

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين :

الموضوع الأول

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

التمرين الأول: (3,25 نقطة)

تحتوي قارورة على محلول S_0 لحمض عضوي HA تركيزه المولي C_0 .

1. أ- اكتب معادلة انحلال الحمض HA في الماء.

ب- انشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.

ج- اكتب عبارة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل بدلالة pH المحلول و C_0 .

د- بين أن pH المحلول S_0 يُعطى بالعلاقة:

$$pH = pK_a + \log \left(\frac{\tau_f}{1 - \tau_f} \right)$$

2. لغرض تحديد التركيز المولي C_0 لهذا الحمض و التعرف على

صيغته، نُحَضِّر مجموعة محاليل ممدّدة مختلفة التراكيز المولية انطلاقا من المحلول S_0 . الشكل-1

قياس الـ pH لكل محلول سمح برسم بيان الدالة $pH = f \left(\log \frac{\tau_f}{1 - \tau_f} \right)$ (الشكل-1)

أ- اكتب عبارة الدالة الموافقة للمنحنى البياني.

ب- استنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية (HA/A^-) .

ج- حدّد النوع الكيميائي الغالب في محلول للحمض HA من أجل $\tau_f = 0,7$.

د- اعطى قياس الـ pH لأحد المحاليل الممدّدة بـ 160 مرة القيمة $pH = 4,2$. احسب قيمة التركيز المولي C_0 .

هـ- يُبين الجدول التالي قيم الثابت pK_a لبعض الثنائيات HA/A^- . تعرّف على الحمض HA الموجود في القارورة.

HA/A^-	CH_3COOH/CH_3COO^-	$HCOOH/HCOO^-$	$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	كل المحاليل مأخوذة عند
pK_a	4,8	3,8	4,2	الدرجة $25^\circ C$

التمرين الثاني: (3,5 نقطة)

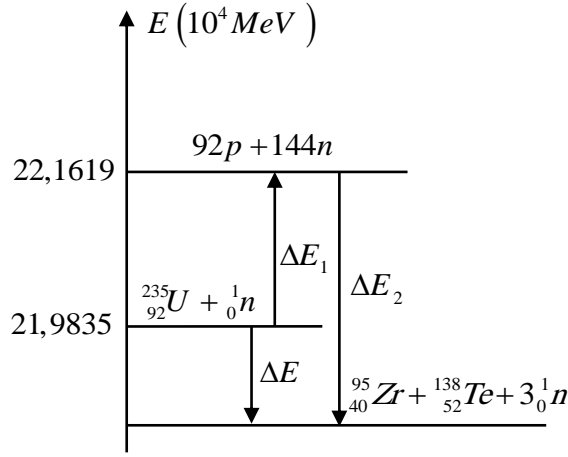
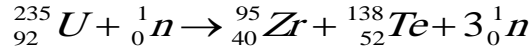
المعطيات : $m_p = 1,00728u$ ؛ $m(^{95}Zr) = 94,8861u$ ؛ $m(^{138}Te) = 137,9007u$ ؛ $m(^{235}U) = 234,9935u$

$N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ؛ $1MeV = 1,6 \times 10^{-13} J$ ؛ $1u = 931,5MeV/c^2$ ؛ $m_n = 1,00866u$

^{53}I	^{54}Xe	^{55}Cs	^{56}Ba
----------	-----------	-----------	-----------

المردود الطاقوي: $\rho = \frac{E_e}{E}$ (E_e الطاقة الكهربائية، E الطاقة المتحررة)

