt}$ ، ثم أوجد قيمتها عند اللحظة $t = 0$

تعطى: $M(Al)=27\ g/mol$

II) تعتبر الأعمدة الكهربائية ضرورية لتشغيل بعض الأجهزة الكهربائية من أجل ذلك يتم دراسة العمود : ذهب - ألمنيوم .

معطيات:

- كتلة الجزء المغمورمن صفيحة الألمنيوم في الحالة الابتدائية : $m_0(Al)=2.7g$.
- كتلة الجزء المغمور من صفيحة الذهب في الحالة الابتدائية : $m_0(Au)=1.97g$
- الكتلة المولية الذرية : $M(Al)=27\ g.mol^{-1}$, $M(Au)=197\ g.mol^{-1}$
- ثابت فراداي: $1F=96500\ C.mol^{-1}$
- ثابت التوازن $K=1,5 . 10^{161}$ لمعادلة التفاعل:

$$Al_{(s)} + Au^{3+}_{(aq)} = Al^{3+}_{(aq)} + Au_{(aq)}$$

من أجل انجاز عمود كهربائي الموضح في **الشكل-10-** نغمرصفيحة من الألمنيوم في بيشر يحتوي على حجم $V_1=200ml$ من محلول مائي لكبريتات الألمنيوم $(2Al^{3+},3SO_4^{2-})_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_1=1mol.L^{-1}$ و صفيحة من الذهب في بيشر ثاني يحتوي على حجم $V_2=200ml$ من محلول مائي لكبريتات الذهب $(2Au^{3+},3SO_4^{2-})_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_2=0,05mol.L^{-1}$. نوصل المحلولين بجسر ملحي من كبريتات الصوديوم $(2Na^{+},SO_4^{2-})_{(aq)}$.

1- أ- أوجد قيمة كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$.

ب - حدد جهة التطور التلقائي للجملة الكيميائية خلال اشتغال العمود مع التعليل .

2- أ- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع .

ب - مثل الرمز الاصطلاحي للعمود المدروس.

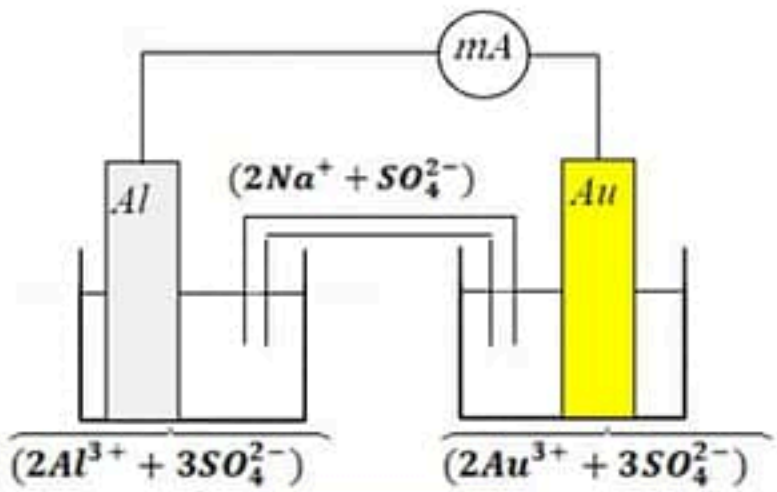
3- خلال اشتغال العمود يولد تيار كهربائي مستمر شدته $I=30mA$ خلال مدة زمنية $\Delta t=20min$

أ- أنشيء جدولا لتقدم التفاعل الحادث في العمود.

ب - أوجد قيمة كمية الكهرباء Q التي ينتجها العمود خلال المدة الزمنية Δt السابقة .

جـ - استنتج قيمة تقدم التفاعل x خلال المدة الزمنية Δt السابقة .

4- أوجد قيمة التغيرفي كتلة صفيحة الذهب Au خلال المدة الزمنية Δt السابقة .



الشكل -10-

انتهى الموضوع الاول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (04) صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى الصفحة 8 من 8)

الجزء الأول:(14 نقطة)

التمرين الأول:(06 نقاط)

يتميز حمض البوتانويك ذو الصيغة الجزيئية نصف مفصلة $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$ برائحة خاصة يؤدي تفاعله مع الميثانول $CH_3\text{-}OH$ الى تكون مركب عضوي E رائحته طيبة و طعمه لذيذ، يستعمل في الصناعات الغذائية و العطرية.

المعطيات:

* كل القياسات تمت عند 25°C و الجداء الشاردي للماء $\mathbf{K_e=10^{-14}}$
* نرمز لحمض البوتانويك بـ AH و اساسه المرافق بـ A^-.

1- دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء:

نحضر محلولا مائيا لحمض البوتانويك تركيزه $\mathbf{C_A=0.01\ mol/L}$ و حجمه V_A .نقيس pH المحلول (S_A) فنجده **pH=3.41** .

1- أنشئ جدول تقدم التفاعل عند حالة التوازن

$$\mathbf{AH_{(aq)} + H_2O = H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}}$$

2- أعطي عبارة تقدم التفاعل X_{eq} عند التوازن بدلالة V_A و $[H_3O^+]_{eq}$ (تركيز شوارد الهيدرونيوم عند التوازن).

3- اوجد عبارة τ_f نسبة التقدم النهائي عند التوازن بدلالة pH و C_A،ثم احسب قيمتها.ماذا تستنتج ؟

4- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_A للثنائية (AH / A^-) بدلالة τ_f و C_A ,ثم استنتج قيمة pK_A

- دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول $CH_3\text{-}OH$:

ينتج عن تفاعل حمض البوتانويك مع الميثانول مركب عضوي E و الماء، ننمذجه بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$\mathbf{CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + CH_3\text{-}OH = CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}CH_3 + H_2O}$$

1- اذكر اسم المجموعة التي ينتمي اليها المركب E و اعط اسمه.

2- نسكب في حوجلة , موضوعة في ماء مثلج $\mathbf{n_1=0.1mol}$ من حمض البوتانويك و $\mathbf{n_2=0.1\ mol}$ من الميثانول و قطرات من حمض الكبريت المركز و قطرات من الفينول فتالين ، فنحصل على خليط حجمه **V=400mL** .

* لماذا نستعمل الماء المثلج ، ما هو دور حمض الكبريت في هذا التفاعل ؟ ودور الكاشف فينول فتالين؟

3- لتتبع تطور هذا التفاعل نسكب في 10 أنابيب نفس الحجم من الخليط ، و نحكم إغلاقها و نضعها في حمام مائي درجة حرارته ثابتة 100°C .في اللحظة t=0 نخرج الانبوب الاول ونضعه في ماء مثلج ثم نعاير الحمض المتبقي في الانبوب بواسطة محلول لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C=1mol/L$ وهكذا مع باقي الانابيب في لحظات مختلفة .

تكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للمعايرة كما يلي : $\mathbf{AH_{(aq)} + OH^-_{(aq)} = A^-_{(aq)}\ H_2O_{(liq)}}$

أ) بين أنه يمكن التعبير عن تقدم تفاعل الاسترة في كل لحظة بالعلاقة:

$$\mathbf{X(mol) = 0.1 - 10\ .\ C\ .\ V_{Beq}}$$

حيث V_{Beq} :حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للتكافؤ في كل أنبوب.

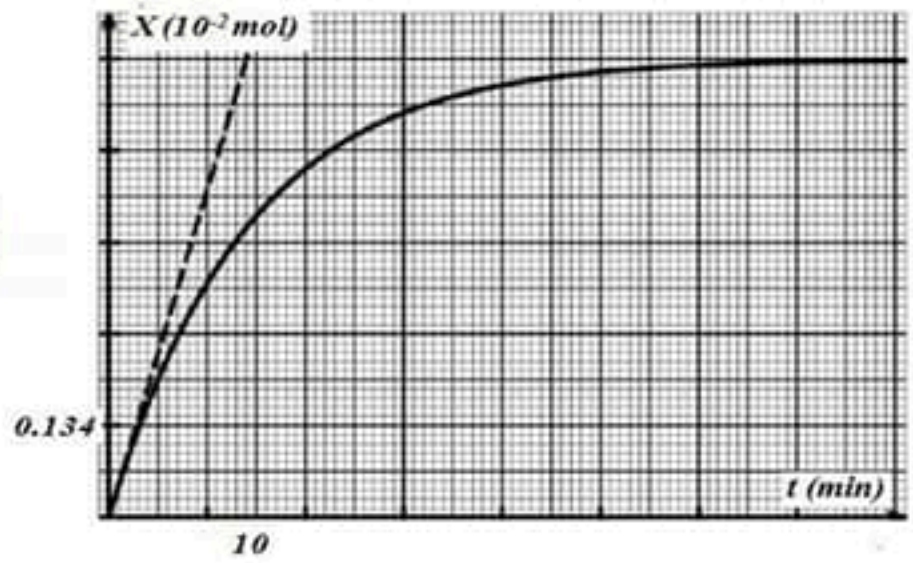
4- المنحنى البياني- الشكل1- يمثل تغيرات التقدم x لتفاعل الاسترة بدلالة الزمن.

