الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبة
وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية مستغانم
امتحان البكالوريا التجريبي
الشعبة: علوم تجريبية

دورة ماي 2025

اختبار في مادة : العلوم الفيزيائية — المـدّة : 03 ساعات و30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأوّل

التّمرين الأوّل : (6 نقاط)

لإثبات صحة نظرية غاليلي « أنه إذا سقط جسمان مختلفان في الكتلة سقوطًا حرًا فإنهما يصلان لموضع سقوطهما في نفس اللحظة .» قام عالم الفيزياء « براين كوكس » بإجراء تلك التجربة مستعينًا بفريق مركز الطاقة التابع لوكالة الفضاء الأمريكية NASA حيث توجد أكبر غرفة في العالم تُستخدم للتدريب في المهمات و يمكن تفريغ نحو 30 طنًا من الهواء منها.

تمت التجربة من خلال مرحلتين . **المرحلة الأولى** دون تفريغ الغرفة من الهواء ، حيث قام كوكس والفريق المشارك في التجربة بإسقاط ريشة وكرة بولينغ من مكان مرتفع في الغرفة. مشاهدتهما للتجربة هي أن الكرة والريشة سقطتا بشكل متفاوت، حيث وصلت الكرة للأرض قبل الريشة . وتفسيرهما على هذه المشاهدة أن الهواء موجود كعامل مقاوم.

وفي **المرحلة الثانية** من التجربة قام العلماء بتفريغ الهواء من الغرفة فحدث ما توقعه غاليلي تمامًا، فقد وصلت كلاً من الكرة والريشة في نفس الوقت بالضبط دون أي فارق زمني .

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة تأثير الهواء على حركة السّقوط الشّاقولي.

أولاً : سقوط كريّة تحت تأثير الهواء

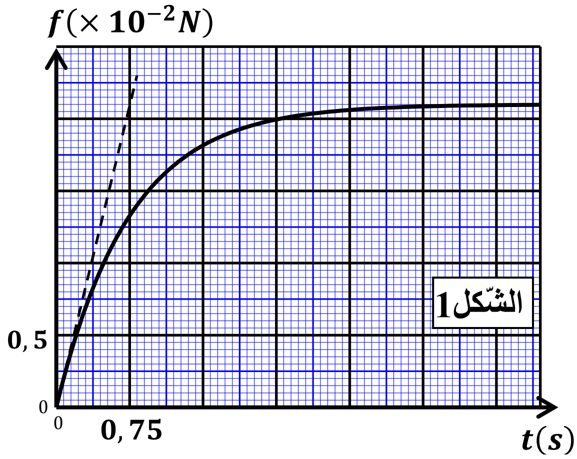
عند اللحظة $t = 0$ نَترك كريّة كتلتها $m = 2,6\ g$ و حجمها V لِتسقط شاقوليًا و بدون سرعة ابتدائية من ارتفاع h .

تخضع الكريّة أثناء سقوطها لقوة دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ و قوة احتكاك مع الهواء تُنمذج بالعبارة : $\vec{f} = -k\vec{v}$

1. حدّد المرجع المناسب لهذه الدّراسة.

2. مَثّل القوى الخارجية الّتي تخضع لها الكريّة أثناء حركتها .

3. بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن في مرجع الدّراسة ، بيّن أنَّ المعادلة التفاضلية الّتي تُحقّقها شدّة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ تُعطى بالعبارة : $\frac{df(t)}{dt} + \frac{k}{m} f(t) = \alpha\, g$ حيث α ثابت يُطلب تحديد عبارته بدلالة ثابت الاحتكاك k ، الكتلة الحجمية للهواء ρ_0 و الكتلة الحجمية للكريّة ρ .



4. النّتائج التّجريبية مَكّنت من رسم المُنحنى البياني المُبيّن في **الشّكل1**.

باستغلال البيان حدّد قيمة كل من :

1.4. ثابت الاحتكاك k

2.4. السرعة الحدية $v_{\ell im}$

3.4. التسارع الابتدائي a_0

4.4. شدّة قوة دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

5.4. شدّة محصلة القوى الّتي تخضع لها الكريّة عند $t = 0,75\ s$

ثانيًا : دراسة السّقوط الحر للكريّة

بعد إفراغ الغرفة من الهواء ، نَترك الكريّة لتسقط شاقوليًا وبدون سرعة ابتدائية من الارتفاع h .

1. عرّف السّقوط الحر .

2. بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن في مرجع الدّراسة ، أُدرس طبيعة حركة الكريّة .

3. احسب الارتفاع h ، علمًا أنَّ مُدة السقوط هي : $2,75\ s$

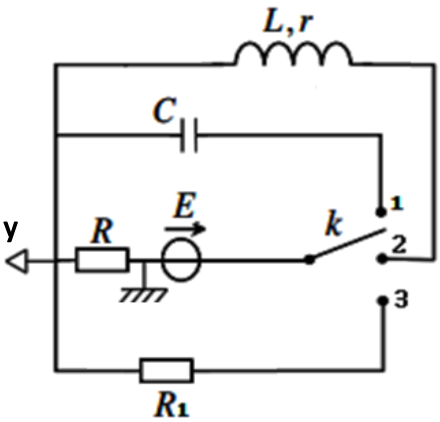
4. احسب سرعة الكريّة في اللّحظة $t = 2,75\ s$ و قارنها مع $v_{\ell im}$ ثُمَّ استنتج تأثير الهواء على حركة سقوط الكريّة .

معطيات : شدّة تسارع الجاذبيّة الأرضيّة : $g = 9,81\ m \cdot s^{-2}$

التّمرين الثّاني: (07 نقاط)

المكثّفات و الوشائع و النواقل الأومية ثنائيّات قطب ، تُستعمل في الكثير من الدّارات الكهربائية التي تدخل في تركيب الأجهزة الإلكترونيّة . يتعلّق سلوك الدّارة الكهربائية بطبيعة ثنائيّات القطب المتواجدة فيها ، كما يمكنها أن تتأثر بالمقادير الفيزيائية المميّزة لكل منها.

يهدف هذا التّمرين إلى إبراز مدى تأثير المكثّفة و الوشيعة و الناقل الأومي على شدّة التيّار المارّ في دارة كهربائية و تحديد قيم المقادير الفيزيائية المميّزة لكل منها .



الشّكل2

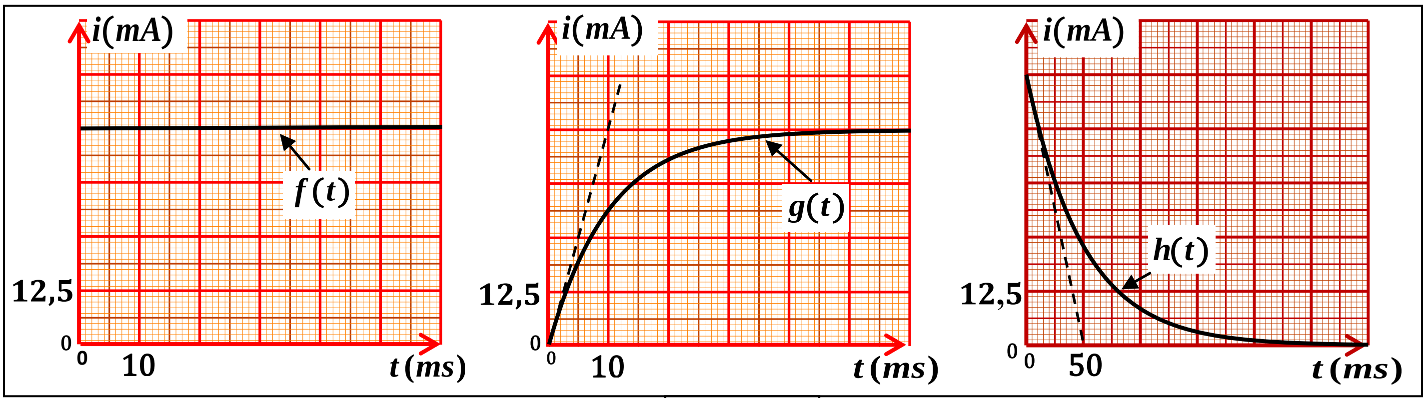
لتحقّيق هذا الهدف ننجز التّركيبة التّجريبية المُمثّلة في **الشّكل2**، والمُتكوّنة من :

- مولد مثالي للتوتر قوته المُحركة الكهربائية $E = 5\,V$
- أسلاك توصيل و بادلة K ذات ثلاثة مواضع $(3, 2, 1)$
- مكثّفة غير مشحونة سعتها C
- ناقلين أوميين مقاومتيهما R و R_1
- وشيعة (ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r)

لمعاينة التطوّر الزمني لشدّة التيّار المارّ في الدّارة $i(t)$ في الحالات الثلاث لأوضاع البادلة K ، نربط راسم اهتزاز ذو ذاكرة كما في **الشّكل2** .