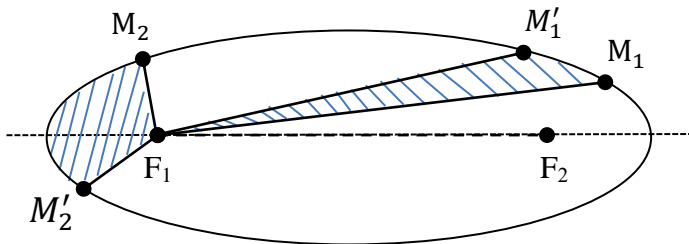
تُحرَّر مُختلف الانشطارات الممكنة لليورانيوم 235، نيوترونات و يرافق ذلك تحرير طاقة حرارية معتبرة تُؤَظَفُ لتوليد الطاقة الكهربائية، غير أن ذلك يُتبع بإنتاج نفايات إشعاعية مضرّة للإنسان و البيئة. يُمثّل أحد تفاعلات الانشطار لليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ بالمعادلة التالية:



الشكل-2

1. احسب الطاقة المتحررة عن تفاعل انشطار نواة اليورانيوم ^{235}U .
2. يمثّل الشكل-2 المخطط الطاقوي لانشطار نواة اليورانيوم 235. ماذا تمثّل فيزيائياً ΔE_1 و ΔE_2 ؟ احسب قيمتهما.
3. يُنتج مفاعل نووي يعمل باليورانيوم 235 استطاعة كهربائية $P = 30 \text{ MW}$ بمردود طاقي $\rho = 30\%$. ما هي كتلة اليورانيوم المستهلكة خلال المدة $\Delta t = 30 \text{ jours}$.
4. تتميز النواة الناتجة $^{138}_{52}\text{Te}$ بنشاط إشعاعي β^- . أ- ما المقصود بالنشاط الإشعاعي β^- ؟
ب- اكتب معادلة تفكك النواة $^{138}_{52}\text{Te}$.
5. اذكر على الأقل خطرين من مخاطر هذه الظاهرة على الإنسان والبيئة.

التمرين الثالث: (3,5 نقطة)



الشكل-3

1. يمثّل الشكل-3 مسار حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس، يستغرق الكوكب P نفس المدة الزمنية Δt في قطع المسافتين $M_1 M'_1$ و $M_2 M'_2$. أذكر نصي قانوني كيبلر الذين يمكن استخلاصهما.
2. لتبسيط الدراسة نعتبر مسارات الكواكب دائرية نصف قطرها r بحيث تقع الشمس في مركزها. يُعطي الجدول الآتي مميزات حركة بعض هذه الكواكب:

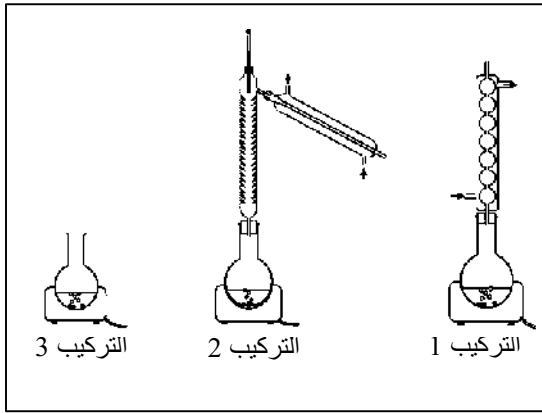
الكوكب	نصف قطر المسار $r \times 10^6 \text{ Km}$	الدور T	$\frac{T^2}{r^3} (s^2.m^{-3})$
الزهرة	108,2	224 j 16h	
الأرض	149,6	365 j 6 h	
زحل	227,9	686 j 22 h	

- أ. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكوكب P في المعلم الهيليومركزي، جدّ عبارة سرعة الكوكب بدلالة ثابت الجذب العام G ، كتلة الشمس M_S و نصف القطر r لمسار الكوكب P .
- ب. اكتب عبارة الدور T للكوكب بدلالة G ، M_S و r ، ثم استنتج عبارة القانون الثالث لـ كيبلر.
- ج. اكمل الجدول السابق، ماذا تستنتج؟
- د. احسب كتلة الشمس M_S .