اعتمادا على المنحنى :أوجد

أ) التقدم النهائي x_f ثم احسب مردود الاسترة.

ب) زمن نصف تفاعل الاسترة $t_{1/2}$.

ج) السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين **t=0** ثم **t=50min**. ماذا تستنتج



الشكل -1-

التمرين الثاني:(04 نقاط)

تنشطر نواة $^{239}_{94}Pu$ إثر قذفها بنيترون الى نواتين اليود $^{135}_{53}I$ و $^{102}_{41}Nb$ وعددا x من النوترونات .يمكن نمذجة هدا التفاعل بالمعادلة : $^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{135}_{Z}I + ^{102}_{41}Nb + x\ ^{1}_{0}n$

1- عرف تفاعل الانشطار .

2- بتطبيق قوانين الإنحفاظ حدد العددين Z و x .

3- الجدول التالي يعطى قيم طاقة الربط لكل نوكليون لأنوية مختلفة .

رمز النواة	$^{239}_{94}Pu$	$^{4}_{2}He$	$^{135}_{Z}I$	$^{3}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{102}_{41}Nb$
$E_{\ell/nucl}(Mév/nucl)$	7.556	7.074	8.383	2.826	1.112	8.504

أ) رتب الأنوية المعطاة في الجدول حسب تناقص تماسكها .

ب) احسب مقدار النقص الكتلي لهدا التفاعل بوحدة الكتل الدرية uma .

جـ) استنتج الطاقة المتحررة عن تفاعل الانشطار السابق بوحدة الـ $Mév$.

د) عين الطاقة المتحررة عن انشطار $1g$ انوية **البلوتونيوم** $^{239}_{94}Pu$.

4- في تفاعل من نوع أخر تتفاعل نواة الديتريوم $^{2}_{1}H$ مع نواة التريسيوم $^{3}_{1}H$ معطيتا نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$.يمكن نمدجة هدا التحول بالمعادلة : $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{A}_{Z}X$

أ) اكتب معادلة التفاعل ، محددا A و Z ..

ب) الطاقة المحررة عن تفاعل الاندماج تقدر حوالي $17,04\ Mév$

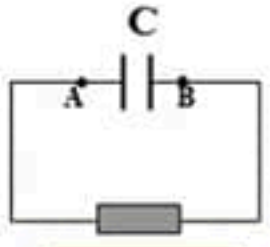
جـ) عين الطاقة المتحررة عن اندماج $1g$ انوية الديتريوم .

د) أحسب كتلة البترول التي تحرر نفس الطاقة السابقة لكلا التفاعلين السابقين علما أن $1Kg$ من البترول يعطي عند حرقه طاقة حرارية قدرها $42MJ$. ماذا تستنتج ؟

تعطى: $1u=931.5Mév/c^2$, $N_A=6.02.10^{23}mol^{-1}$, $1Mév=1.6.10^{-13}J$

$m_n = 1,00866\mu$ / $m_{Pu} = 239,05216\mu$ / $m_I = 134,91004$ / $m_{Nb} = 101, 89554\mu$

التمرين الثالث:(06 نقاط)



الشكل -2-

I) مكثفة مشحونة بواسطة مولد يعطي توترا ثابتا E لبوساها A ، B

يحمل اللبوس A شحنة $q_A = -1.2\ mC$.

1- ما هي الشحنة التي يحملها اللبوس **B** ؟

2- ما هي إشارة التوتر U_{AB} ؟

3- نصل لبوسي المكثفة بناقل أومي مقاومته R كما بالشكل-2- :

أ) حدّد على الشكل اتجاه حركة الالكترونات في الناقل الأومي .و الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي .

ب) اوجد المعادلة التفاضلية بدلالة شدة توتر الكهربائي بين طرفي المكثفة U_C .

جـ) يعطى حل المعادلة من الشكل : $U_C = Ee^{\frac{-t}{\tau}}$ اثبت انها حل للمعادلة التفاضلية