ننجز ثلاث تجارب ، كل تجربة توافق وضع معين للبادلة K، حيث مُباشرة عند وَضع البادلة K في أحد الأوضاع نَضبط مبدأ الأزمنة $(t = 0)$.

سَمحت نتائج التّجارب الثّلاث برسم المُنحنيات $f(t)$ ، $g(t)$ و $h(t)$ المُمثّلة في **الشّكل3** .



الشّكل3

1. اشّرح لماذا متابعة تَطوّر التوتّر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي $u_R(t)$ تُمكّننا من معرفة تَطوّر شدّة التيّار $i(t)$.
2. أرفق كل منحنى بالوضع المُوافق للبادلة K مع التّبرير.
3. **التّجربة الأولى :** البادلة K في الوضع 1
   - 1.3. بتطبيق قانون جمع التوتّرات ، جِدْ المُعادلة التّفاضليّة الّتي تُحقّقها $i(t)$ شدّة التيّار المارّ في الدّارة .
   - 2.3. حَل المعادلة التفاضلية السابقة من الشّكل : $i(t) = Ae^{-\frac{t}{\alpha}}$ ، جِدْ عبارة كلاً من A و α بدلالة مميّزات الدّارة.
   - 3.3. ماذا يمثّل الثابتان A و α ؟ حدّد قيمتيهما باستغلال المُنحنى المُوافق من **الشّكل3** .
   - 4.3. استنتج قيمة كل من مقاومة الناقل الأومي R و سعة المكثّفة C.
   - 5.3. في الحقيقة المكثّفة C مكافئة لمكثّفتين متماثلتين مربوطتين على التّسلسل سعة كل واحدة C_1، حدّد قيمة C_1.
4. **التّجربة الثّانية :** البادلة K في الوضع 2
   - 1.4. بتطبيق قانون جمع التوتّرات ، بيّن أنَّ المُعادلة التّفاضليّة الّتي تُحقّقها $i(t)$ تُكتب على الشّكل التالي :

$\tau \frac{di(t)}{dt} + i(t) = \frac{E}{R+r}$ ، حيث τ ثابت الزمن يُطلب تحديد عِبارته الحرفية بدلالة مُميّزات الدّارة.

2.4. باستغلال المُنحنى المُوافق من **الشّكل3** ، جِدْ قيمة كلاً من **:** ثابت الزمن **τ** و مُميّزات الوشيعة (**L** و **r**)

5. التّجربة الثّالثة : البادلة K في الوضع 3

1.5. بتطبيق قانون جمع التّوتّرات، اكتب عبارة شدّة التيّار المارّ في الدّارة $i(t)$.

2.5. احسب قيمة مقاومة الناقل الأومي R_1 .

التّمرين التّجريبي: (07 نقاط)

لصبغ الشّعر يمكن استخدام صبغة شعر طبيعية مثل الْحِنّاء أو صبغة اصطناعية حيث يتم تحضير خليط التّلوين قبل الاستخدام مباشرة و هذا بخلط حجمين متساويين تقريبًا من محلول مؤكسد لبيروكسيد الهيدروجين (الماء الأكسجيني H_2O_2) وكريم التّلوين الذي يحتوي على الجزيئات الملونة و يحتوي أيضًا على محلول النشادر (NH_3) وظيفته تثبيت الـ (pH) في خليط التّلوين إلى قيمة قريبة من **9,5** عندها تفتح قشرة الشّعر للسماح للجزيئات الملونة بالتغلغل في الألياف بكثرة.

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة بعض مكونات الصّبغة الاصطناعية للشعر.

I . دراسة المحلول المؤكسد

معطيات : $M(H_2O_2) = 34\ g.mol^{-1}$ ، $V_M = 22,4\ L.mol^{-1}$ ، $R = 8,314\ SI$ ،

الكتلة الحجمية للماء $\rho_0 = 1000\ g \cdot L^{-1}$

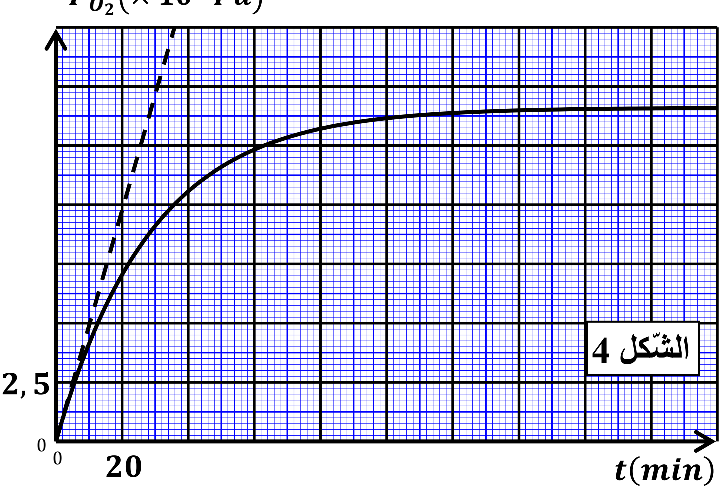
يوضح الجدول المرفق محاليل الأكسدة المختلفة لبيروكسيد الهيدروجين $H_2O_2(aq)$ المُتاحة للاستخدام مِنْ قِبل مُحترفي تَصفيف الشّعر.

محلول $H_2O_2\ (aq)$	درجة النّقاوة p	الكتلة الحجمية للمحلول $\rho(\ g \cdot L^{-1})$
S_1	6 %	1022
S_2	9 %	1033
S_3	12 %	1044

لدراسة حركيّة تفاعل التّفكّك الذّاتي للماء الأكسجيني المُنمذج بالمعادلة الكيميائية التّالية :

$$2H_2O_2(aq) = O_2(g) + 2H_2O(\ell)$$

ندخل في دَورق سِعتهُ $V = 250\ mL$ ، الحَجم $V_0 = 95\ mL$ مِنْ أحد المَحاليل المُنتجة حَديثاً لبيروكسيد الهيدروجين والموجود في الجدول السابق تركيزه المولي C_0 و نَسكب فيه عند اللّحظة $t = 0$ حجمًا $V_1 = 5\ mL$ من محلول لكلوريد الحديد الثّلاثي $\left(Fe^{3+}(aq) + 3Cl^-(aq)\right)$ و الّذي يَلعب دَور وَسيط **.** نغلق الدورق بإحكام و نَقيس في كل لحظة ضَغط غاز ثنائي الأكسجين $P_{(O_2)}$ داخل الدورق عند درجة حرارة ثابتة $25°C$ و هذا بواسطة لاقط الضغط لجهاز الـ $ExAO$ تحصلنا على البيان المُمثّل في **الشّكل 4** .



1. عرّف الوَسيط و بيّن نَوع الوساطة في هذا التّفاعل.

2. علمًا أنَّ التّفاعل **تامّ** ، أَنْشِئ جدولاً لتقدّم التّفاعل.