هـ. تتميز حركة كوكب المشتري حول الشمس بالدور $T = 314 j 11 h$ ، أوجد البعد r لمركز المشتري عن مركز الشمس؟ يُعطى: ثابت الجذب العام $G = 6,67.10^{-11} SI$

التمرين الرابع: (3,25 نقطة)

أستر خلات البنزيل benzyl acetat سائل عديم اللون موجود في عدة زيوت زهرية مثل الجاردينيا والياسمين بنسبة تزيد عن 65%، و يستعمل لتقوية رائحة المواد والمركبات العطرية النباتية، صيغته نصف المفصلة هي $CH_3 - COO - CH_2 - C_6H_5$ و يمكن تحضيره من أسترة حمض الايثانويك CH_3COOH بالكحول البنزيلي. نضع في دورق كروي موضوع في حمام ماري مزيجا مكونا من $m = 24 g$ من حمض الايثانويك و $V = 41,6 mL$ من الكحول البنزيلي النقي السائل وقطرات من حمض الكبريت المركز.



الشكل-4

تُعطى - الكتلة الحجمية للكحول البنزيلي $\rho = 1,039 g/mL$

و كتلته المولية الجزيئية $108 g/mol$

- الكتلة المولية الجزيئية لحمض الايثانويك: $60 g/mol$

1- عين من الشكل-4 التركيب المناسب لتحضير الأستر.

2- احسب كمية المادة الابتدائية لكل من الحمض والكحول.

3- استنتج الصيغة نصف المفصلة للكحول البنزيلي وصنفه.

4- اكتب معادلة التفاعل الحادث في الدورق.

5- انشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.

6- استنتج التركيب المولي للمزيج عند حالة التوازن.

7- يمكن تحسين مردود الأسترة بعدة طرق نذكر منها:

أ- نزع الماء من المزيج السابق. علل.

ب- نستبدل في المزيج الابتدائي حمض الايثانويك بكلور الايثانويل CH_3COCl . علل.

التمرين الخامس: (3,5 نقطة)

يتألف نواس مرن من نابض مرن مهمل الكتلة، حلقاته غير متلاصقة محوره أفقي، ثابت مرونته k و نهايته A مقيدة. يُربط بطرفه الحر جسما صلبا (S)، كتلته $m = 250 g$ بإمكانه الحركة دون احتكاك على سطح طاولة أفقية وفق المحور $(x'x)$ الذي مبدؤه (O) هو نفسه موضع توازن مركز العطالة (G) لـ (S) (الشكل-5).

يُمثل (الشكل-6) تغيرات الطاقة الكامنة المرونية E_{pe} للجسم

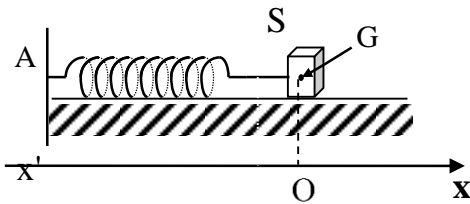
(نابض + جسم) بدلالة الفاصلة اللحظية x لموضع G .

1. مثل القوى المطبقة على (S) عند موضع فاصلته $x(t) > 0$

2. اوجد المعادلة التفاضلية لحركة G بدلالة $x(t)$.

3. للمعادلة التفاضلية حلا من الشكل: $x(t) = X_0 \cdot \cos\left(\frac{2\pi t}{T_0}\right)$

حيث X_0 هي سعة الحركة و T_0 الدور الذاتي للنواس.



الشكل-5

أ- اوجد عبارة الدور T_0 بدلالة k و m .

ب- بالتحليل البعدي بين أن الدور الذاتي T_0 متجانسا مع الزمن.

ج- استنتج عبارة السرعة $v(t)$ لحركة مركز العطالة G.

د - أثبت أن طاقة الجملة (نابض+جسم) ثابتة في كل لحظة.