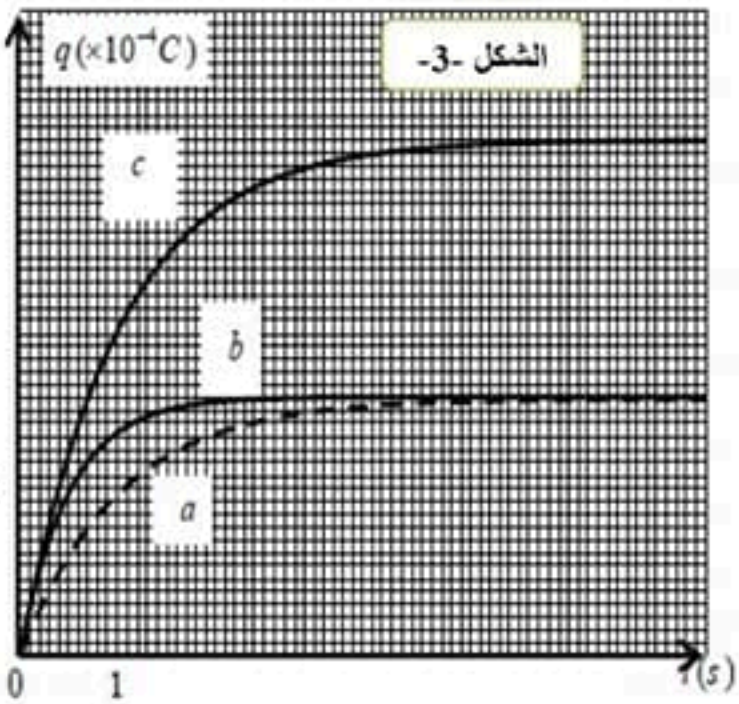
د) أثناء تفريغ المكثفة في الناقل الأومي يعطى تغير $\ln u_{AB}$ بدلالة الزمن **t** بالعلاقة :

$$\mathbf{Ln\ u_{AB} = -\ 50\ t + 1.6}$$

* أوجد كل من ثابت الزمن τ و القوة المحركة للعمود E . استنتج سعة المكثفة C .

4-اوجد العبارة الزمنية للطاقة المخزنة ثم احسب قيمتها الاعظمية.

5-احسب قيمة الطاقة المحولة بفعل الجول عند اللحظة $t = \tau$.



الشكل -3-

II) نكرر التجربة السابقة وهي شحن المكثفة بتغير المقادير المميزة للدارة
كما هو موضح في الجدول اسفله.فتتحصل على المنحنيات الموضحة في الشكل-3-
*انسب كل منحنى بالتجربة الموافقة مع التعليل؟

التجربة	$R(K\Omega)$	$C(\mu F)$	$E(V)$
1	10	100	6
2	10	50	6
3	10	100	3

الجزء الثاني:(06 نقاط)

التمرين التجريبي :(06 نقاط)

I) كرة مطاطية مملوءة بغاز ثنائي أكسيد الكربون (CO_2) كتلتها (m) ونصف قطرها $r = 10\ cm$. حيث نهمل كتلة المطاط امام كتلة الغاز.

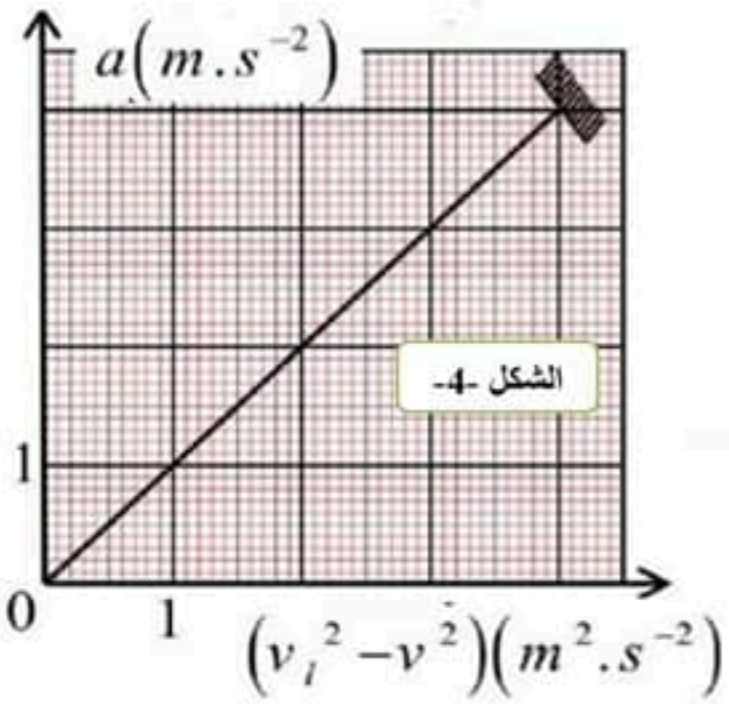
عند اللحظة $t = 0$ نترك هذه الكرية تسقط بدون سرعة إبتدائية شاقولية من ارتفاع h عن سطح الأرض في جو هادئ تخضع الكرة أثناء سقوطها الى قوة إحتكاك $\vec{f}$ عبارة شدتها من الشكل $f = k.\ V^2$ و دافعة أرخميدس.