3. في ظروف التّجربة يمكن اعتبار الغاز (O_2) مثالي،

أوجد عبارة التقدّم $x(t)$ للتفاعل عند لحظة **t** بدلالة :

$V_{(O_2)}$ ، **T** ، $P_{(O_2)}(t)$ و **R**

4. حدّد قيمة التّقدّم الأعظمي x_{max} .

5. احسب التّركيز المولي C_0 و تأكد أنّه يوافق المحلول S_1 .

.6 تأكد من الدلالة (**20 VoL** المكتوبة على قارورة المحلول S_1) كل **1 L** من المحلول يُحرّر **20 L** من غاز ثنائي الأكسجين في الشّرطين النظاميين) .

.7 حدّد بيانيا زمن نصف التّفاعل $t_{1/2}$.

.8 نرمز للسرعة الحجمية للتفاعل بـالرمز v_{vol} .

.1.8 بيّن أنَّ عبارتها تُكتب على الشّكل : $v_{vol} = \frac{V_{(O_2)}}{R.T(V_0+V_1)} \cdot \frac{dP_{(O_2)}(t)}{dt}$

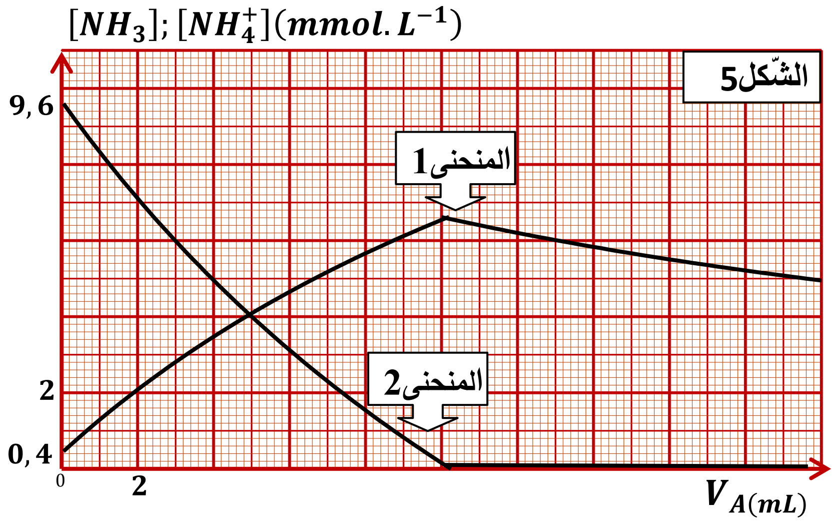
.2.8 احسب قيمة v_{vol} عند اللحظة $t = 0$.

II. دراسة محلول النشادر (NH_3) الموجود في كريم التّلوين

➢ تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة **25°C**

نقوم بمعايرة pH - مترية لحجم $V_B = 20\ mL$ من المحلول المائي للنشادر الموجود في كريم التّلوين تركيزه المولي C_B بواسطة محلول مائي لحمض كلور الماء $\left(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}\right)$ ذي التّركيز المولي $C_A = 2 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

مَكّن برنامج ملائم من الحصول على المُنحنيين (**1**) و (**2**) المُمثِّلين لِتغيّرات تركيز كل من الصفة الحمضية و الصفة الأساسية للثنائية (NH_4^+/NH_3) في المزيج التّفاعلي بدلالة الحجم V_A لمحلول حمض كلور الماء المضاف (**الشّكل 5**) .



يلخص الجدول التالي بعض نتائج القياسات للمعايرة المنجزة :

$V_A(mL)$	0	5	10
pH	10,6	.....	5,6
$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$	.....	.....	.....

.1 باستعمال عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية (NH_4^+/NH_3)، جِدْ عبارة pH المزيج بدلالة الـ pK_a و النسبة $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$

.2 اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

.3 باستغلال **الشّكل 5** :

.1.3 حدّد المنحنى الموافق لتطوّر $[NH_3]$ بدلالة الحجم V_A المضاف

.2.3 احسب قيمة الـ pK_a للثنائية (NH_4^+/NH_3) ثُمَّ أكمل جدول القياسات

.4 عرّف نقطة التكافؤ ، ثُمَّ استنتج قيمة C_B .

.5 اعتمادًا على جدول القياسات ، بيّن دون حساب أنَّ (NH_3) أساس ضعيف.

.6 حدّد الصفة الغالبة للثنائية (NH_4^+/NH_3) في خليط تلوين الشّعر قبل الاستخدام مباشرة ($pH = 9,5$).

انتهى الموضوع الأوّل

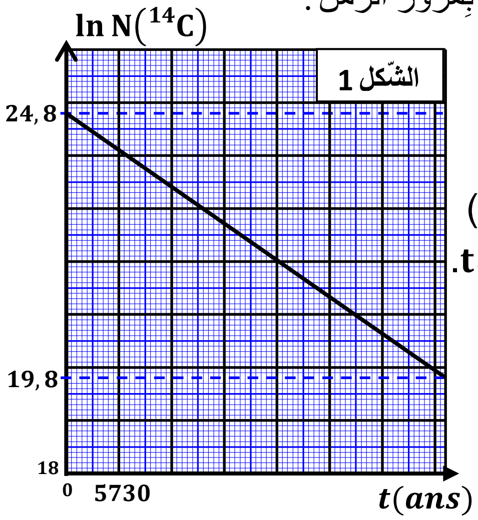
التّمرين الأوّل : (07 نقاط)

الكربون هو عنصر كيميائي له الرمز C ، يتكون من نظيرين مستقرين هما $^{12}_{6}C$ و $^{13}_{6}C$ و نظير مُشع هو $^{14}_{6}C$ وهو موجود في العديد من المركبات الطبيعية : ثاني أكسيد الكربون الجوي ، الوقود (الغاز الطبيعي ، النفط والفحم المعدني) وهو أيضًا مُكون أساسي للمادة الحيّة.

كما يَتم إنتاج الكربون في قلب النُّجوم الضّخمة للغاية الّتي تُسمى "العِمالقة الحَمراء" .

الجزء الأوّل :

في الكربون الطبيعي لكائن حيّ تبقى النسبة $r_0 = \frac{N_0(^{14}C)}{N(^{12}C)}$ ثابتة بِسبب تَجدد $^{14}_{6}C$ خِلال عملية التّنفس وعند وَفاة هذا الكائن $(t = 0)$ يَتوقف هذا التّجدد فتتناقص هذه النسبة $r_{(t)} = \frac{N_{(t)}(^{14}C)}{N(^{12}C)}$ بِسبب تفكّك $^{14}_{6}C$ بِمرور الزّمن .



.1 عرّف كلاً من : النّظائر و النّظير المُشع .

.2 يتفكّك $^{14}_{6}C$ إلى الأزوت $^{14}_{7}N$، اكتب معادلة التحوّل النّووي ، مبيّنًا نَمط التّفكك .

.3 دراسة تفكّك $N_{(t)}(^{14}C)$ فيعيّنة (E) من الكربون الطبيعي كُتلتها m بدءاً من لحظة وفاة كائن حيّ $(t = 0)$ سَمحَ بِرسم المُنحنى: $\ln N(^{14}C) = f(t)$ (الشّكل1)

.1.3 عبّر عنْ $\ln N(^{14}C)$ بدلالة: t ، $\ln N_0(^{14}C)$ و زمن نصف العمر $t_{1/2}$.

.2.3 اكتب العبارة البّيانية ثُمَّ استنتج قيمة كلاً من : $N_0(^{14}C)$ و $t_{1/2}$

.4 جِد قيمة النّشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 للعيّنة (E).

.5 علماً أنَّ $r_0 = 1,2 \times 10^{-12}$:

.1.5 احسب عدد الأنوية $N(^{12}C)$ في العيّنة (E)

.2.5 تحقّق أن قيمة كتلة العيّنة (E) هي $(m \approx 1\ g)$

.6 في عام 1991 اكتُشفت مومياء بشرية محفوظة طبيعياً في جبال الألب سميت برجل الثّلج $(Otzi)$.