4. اعتمادا على المنحنى البياني:

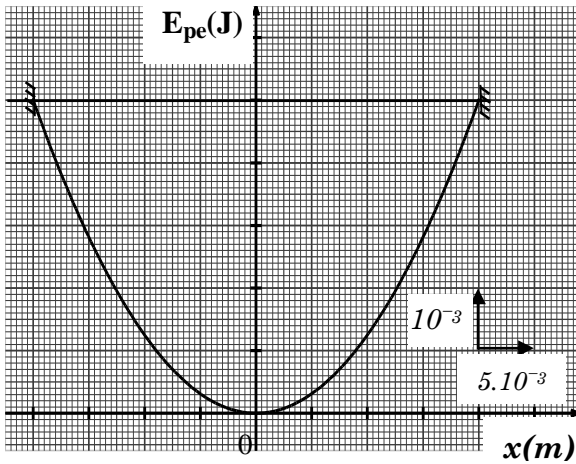
أ- جِدْ فاصلة موضع G إذا كانت الطاقة الحركية E_C

للجسم مساوية لنصف طاقة الجملة: $E_C = \frac{1}{2} E_T$

ب- جِدْ قيمة سرعة المرور بالموضع الذي

فاصلته $x(t) = 1,1 \text{ cm}$

ج - جِدْ قيمة k ثابت مرونة النابض .



الشكل-6

التمرين التجريبي: (3 نقاط)

بحصة للأعمال التطبيقية في الفيزياء اقترح الأستاذ انجاز تجربة للتحقق من المعلومات التي كتبها المصنّع على مكتفة مكتوب عليها $C = 10 \mu F$ وذلك باستعمال التجهيزات التالية:

ناقل أومي مقاومته $R = 10 K\Omega$ ، أسلاك توصيل ، قاطعة ، مولد للتوتر الثابت E وتجهيز التجريب المدعم بالحاسوب باستخدام لاقط التوتر .

بعد تركيب الدارة المناسبة وتشغيل تجهيز التجريب المدعم بالحاسوب وغلق القاطعة لدارة الشحن تحصل التلاميذ من خلال جدول Excel على القيم التالية:

$u_R(V)$	9,000	5,458	3,330	2,008	1,218	0,738	0,448	0,271	0,164	0,060
$t(s)$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50

1. ارسم الدارة الكهربائية التي ركبها التلاميذ.

2. باستعمال قانون التوترات جد المعادلة التفاضلية للتوتر u_R بين طرفي المقاومة.

3. علما أن حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $u_R(t) = A e^{-t/\tau}$ ،

اوجد عبارتي الثابتين A و τ بدلالة C ، R و E .

4. ارسم المنحنى البياني للدالة $u_R(t) = f(t)$ ثم استنتج كل من قيمتي E وثابت الزمن τ للدارة.

نستعمل السلم: $1 \text{ cm} \rightarrow 1,000 \text{ V}$ و $1 \text{ cm} \rightarrow 0,05 \text{ s}$

5. احسب قيمة السعة C للمكتفة.

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على 4 صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى الصفحة 8 من 8)

التمرين الأول: (3,5 نقطة)

نريد اجراء متابعة زمنية لتحول كيميائي بين الألمنيوم Al ومحلول حمض كلور الماء (H₃O⁺(aq) + Cl⁻(aq)) الذي يُنَمَّذُ بتفاعل كيميائي تام معادلته: $2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(l)$ نضع في حوجة قطعة من الألمنيوم Al كتلتها m₀ مُملغمة ثم نضيف إليها في اللحظة t = 0 الحجم V=100 mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي C.

لمتابعة تطور التفاعل الكيميائي عند درجة حرارة ثابتة وضغط ثابت، نسجل في كل لحظة t حجم غاز الهيدروجين المنطلق، ثم نستنتج كتلة الألمنيوم المتبقية، و نُدون النتائج في الجدول التالي:

t(min)	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
m(g)	4,05	2,84	2,27	1,94	1,78	1,70	1,64	1,62	1,62

1- أ- أرسم على ورق ملمتري منحنى تغيرات الكتلة m(t) للألمنيوم المتبقي بدلالة الزمن باعتماد السلم
ب - حدد المتفاعل المحد.

2 - أ - انشئ جدول التقدم للتفاعل الحادث.