ننسب حركة الكرة لمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مرتبط بمحور شاقولي موجه نحو الاسفل ($\overrightarrow{Oz}$) .

1- تكتسب الكرة بعد مدة زمنية سرعة حدية (V_l) . بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن المعادلة التفاضلية لسرعة الكرة

تكتب من الشكل التالي: $\frac{dv}{dt} = \frac{k}{m}.(v_l^2 - v^2)$

2-بواسطة تجهيز خاص و برنامج معلوماتي تمكنا من رسم المنحنى البياني الموضح في الشكل-4- المتمثل في تغيرات تسارع الكرية بدلالة $(v_l^2 - v^2)$.



أ) احسب كتلة الكرة.

ب) بالإعتماد على البيان :

1- احسب قيمة ثابت الاحتكاك k.

2-احسب قيمة a_0 التسارع الابتدائي للكرة ثم استنتج الكتلة الحجمية للهواء في شروط التجربة.

3-احسب قيمة السرعة الحدية للكرة.

3-نعيد نفس التجربة في نفس الشروط حيث نملأ الكرة بغاز ***الهيليوم He***.

أ) احسب شدة كل من دافعة أرخميدس و ثقل الكرة. ماذا تلاحظ. وماذا تستنتج؟

ب) مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة عند اللحظة $t = 0$. ثم بعد انطلاقها.

ج) احسب السرعة الحدية للكرة.

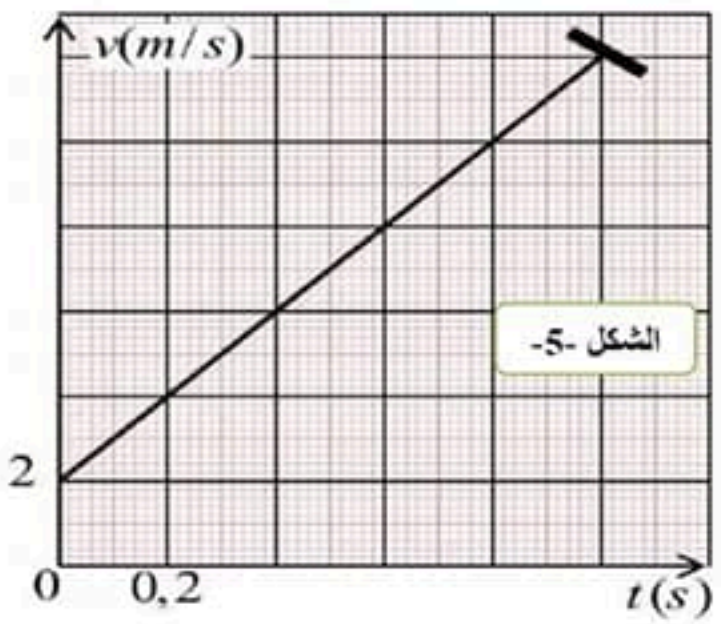
المعطيات:

$g = 10m/s^2$. ***الكتلة الحجمية :*** $\rho_{He} = 0,17Kg.m^{-3}$ / $\rho_{CO_2} = 1,87Kg.m^{-3}$ ***حجم الكرة*** $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$

II) نهمل في هذا الجزء تأثير الهواء و دافعة أرخميدس.

نقذف الكرة المطاطية السابقة المملوءة بغاز ثنائي اكسيد الكربون من نفس الارتفاع ***h*** السابق شاقوليا نحو الاسفل بسرعة ابتدائية $\vec{V_0}$ حاملها منطبق مع المحور $\vec{Oz}$. فتسقط الكرة لتلامس سطح الارض عند الموضع ***M*** بسرعة قدرها V_M عند اللحظة t_M.

بالإعتماد على الدراسة التجريبية تمكنا من رسم النحنى البياني $V=f(t)$ لتغيرات سرعة الكرة بدلالة الزمن الموضح في الشكل-5-



1- أ) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين ان العبارة الزمنية لتغيرات سرعة الكرة تكتب من الشكل: $V(t) = g.t + V_0$.

ب) استنتج العبارة الزمنية لتغيرات الفاصلة الزمنية $Z(t)$

2- بالإعتماد على البيان استنتج قيمة كل من V_0 و V_M و t_M

3- احسب قيمة الارتفاع ***h*** بطريقتين مختلفتين أحد الطرق بمبدأ انحفاظ الطاقة.

انتهى الموضوع الثاني