لتأريخ الجسم المُحنّط ، تَمَّ تحديد قيمة النّسبة $r_{(t)}$ في الكربون الطبيعي للمومياء : $r_{(t)} = 0,632 \times 10^{-12}$

.1.6 باستعمال قانون التّناقص الإشعاعي أثبت أنَّ : $r_{(t)} = r_0\, e^{-\lambda.t}$

.2.6 حدّد عمر $(Otzi)$.

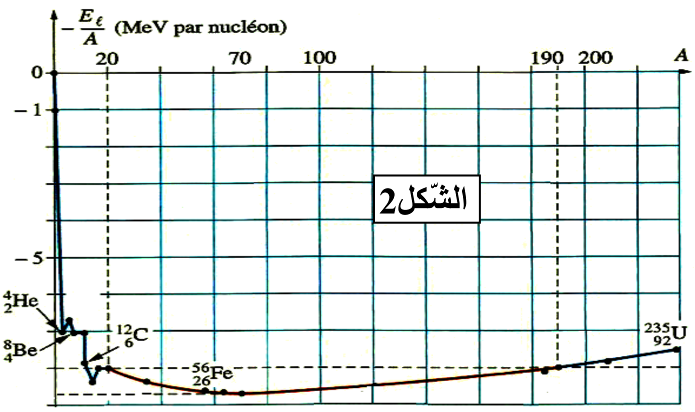
.3.6 تحقّق أنَّ $(Otzi)$ عَاشَ في العصر النُّحاسي بين عامي 3350 و 3105 قبل الميلاد.

الجزء الثّاني :

يُعطى المُنحنى المبيّن في **الشّكل2** .

.1 كيف يُسمى هذا المُنحنى ؟ و ماذا يُمثّل ؟

.2 تَنتمي الأنوية المُبيّنة في المُنحنى $(^{4}_{2}He\, ,\, ^{8}_{4}Be\, ,\, ^{12}_{6}C ,\, ^{56}_{26}Fe ,\, ^{235}_{92}U)$ إلى ثلاثة مجالات مُختلفة وتُصنف على أنها مُستقرة أو قَابلة للاندماج أو قَابلة للانشطار ، صَنّفْ هذه الأنوية.



.3 يمكن تبسيط عملية تَشكل الكربون في النُّجوم الّتي تُسمى "العِمالقة الحَمراء" من خلال مُعادلة التّحوّل النّووي التّالي :

$$^{8}_{4}Be + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{12}_{6}C$$

.1.3 ما نوع التّحوّل النّووي الحادث ؟ عرّفه.

.2.3 ارسم مخطط الحصيلة الطّاقوية للتفاعل النّووي الحادث.

.3.3 احسب الطّاقة المحرّرة من هذا التفاعل E_{lib} ثُمَّ استنتج قيمة النقص الكتلي للتفاعل $(m_i - m_f)$.

معطيات :

النواة	$^{8}_{4}Be$	$^{4}_{2}He$	$^{12}_{6}C$
$\frac{E_\ell}{A}(MeV/nucl)$	7,05	7,08	7,68

$$1u = 931,5\ MeV/c^2$$

$$N = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$$

التّمرين الثّاني: (06 نقاط)

حمض الميثانويك مادة طبيعية ينتجها النّمل والنّحل كما يمكن تحضيره في المخابر ليستخدم في الصّناعة.

يهدف هذا التّمرين إلى تحديد قيمة الـ pK_a للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$ و استخدام حمض الميثانويك في تحضير إستر و مراقبة التّحوّل .

I. تحديد قيمة الـ pK_a للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$ باعتماد قياس النّاقلية النّوعية σ

تعطى عند 25°C : $\lambda_{(H_3O^+)} = 35,00\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{(HCOO^-)} = 5,46\ mS.m^2.mol^{-1}$

نحضر محلول مائي (S) لحمض الميثانويك تركيزه المولي $C_A = 4 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ و حجمه V ، نقيس النّاقلية النّوعية للمحلول (S) عند التّوازن الكيميائي عند 25°C فنجد : $\sigma_{éq} = 0,10\ S.m^{-1}$

1. اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل حمض الميثانويك مع الماء ثُمَّ أنجز جدولاً لتقدّم التّفاعل.

2. عبّر عن $\sigma_{éq}$ للمحلول (S) بدلالة التّركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]_{éq}$ و النّاقلية النّوعية الشّاردية $\lambda_{(H_3O^+)}$ و النّاقلية النّوعية الشّاردية $\lambda_{(HCOO^-)}$.

3. بيّن أنَّ نسبة التقدّم النّهائي هي : $\tau_f\ \% \approx 6,2\%$

4. اكتب عبارة كسر التّفاعل في الحالة النّهائية Qr_f و بيّن أنّه يُمكن صِياغة عبارة الـpK_a للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$ على الشّكل : $pK_a = log\left(\frac{1-\tau_f}{C_A . \tau_f{}^2}\right)$ ثُمَّ احسب قيمتها .

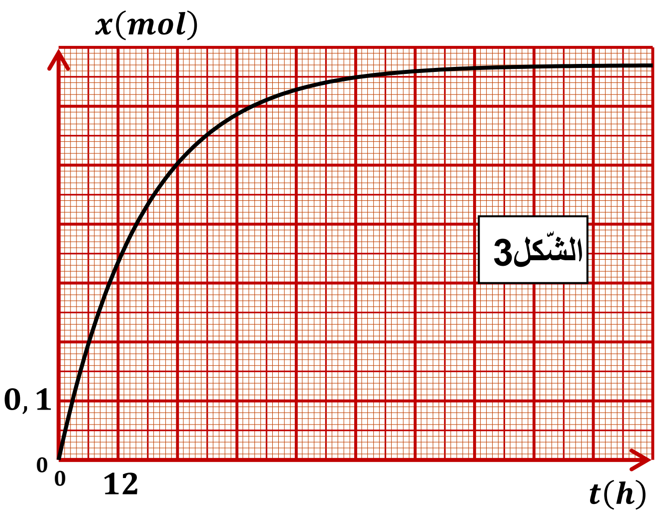
II. تحضير إستر

لِغرض مُتابعة و مُراقبة تَطوّر تحوّل كيميائي يَنتج عنه إستر (E) نمزج في اللحظة $(t = 0)$ $n_{A(0)} = 1,0\ mol$ من حمض الميثانويك و $n_{B(0)} = 1,0\ mol$ من الإيثانول C_2H_5OH، ثُمَّ نُسخن الخليط بالارتداد .

1. اكتب المُعادلة الكيميائية المُنمذجة للتحوّل الحادث ثُمَّ سَمِّ الإستر الناتج (E) .

2. ما أهمية التّسخين بالارتداد؟

3. المتابعة الزّمنية للتحوّل الكيميائي الحادث مَكّنت من رسم مُنحنى تَطوّر تقدّم التّفاعل (x) بدلالة الزّمن: $x = f(t)$ **الشّكل3.**



1.3. اذكر طريقة عملية تُمكّننا من معرفة كمية الحمض $n_{A(t)}$ المُتبقي في كل لحظة t .

2.3. أنجز جدولاً لتقدّم التّفاعل ثُمَّ استنتج عبارة تقدّم التّفاعل $x(t)$ بدلالة $n_{A(0)}$ و $n_{A(t)}$ والّتي سَمحتْ بِرسم المُنحنى $x = f(t)$.