ب - احسب كميات المادة الابتدائية n₀(Al) و n₀(H₃O⁺) للمفاعلات ثم استنتج التركيز المولي C لمحلول حمض كلور الماء. تُعطى الكتلة المولية للألمنيوم M = 27 g / mol

3- بين أن كتلة الألمنيوم المتبقية في اللحظة t = t_{1/2} (زمن نصف التفاعل) تعطى بالعلاقة:

$$m_{1/2} = \frac{m_0 + m_f}{2} \quad \text{حيث } m_f \text{ هي كتلة الألمنيوم المتبقية في الحالة النهائية. استنتج بيانيا قيمة } t_{1/2}.$$

$$4- \text{ بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بـ : } v_V = - \frac{1}{2.V.M} \frac{dm(t)}{dt}$$

احسب قيمتها في اللحظة t = 3 min.

التمرين الثاني: (3,0 نقطة)

يُستخدم الفوسفور 32 في الطب النووي لمعالجة ظاهرة الإفراط في إنتاج كريات الدم الحمراء في نخاع العظام، وذلك بحقن عينة من محلوله في جسم الإنسان.

$m(^{32}_{15}P) = 31,9657 u$	مقتطف من المخطط (N-Z)			بطاقة تعريف الفوسفور 32	
$m(^{32}_{16}S) = 31,9633 u$	$^{32}_{15}P$	$^{33}_{16}S$	$^{34}_{17}Cl$	$^{32}_{15}P$	رمز النواة
$m(^1_1p) = 1,00728 u$	$^{31}_{15}P$	$^{32}_{16}S$	$^{33}_{17}Cl$	β^-	نوع النشاط الإشعاعي
$m(^1_0n) = 1,00866 u$	$^{30}_{15}P$	$^{31}_{16}S$	$^{32}_{17}Cl$	8,46 MeV	طاقة الربط لكل نوية
$1 u = 931,5 MeV/c^2$				14 jours	نصف العمر t _{1/2}

1- بالاستعانة بالمقتطف المعطى وبطاقة تعريف الفوسفور:

أ - اكتب معادلة تفكك نواة الفوسفور 32.

ب - اكتب قانون التناقص الإشعاعي $N(t)$ ثم عبر عن هذا التناقص بكتلة العينة المتبقية من العنصر المشع.
ج - تحقق من قيمة طاقة الربط لكل نوية المعطاة في البطاقة.

2- النواة الناتجة عن تفكك الفوسفور $^{32}_{15}P$ هي نواة مستقرة، إذا كانت الكتلة $m'(t)$ هي كتلة العينة المشكلة من هذه الأنوية المستقرة في اللحظة t و m_0 هي الكتلة الابتدائية لعينة الفوسفور $^{32}_{15}P$.

بين أن: $m'(t) = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$ هو ثابت النشاط الإشعاعي.

3- يمكن الحصول على النواة الناتجة السابقة من نواة أخرى موجودة على المقطف (N-Z). ما هي هذه النواة ؟
اكتب معادلة هذا التحول النووي.

4- بفرض أن عينة من أنوية $^{32}_{15}P$ تصبح غير صالحة لما تصبح نسبة نشاطها إلى النشاط الابتدائي هي

$$\frac{A(t)}{A_0} = \frac{1}{4} \quad , \quad \text{بين أن المدة الزمنية لانتها صلاحيه العينة ابتداء من تحضيرها هو } t = 2 t_{1/2} .$$

التمرين الثالث: (3,5 نقاط)

تتميز المكثفات بخاصية تخزين الطاقة الكهربائية و امكانية استغلالها عند الحاجة. لدراسة هذه الخاصية نربط مكثفة

غير مشحونة سعتها C على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية:

مولد كهربائي للتوتر الثابت E ، قاطعة K وناقلين أو ميين مقاومتيهما $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ و $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$. أنظر (الشكل 1).

نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0$:

1- أ- اعط تفسيراً مجهرياً للظاهرة التي تحدث في المكثفة.

ب- بتطبيق قانون جمع التوترات جذ المعادلة التفاضلية

للشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة.