4. باستغلال المُنحنى عيّنْ قِيمة كلاً من :

1.4. مَردود التّفاعل r و هلْ هذه النّتيجة مُتوقعة ؟ عَلّل

2.4. ثابت التوازن الكيميائي K

التّمرين التّجريبي : (07 نقاط)

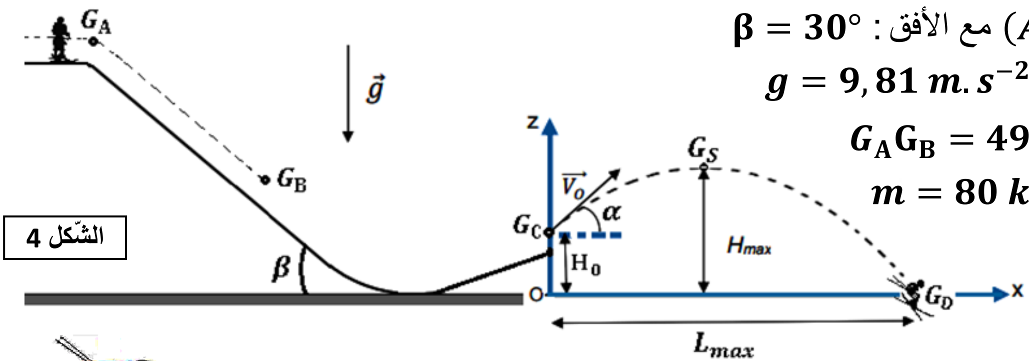
التزلّج مع القفز على الثّلج نوع من الرياضات الأولمبية ، يتزلّج فيها الرياضي على مُنحدر، ثُمَّ يَقوم بالقفز ، حيث يَتِمّ الحُكم على أداء القفزة حسب جودة التّنفيذ و السّقوط و كذلك قيمتي أقصى ارتفاع $H_{\max}$ و المدى $L_{\max}$ (أنظر **الشكل 4**).

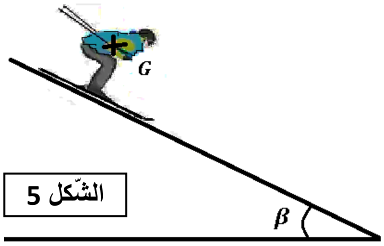
يهدف هذا التّمرين إلى دراسة نظرية لحركة مركزعطالة الجملة (متزحلق مع لوازمه)على المستوي المائل (AB) ثُمّ حركته خلال مرحلة القفز في الهواء (CD).

نهمل تأثيرات الهواء و نعتبر المتزحلق مع لوازمه جملة ميكانيكية (S)، مركزعطالتها G و نَدرس حركته في مرجع سطحي أرضي نَعتبره غَاليليًا.

معطيات :

- زاوية ميل المستوي المائل (AB) مع الأفق : $\beta = 30°$
- شدة تسارع الجاذبيّة الأرضيّة : $g = 9,81\ m.s^{-2}$
- طول المستوي المائل AB : $G_AG_B = 49\ m$
- كتلة الجملة الميكانيكية (S) : $m = 80\ kg$





I. دراسة حركة مركز العطالة G للجملة الميكانيكية (S)على المستوي المائل AB

انطلق G من الوضع G_A بدون سرعة ابتدائية و أتَمَّ حركته على المستوي المائل بحركة مستقيمة ، تخضع الجملة الميكانيكية (S) أثناء حركتها لقوة احتكاك $\vec{f}$ **ثابتة** و معاكسة لشعاع السّرعة شدتها **160 N**.

1. أعد رسم **الشّكل5** ومَثّل عليه القوى الخارجية المطبقة على الجملة الميكانيكية (S) خلال حركتها.

2. بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن ، بيّن أنَّ عبارة التّسارع a_G لحركة مركز العطالة G تُكتب كما يلي : $a_G = g.\sin\beta - \frac{f}{m}$ ثُمَّ حدّد طبيعة الحركة.

3. احسب v_B سرعة مركز عطالة الجملة الميكانيكية (S) لحظة مروره بالموضع G_B .

II. دراسة حركة مركز العطالة G للجملة الميكانيكية (S) خلال القفز في الهواء

1- يصل مركز العطالة للجملة الميكانيكية (S) للوضع G_C بالسرعة $\overrightarrow{v_0}$ يصنع حاملها زاوية α مع الأفق في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة و يواصل حركته في الهواء ليصل إلى الوضع G_D .

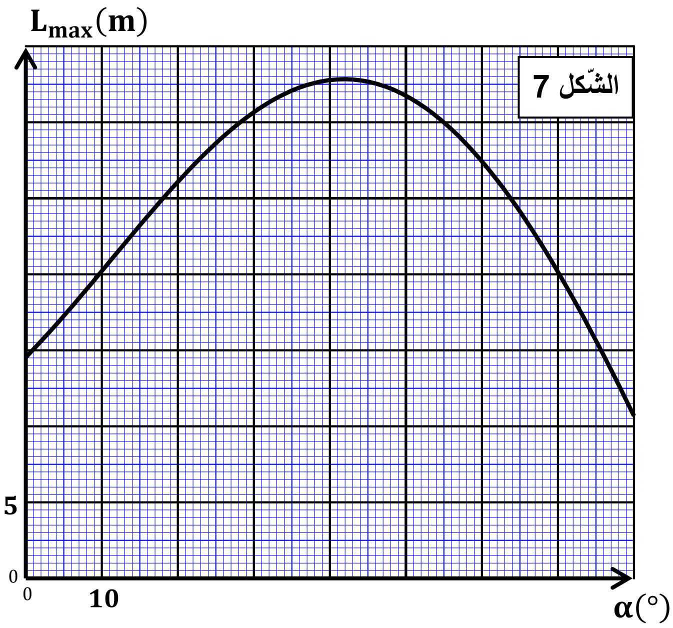
ندرس حركة مركز العطالة G في المعلم المتعامد و المتجانس $(\overrightarrow{Ox};\overrightarrow{Oz})$.

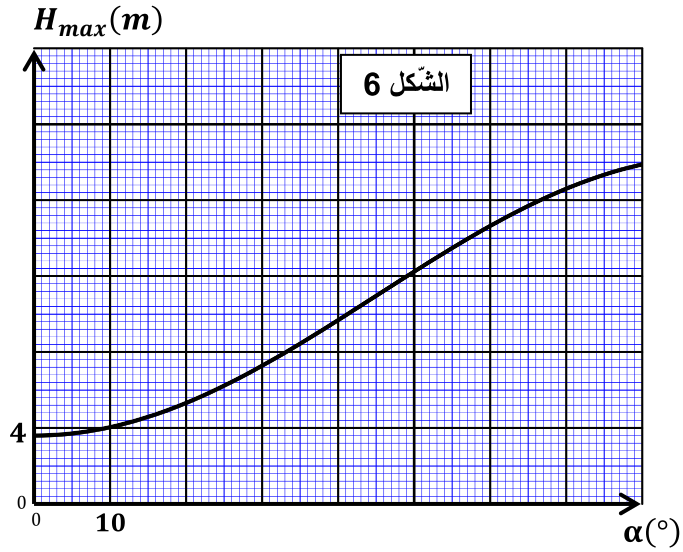
1.1. بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن ، عيّن عبارة المعادلتين الزّمنيتين $x_{(t)}$ و $z_{(t)}$ لحركة G .

2.1. أثبت أنّ معادلة المسار لحركة G تُكتب كما يلي : $z = -\frac{g}{2.v_0^2.cos^2(\alpha)}\cdot x^2 + (tan\,\alpha)x + H_0$

2. بالنسبة لنفس قيمة $\overrightarrow{v_0}$ ، تَعتمد خصائص القفزة (أقصى ارتفاع $H_{\max}$ و المدى $L_{\max}$) بشكل خاص على ميل المُنحدر α بالنسبة للمستوي الأفقي .

من المعادلات الزّمنية ومع الأخذ في الاعتبار القيم العددية ، تَمكّنا من رسم تطوّرات أقصى ارتفاع H_{max} والمدى L_{max} بدلالة تغيّرات الزّاوية α (**الشّكلان 6 و 7**) .



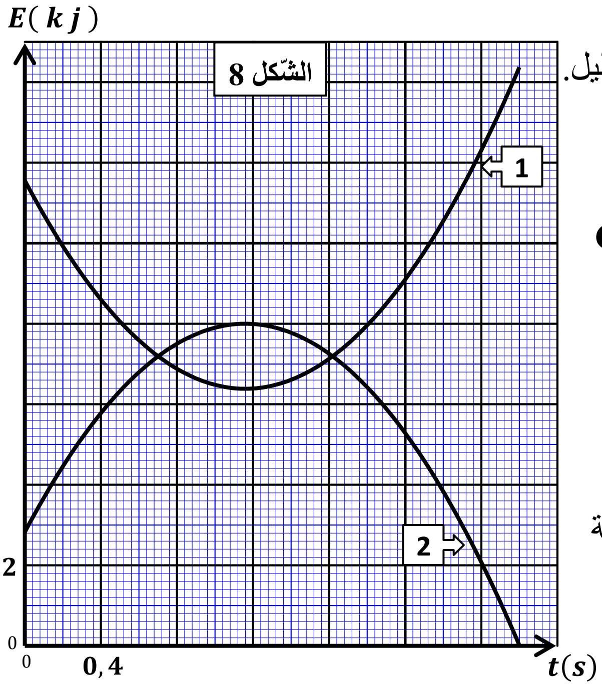


ليكون أداء القفزة ناجحًا، فبالإضافة لجودة التّنفيذ و السّقوط يُشْترط أيضًا أنْ يَكون المدى $L_{max} \geq 30\ m$ و أقصى ارتفاع $H_{max} \geq 8\ m$.

من بين المجالات الآتية المُقترحة في الجدول ، حدّد بالاعتماد على (**الشّكلين 6 و 7**) في أيّ مجال يجب أن تكون قيمة الزّاوية α لِتحقيق هذين الشّرطين؟

الرّابع	الثّالث	الثّاني	الأوّل	الاقتراح
$28° \leq \alpha \leq 55°$	$45° \leq \alpha \leq 60°$	$33° \leq \alpha \leq 55°$	$20° \leq \alpha \leq 30°$	المجال

.3 منْ أَجلِ زاوية α مُعينة ،مَكّنت برمجية خاصة من رسم المُنحنيين (**1** و **2**) أحدهما يمثّل تغيّرات الطّاقة الحركيّة $E_c(t)$ والآخر يمثل تغيّرات الطّاقة الكامنة الثّقاليّة $E_{pp}(t)$ للجملة (S + أرض) بدلالة الزّمن خلال حركة G من الموضع G_C إلى الموضع G_D (**الشّكل 8**) .



.1.3 من بين المُنحنيين (**1** و **2**) حدّد المُنحنى الممثّل لـ $E_c(t)$ مع التّعليل.

.2.3 باستخدام عبارة E_{C_0} ، احسب قيمة شعاع سرعة v_0 لحظة G مروره بالموضع G_C.

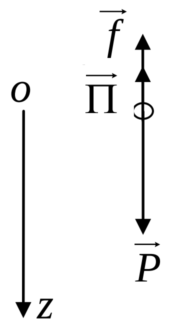
.3.3 باستغلال المُنحنى $E_c(t)$، حدّد خصائص شعاع سرعة $\overrightarrow{v_S}$ G لحظة مروره بالذروة G_S ، ثُمَّ استنتج قيمة الزّاوية α .

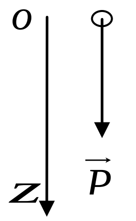
.4.3 باستغلال المُنحنى $E_{pp}(t)$، حدّد قيمة :

- H_0 (الارتفاع OG_C)
- H_{max} (أقصى ارتفاع) ثُمَّ تحقّق من قيمته باستعمال **الشّكل 6** .
- t_D (لحظة وصول مركز العطالة G للوضع G_D) ثُمَّ استنتج قيمة المدى L_{max} و تحقّق من قيمة هذا المدى باستعمال **الشّكل 7** .

.5.3 هلْ هذه القفزة تُحقّق الشّرطين السّابقين للقفزة النّاجحة ؟

انتهى الموضوع الثّاني

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة: مجزأة	العلامة: مجموع
التمرين الأول: (06 نقاط) أولا: سقوط كرية تحت تأثير الهواء:		
1.**المرجع المناسب لهذه الدراسة :** سطحي أرضي و نعتبره غاليليا	0,25	
2.**تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على الكرية:** 	$0,25 \times 3$	
3. **المعادلة التفاضلية لشدة قوة الإحتكاك** $\vec{f}$ **:**		
الجملة المدروسة : كرية ، **مرجع الدراسة**: سطحي أرضي الذي نعتبره غاليليا ،**القوى الخارجية** : $\vec{P}$ ، $\vec{f}$ ، $\vec{\Pi}$		
بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة المدروسة : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}_G$ $\vec{P} + \vec{f} + \vec{\Pi} = m\vec{a}_G$ $P - f - \Pi = ma_z$	0,25	
بالاسقاط على المحور oz نجد: $mg - f - \rho_0 Vg = m\dfrac{dv_z}{dt}$		
لدينا : $f = Kv \Rightarrow \dfrac{df}{dt} = K\dfrac{dv}{dt}$ $\dfrac{dv}{dt} = \dfrac{1}{K}\dfrac{df}{dt}$ ومنه: $mg - f - \rho_0 Vg = \dfrac{m}{K}\dfrac{df}{dt}$	0,25	
وبضرب الطرفين في $\dfrac{K}{m}$ نجد: $Kg - \dfrac{K}{m}f - K\dfrac{\rho_0 Vg}{m} = \dfrac{df}{dt}$ $\dfrac{df}{dt} + \dfrac{K}{m}f = Kg\left(1 - \dfrac{\rho_0 V}{m}\right)$		
$\dfrac{df}{dt} + \dfrac{K}{m}f = Kg\left(1 - \dfrac{\rho_0 V}{\rho V}\right) \Rightarrow \dfrac{df}{dt} + \dfrac{K}{m}f = Kg\left(1 - \dfrac{\rho_0}{\rho}\right)$	0,25	
وبالمطابقة بالعلاقة المعطاة في نص التمرين نجد: $\alpha = K\left(1 - \dfrac{\rho_0}{\rho}\right)$	0,25	
4. **باستغلال البيان:**		
1.4.**ثابت الاحتكاك** K **: أولا نحسب** τ : $f(\tau) = 0{,}63 f_{\lim} = 0{,}63 \times 4{,}2 \times 0{,}5 \times 10^{-2} = 1{,}32 \times 10^{-2}\ N$		
وباسقاط هذه القيمة على البيان نقرأ الزمن : $\tau = O{,}75s$	0,25	
$\tau = \dfrac{m}{K} \Rightarrow K = \dfrac{m}{\tau} = \dfrac{2{,}6 \times 10^{-3}}{0{,}75} = 3{,}47 \times 10^{-3}\ Kg.s^{-1}$	0,25	