ج - للمعادلة التفاضلية السابقة حلاً من الشكل:

$$i(t) = \alpha \cdot e^{-\beta \cdot t}$$

جذ عبارتي الثابتين α , β بدلالة E , C , R_2 , R_1 .

2 - بواسطة لاقط شدة التيار الكهربائي موصول بالدائرة

و بواجهة دخول لجهاز إعلام آلي نحصل على منحنى تطور

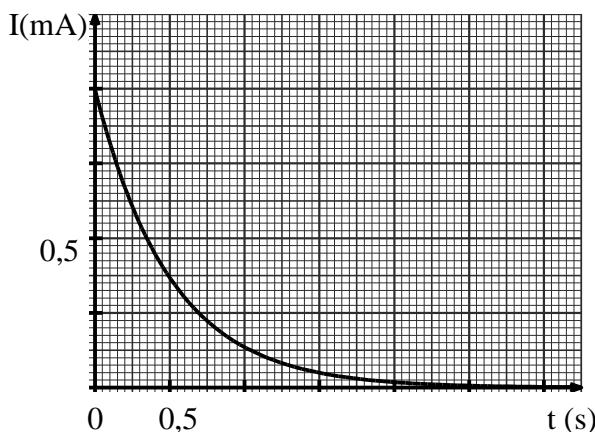
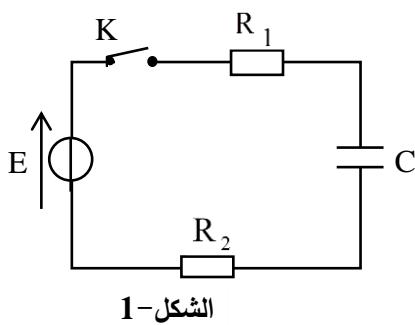
الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي (الشكل 2).

- اعتماداً على البيان اوجد قيمة كل من:

ثابت الزمن τ ، سعة المكثفة C ، التوتر الكهربائي E .

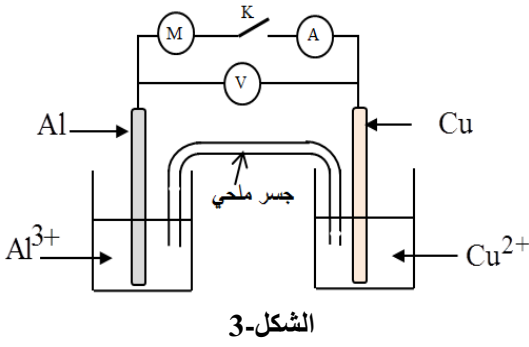
3 - اعط العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة $E_C(t)$

واحسب قيمتها العظمى.



التمرين الرابع: (3,5 نقطة)

يُعطى مخطط عمود كهربائي كما في الشكل-3 :



الشكل-3

حجم المحلول في كل نصف عمود هو: $V_1 = V_2 = 50 \text{ mL}$

التركيز الابتدائي لشوارد الألمنيوم: $[Al^{3+}]_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

التركيز الابتدائي لشوارد النحاس: $[Cu^{2+}]_0 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

عند ربط مقياس الفولط بين قطبي العمود حيث يوصل قطب

COM (-) بصفيحة الألمنيوم يشير المقياس إلى القيمة $U = +1,6 \text{ V}$.

1- نربط هذا العمود بمحرك كهربائي ونغلق الدارة في اللحظة $t = 0$. حدد جهة التيار الكهربائي في الدارة.

2- ما هو دور الجسر الملحي أثناء اشتغال العمود ؟ أعط الرمز الاصطلاحي لهذا العمود.

3- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع عند المسريين ثم معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي في العمود أثناء اشتغاله.

4- احسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} ثم حدد اتجاه تطوّر الجملة الكيميائية علما أن ثابت التوازن الموافق للتفاعل السابق هو: $K = 1,9 \times 10^{37}$ عند الدرجة 25°C .

5- يُؤلّد العمود تيارا كهربائيا شدته $I = 400 \text{ mA}$ خلال مدة زمنية 30 min من بداية اشتغاله.

أ- احسب كمية الكهرباء التي يُنتجها العمود خلال هذه المدة .

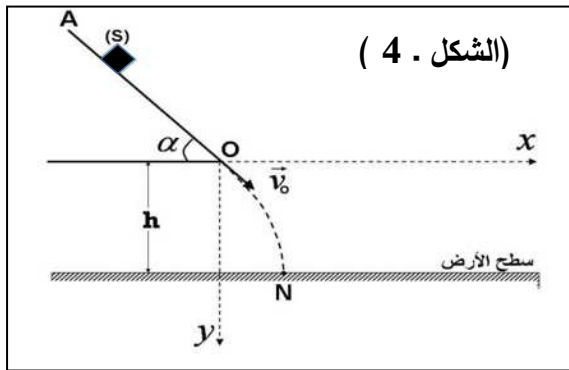
ب - انجز جدول التقدم للتفاعل الحادث في العمود .

ج - احسب التركيز المولي لكل من $Al^{3+}(\text{aq})$ و $Cu^{2+}(\text{aq})$ في اللحظة $t = 30 \text{ min}$.

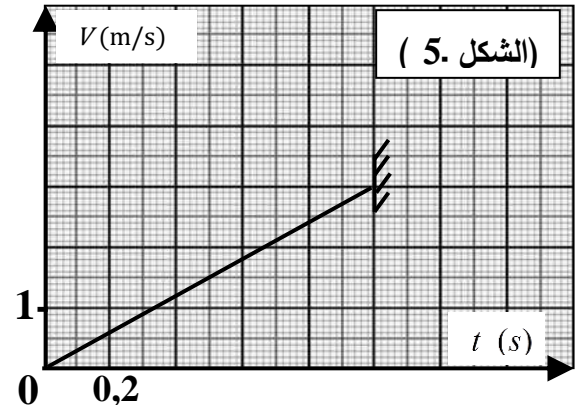
يُعطى : ثابت فارادي $1F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$.

التمرين الخامس: (3,5 نقطة)

لمعرفة الشدة f لقوة الاحتكاك التي يخضع لها الجسم الصلب (S) أثناء حركته على مستو مائل $AO = d = 1,5 \text{ m}$ ، زاوية ميله عن الأفق $\alpha = 45^\circ$ ، نتركه دون سرعة ابتدائية من النقطة A وعندما يصل إلى النقطة (O) يغادرها ليسقط على الأرض عند النقطة N . الشكل-4. يُعطى : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ، نعتبر (S) نقطيا وكتلته $m = 500 \text{ g}$



(الشكل . 4)



(الشكل . 5)

بحصة للأعمال المخبرية رسم التلاميذ البيان الممثل لتغيرات سرعة الجسم (S) بدلالة الزمن (الشكل-5) وذلك انطلاقا من التصوير المتعاقب لحركته على الجزء AO وسجلوا كذلك إحداثيي النقطة N موضع سقوط (S) على سطح الأرض بعد مغادرته المستوى المائل فوجدوا ($x_N = 0,62 \text{ m}$; $y_N = h = 1,00 \text{ m}$).

1. قياس f باستغلال التصوير المتعاقب: نرمز بـ a لتسارع (S) على الجزء AO .

أ - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على (S) على الجزء AO ، بين أن : $f = m (g \sin \alpha - a)$

ب . باستغلال بيان الشكل-5 أوجد قيمة التسارع a لحركة (S) ثم استنتج الشدة f لقوة الاحتكاك المؤثرة عليه.

2. قياس f باستغلال إحداثي النقطة N : باعتبار مبدأ الأزمنة اللحظة التي يغادر فيها الجسم (S) النقطة O .

أ . اوجد المعادلتين الزمنية $x(t)$ و $y(t)$ للميزتين لحركة (S) في المعلم (Ox, Oy) .

ب . استنتج معادلة المسار $y = f(x)$.