2.4.السرعة الحدية $v_{\lim}$ **:** $f_{\lim}=Kv_{\lim}\Rightarrow v_{\lim}=\frac{f_{\lim}}{K}\Rightarrow v_{\lim}=\frac{4,2\times10^{-2}\times0,5}{3,47\times10^{-3}}=6,05m.s^{-1}$	0,25	
3.4.التسارع الإبتدائي a_0 **: ط 1 :** $a_0=\frac{v_{lm}}{\tau}=\frac{6,05}{0,75}=8,07m.s^{-2}$ **ط2:** $a_0=\frac{1}{K}\left(\frac{df}{dt}\right)_{t=0}=\frac{1}{3,47\times10^{-3}}\times\frac{4,2\times10^{-2}\times0,5}{0,75}=8,07m.s^{-2}$	0,25	
4.4.شدة دافعة أرخميدس Π **:** **ط 1 :عند** $t=0$ **:** $f=Kv=0\Rightarrow P-\Pi=ma_0\Rightarrow\Pi=m(g-a_0)$ $\Rightarrow\Pi=2,6\times10^{-2}(9,81-8,07)=4,5\times10^{-3}N$ **ط2: في النظام الدائم:** $a=\frac{dv}{dt}=0\Rightarrow P-f_{\lim}-\Pi=0\Rightarrow\Pi=mg-f_{\lim}$ $\Rightarrow\Pi=(2,6\times10^{-3}\times9,81)-(4,2\times10^{-2}\times0,5)=4,5\times10^{-3}N$	0,25	
5.4. حساب شدة محصلة القوى التي تخضع لها الكرية عند : $t=0,75s$ **ط 1:** من البيان $f=2,65\times0,5\times10^{-2}=1,32\times10^{-2}N$ ومنه : $\sum f_{ext}=P-f-\Pi=(2,6\times10^{-3}\times9,81)-(1,32\times10^{-2}\times0,5)-4,5\times10^{-3}$ $=0,78\times10^{-2}N$ **ط 2:** $\sum f_{ext}=ma=m\frac{dv}{dt}=m\frac{d\left(\frac{f}{K}\right)}{dt}=\frac{m}{K}\left(\frac{df}{dt}\right)_{t=0,75s}$ $=\left(\frac{2,6\times10^{-3}}{3,47\times10^{-3}}\right)\times\left(\frac{2,35\times0,5\times10^{-2}}{1,5\times0,75}\right)=0,78\times10^{-2}N$	0,25	
ثانيا: السقوط الحر للكرية: 1. **تعريف السقوط الحر:** هو سقوط الأجسام تحت تأثير ثقلها فقط (إهمال الاحتكاك مع الهواء ودافعة أرخميدس)	0,25	
2. **دراسة طبيعة الحركة :** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة كرية في المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا . $\sum\vec{f}_{ext}=m\vec{a}_G\Rightarrow\vec{P}=m\vec{a}_G$	0,25	
بالاسقاط على محور الحركة (oz) **:** $P=ma_z\Rightarrow a_z=g$ 	0,25	
وبماأن المسار مستقيم و a موجب و v موجبة ومنه الجداء: $a\times v$ موجب		
إذن الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.	0,25	

3. **حساب الارتفاع h :** $\frac{dv}{dt}=g \Rightarrow a_z=g$ ومنه بالتكامل: $v(t)=g.t$

و $\frac{dz}{dt}=g.t$ وبالتكامل : $z(t)=\frac{g.t^2}{2}$

0,25×3

بوضع: $h=z$ نجد: $h=\frac{g.t^2}{2}=\frac{9,81\times(2,75)^2}{2}=37,09\,m$

4. **حساب سرعة الكرية عند اللحظة :** $t=2,75\,s$:

0,25

$$v=g.t=9,81\times 2,75=26,98\,m.s^{-1}$$

0,25

المقارنة مع $v_{\lim}$: $v=26,98\,m.s^{-1}\rangle(v_{\lim}=6,05\,m.s^{-1})$

0,25

الاستنتاج: الهواء يؤثر على سرعة الكرية (كلما زادت سرعة الجسم تزداد شدة قوة الاحتكاك f التي تمنع الجسم من التسارع تتباطأ حركته).

التمرين الثاني (07 نقاط)

1. $u_R(t)$ **يُمكّننا من معرفة تطور** $i(t)$ وذلك حسب العلاقة: $u_R(t)=Ri(t)$ ومنه

0,25

$i(t)=\frac{(u_R)t}{R}$ وبالتالي:تغيرات $i(t)$ مماثلة لتغيرات $u_R(t)$ (مع قسمة قيم $u_R(t)$ على قيمة R).

2. **إرفاق كل منحنى بالوضع الموافق للبادلة K مع التبرير:**

البادلة K في الوضع	1	2	3
المنحنى	$h(t)$	$g(t)$	$f(t)$

0,25×3

0,25×2

التبرير: عند شحن مكثفة فارغة يتناقص التيار مع مرور الزمن والوشيعة تمانع مرور التيار لوقت قصير ،بينما المقاومة تقاوم التيار دون أن تغير في قيمته يبقى ثابت .

3. **التجربة الأولى :البادلة K في الوضع 1 :**

1.3.المعادلة التفاضلية التي يحققها التيار $i(t)$: بتطبيق قنون جمع التوترات :

0,25×2

$$u_C(t)+u_R(t)=E \Rightarrow \frac{q}{C}+Ri=E \Rightarrow \frac{1}{C}\frac{dq}{dt}+R\frac{di}{dt}=0$$

$$\Rightarrow \frac{i}{C}+R\frac{di}{dt}=0 \Rightarrow \frac{di}{dt}+\frac{1}{RC}i=0$$

2.3. عبارة كلا من α و A بدلالة مميزات الدارة:

$i(t)=Ae^{-\frac{t}{\alpha}} \Rightarrow \frac{di}{dt}=-\frac{A}{\alpha}e^{-\frac{t}{\alpha}}$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

0,25

$$-\frac{A}{\alpha}e^{-\frac{t}{\alpha}}+\frac{1}{RC}Ae^{-\frac{t}{\alpha}}=0 \Rightarrow \left(-\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{RC}\right)e^{-\frac{t}{\alpha}}=0 \Rightarrow \alpha=RC$$

من الشروط الابتدائية : عند $t=0$ لدينا: $i(0)=\frac{u_R(0)}{R}=\frac{E}{R}$

0,25

و $i(0)=Ae^0=A$ ومنه : $A=I_0=\frac{E}{R}$

	$0,25\times 2$	**3.3.** A **: هو شدة التيار الأعظمي ومن البيان** $h(t)$**:** $I_0=5\times 12,5=62,5\,mA$
	$0,25\times 2$	α**: هو ثابت الزمن** τ **ومن البيان** $h(t)$ **:** فاصلة تقاطع المماس مع محور الزمن تمثل ثابت الزمن $\tau=50\,ms$
		4.3. استنتاج قيمتي: R **و** C**:**
	0,25	$I_0=\dfrac{E}{R}\Rightarrow R=\dfrac{E}{I_0}=\dfrac{5}{62,5\times 10^{-3}}=80\,\Omega$
	0,25	$\tau=RC\Rightarrow C=\dfrac{\tau}{R}=\dfrac{50\times 10^{-3}}{80}=625\mu F$
		5.3. تحديد قيمة C_1 **: الربط على التسلسل:**
	$0,25\times 2$	$\dfrac{1}{C}=\dfrac{1}{C_1}+\dfrac{1}{C_1}\Rightarrow \dfrac{1}{C}=\dfrac{2}{C_1}\Rightarrow C_1=2C=2\times 625\times 10^{-6}=1,25\times 10^{-3}F$
		4. التجربة الثانية : البادلة K **في الوضع 2 :**
		1.4. المعادلة التفاضلية التي يحققها التيار $i(t)$**: بتطبيق قنون جمع التوترات :**
	$0,25\times 3$	$u_b(t)+u_R(t)=E\Rightarrow L\dfrac{di}{dt}+ri+Ri=E\Rightarrow L\dfrac{di}{dt}+(r+R)i=E$ $\Rightarrow\left(\dfrac{di}{dt}+\dfrac{(r+R)}{L}i=\dfrac{E}{L}\right)\times\left(\dfrac{L}{r+R}\right)$ $\Rightarrow\left(\dfrac{L}{r+R}\right)\times\dfrac{di(t)}{dt}+i(t)=\dfrac{E}{r+R}$
	0,25	**وبالمطابقة** مع العلاقة المعطاة نجد: $\tau=\dfrac{L}{r+R}$
		2.4. باستغلال المنحنى $g(t)$ **:**
	0,25	τ يمثل فاصلة نقطة تقاطع المماس عند المبدأ مع المستقيم ا لمقا رب $i=I_0$ نجد: $\tau=10\ ms$
		مميزات الوشيعة: L **و** r **:**
	0,25	$I_0=\dfrac{E}{R+r}\Rightarrow r=\dfrac{E}{I_0}-R=\dfrac{5}{12,5\times 4\times 10^{-3}}-80=20\ \Omega$
	0,25	$\tau=\dfrac{L}{r+R}\Rightarrow L=\tau\times(r+R)=10\times 10^{-3}\times(20+80)=1\,H$
		5. التجربة الثالثة : البادلة K **في الوضع 3 :**
	$0,25\times 2$	**1.5. بتطبيق ق ج التوترات عبارة** $i(t)$ **:** $u_R(t)+u_{R_1}(t)=E\Rightarrow Ri+R_1i=E$ $\Rightarrow(R+R_1)i=E\quad\Rightarrow i(t)=\dfrac{E}{R+R_1}$
		2.5. حساب قيمة R_1**:**
	0,25	$i_0=\dfrac{E}{R+R_1}\Rightarrow R_1=\dfrac{E}{i_0}-R=\dfrac{5}{12,5\times 4\times 10^{-3}}-80=20\ \Omega$

التمرين التجريبي (07 نقاط)

I. دراسة المحلول المؤكسد:

1.**تعريف الوسيط:** هو نوع كيميائي يُسرع التفاعل ولا يُشارك فيه.