ج . احسب v_0 طويلة شعاع السرعة التي غادر بها الجسم (S) المستوى المائل.

د . استنتج من جديد قيمة a طويلة شعاع تسارع (S) على الجزء AO .

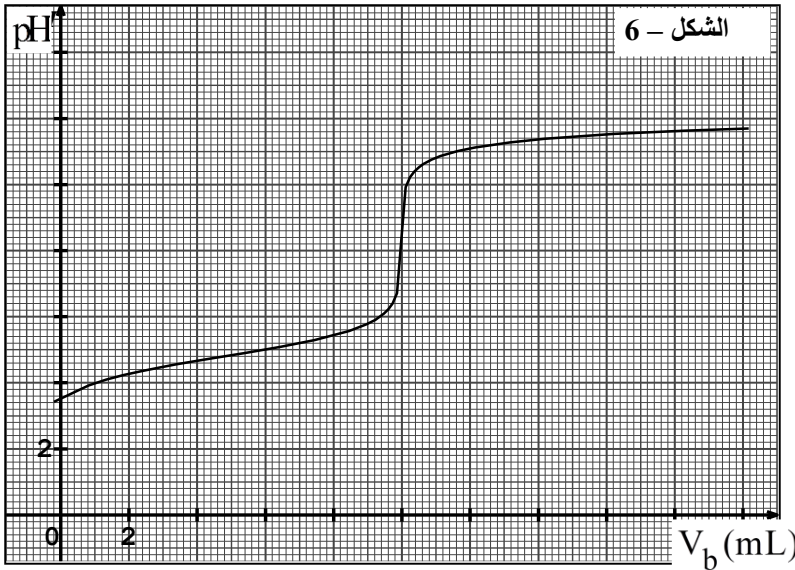
هـ . باعتماد العلاقة المبينة في السؤال 1 أ ، اوجد من جديد الشدة f لقوة الاحتكاك.

3. إذا علمت أن مجال حدود أخطاء القياس هو: $1,8 N \leq f \leq 2,0 N$. ماذا تستنتج ؟

التمرين التجريبي: (3 نقاط)

المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة $25^\circ C$. يُعطى $K_e = 10^{-14}$.

اثناء عملية تنظيم محتويات مخبر الثانوية، عثر التلاميذ على قارورات لمحاليل أحماض عضوية أتلقت بطاقياتها المحددة للاسم و الصيغة الجزيئية والتركيز المولي C_a للحمض (HA). للتعرف على أحدها، قام التلاميذ بمعايرة الحجم $V_a = 20 \text{ mL}$ من محلول أحد هذه الاحماض بمحلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم ($K^+(aq) + HO^-(aq)$) تركيزه المولي $C_b = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$. باستعمال لاقط pH متر و واجهة دخول موصولة بجهاز إعلام آلي مزود



ببرمجية مناسبة، تحصلنا على المنحنى البياني $pH = f(V_b)$ حيث V_b حجم الأساس المضاف أثناء المعايرة، (الشكل-6)

1. اعط المفهوم الكيميائي لنقطة التكافؤ.

2. عين إحداثي نقطة التكافؤ واستنتج

التركيز المولي C_a للحمض المعاير.

3. عين بيانيا pK_a الثنائية (HA / A^-) ثم

تعرف على الحمض المعاير. يعطى الجدول

ثنائية HA / A^-	pK_a
$CH_3CO_2H / CH_3CO_2^-$	4,8
HCO_2H / HCO_2^-	3,8
$C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-$	4,2

4. اعتمادا على البيان، بين دون اي حساب ان الحمض (HA) ضعيف.

5. أ - اكتب معادلة التفاعل المنذج للتحويل الكيميائي الحادث اثناء المعايرة.

ب - احسب ثابت التوازن K لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟

ج - ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة ؟

الكاشف	مجال التغير اللوني
أزرق البروموثيمول	6,2 - 7,6
الفينول فتالين	8,2 - 10,0
أحمر الميثيل	4,2 - 6,2

انتهى الموضوع الثاني