نوع الوساطة في هذا التفاعل: وساطة متجانسة. 0,25

2.جدول تقدم التفاعل:

المعادلة		$2H_2O_2$	$=\ O_2$	$+\ H_2O$
الحالة	التقدم	كميات المادة بالمول		
ابتدائية	0	C_0V_0	0	بوفرة
وسطية	X	$C_0V_0-2x(t)$	$x(t)$	
نهائية	Xmax	$C_0V_0-2x_{max}$	x_{max}	

0,5

3.عبارة $x(t)$ بدلالة: V_{O_2} ، P_{O_2} ، T ، R من جدول التقدم لدينا:

$$\left.\begin{cases} n_{O_2}(t)=x(t) \\ P_{O_2}.V_{O_2}=n_{O_2}.R.T \end{cases}\right\} \Rightarrow P_{O_2}.V_{O_2}=x(t).R.T$$

$$\Rightarrow x(t)=\frac{P_{O_2}.V_{O_2}}{R.T}$$ 0,25

4.حساب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} : من العلاقة السابقة وفي الحالة النهائية لدينا

$$x_{max}=\frac{\left(P_{O_2}\right)_f.V_{O_2}}{R.T}$$ 0,25

من البيان: $\left(P_{O_2}\right)_f=5,65\times 2,5\times 10^{5}=14,125\times 10^{5}\,Pa$ 0,25

و $V_{O_2}=250-(95+5)=150\,mL=150\times 10^{-6}\,m^3$ 0,25

وبالتعويض نجد:

$$x_{max}=\frac{14,125\times 10^{5}\times 150\times 10^{-6}}{8,314\times(25+273)}=8,55\times 10^{-2}\,moL$$ 0,25

5. حساب التركيز المولي C_0 : الماء الأوكسيجيني محد لان التفاعل تام وعليه:

$$C_0V_0-2x_{max}=0\Rightarrow C_0=\frac{2x_{max}}{V_0}=\frac{2\times 8,55\times 10^{-2}}{95\times 10^{-3}}=1,8\ \ moL.L^{-1}$$ 0,25

التأكد من أنه يتوافق مع المحلول S : لدينا:

$$C_0=\frac{10P\,d}{M}\Rightarrow P=\frac{C_0M}{10\,d}=\frac{1,8\times 34}{10\times\left(\frac{1022}{1000}\right)}=5,98\,\%\approx 6\,\%$$ 0,25

وهو نفس القيمة المكتوبة على القارورة $6\,\%$ إذن المحلول يتوافق مع المحلول S_1 .

	$0,25\times 2$	**6. التأكد ن الدلالة 20Vol :** $$\left.\begin{aligned} x_{max} &= n_{(O_2)_f} = \frac{(V_{O_2})_f}{V_M} \\ x_{max} &= \frac{C_0V_0}{2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{(V_{O_2})_f}{V_M} = \frac{C_0V_0}{2}$$ $$\Rightarrow (V_{O_2})_f = \frac{C_0V_0V_M}{2} = \frac{1,8 \times 1 \times 22,4}{2} = 20,16\ L$$:
	$0,25$	**7. تحديد زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$ بيانيا:** $$(P_{O_2})_{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{(P_{O_2})_f}{2} = \frac{5,65\times 2,5\times 10^5}{2} = 7,06\times 10^5\ Pa$$ **بالاسقاط على البيان نجد:** $t_{\frac{1}{2}} = 20\min$
	$0,25$	**1.8 عبارة السرعة الحجمية :** $v_{Vol} = \frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$ و $x(t) = \frac{P_{O_2}.V_{O_2}}{R.T}$ ومنه: $$v_{Vol} = \frac{1}{V}.\frac{d\left(\frac{(P_{O_2})_t V_{O_2}}{RT}\right)}{dt} = \frac{V_{O_2}}{RT(V_0+V_1)}\frac{d(P_{O_2})_t}{dt}$$
	$0,25$	**2.8.حساب v_{Vol} عند $t=0$:** $$v_{Vol} = \frac{V_{O_2}}{RT(V_0+V_1)}\frac{d(P_{O_2})_t}{dt}$$ $$= \frac{150\times 10^{-6}}{8,314\times 298\times 100\times 10^{-3}} \times \left(\frac{4\times 2,5\times 10^5}{20}\right) = 0,03 moL/L.\min$$
	$0,25\times 2$	**II. دراسة محلول النشادر NH_3 :** **1. عبارة PH المزيج بدلالة الــ pKa والنسبة $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$:** **من عبارة ثابت الحموضة:** $K_a = \frac{[H_3O^+]_f.[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ و بادخال Log على الطرفين نجد: $$Log\ K_a = Log\left(\frac{[H_3O^+]_f.[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}\right)$$ ومنه: $$Log\ K_a = Log[H_3O^+] + Log\left(\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}\right)$$ بضرب الطرفين في 1- نجد:

$$-Log\ K_a = -Log[H_3O^+] - Log\left(\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}\right)$$

$$\Rightarrow pKa = PH - Log\left(\frac{NH_3}{NH_4^+}\right) \Rightarrow PH = pKa + Log\left(\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\right)$$

0,25

2. **معادلة تفاعل المعايرة :** $NH_3 + H_3O^+ = NH_4^+ + H_2O$.

0,25

1.3.المنحنى الموافق لتطور $[NH_3]$ **هو المنحنى** (2).لأن تركيزه يتناقص كلما سكبنا حجما من المحلول المعاير.

2.3. حساب قيمة الــــ pKa **وإتمام الجدول :**

لما: $V_A = 0$ لدينا من المنحنى : $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{9,6}{0,4} = 24$

0,25

$$PH = pKa + Log\left(\frac{NH_3}{NH_4^+}\right) \Rightarrow pKa = PH - Log\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$\Rightarrow pKa = 10,6 - Log\ 24 = 9,2$$

إكمال ملأ الجدول:

$0,25 \times 4$

pKa	0	5	10
PH	10,6	$PH = pKa = 9,2$	5,6
$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$	24	1	$2,5\times10^{-5} \approx 0$

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{PH-pKa} = 10^{5,6-9,2} = 2,5\times10^{-5} \approx 0$$

0,25

4. تعريف نقطة التكافؤ : هي النقطة التي يكون فيها المزيج في الشروط ستوكيومترية.

استنتاج قيمة C_B:

عند التكافؤ لدينا :

0,25

$$C_A V_{AE} = C_B V_B \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_{AE}}{V_B} = \frac{2\times10^{-2}\times10}{20} = 10^{-2}\,mol/L$$

ملاحظة : كيف وجدنا حجم التكافؤ ؟ من نقطة نصف التكافؤ لدينا

$$V_{A\left(\frac{E}{2}\right)} = \frac{V_{AE}}{2} = 5 \Rightarrow V_{AE} = 2\times5 = 10\ mL$$

0,25

5. **تبيان أن** NH_3 **أساس ضعيف :** من جدول القياسات $PH_E = 5,6 \langle 7$ فهي إذن معايرة NH_3 أساس ضعيف بحمض قوي.

6. تحديد الصفة الغالبة للثنائية : (NH_4^+/NH_3) :

0,25

$(pKa = 9,2) \langle (PH = 9,5)$ ومنه الصفة الغالبة هي الأساسية (NH_3)

عناصر الاجابة	العلامة: المجزءة	العلامة: الكاملة
التمرين الأول: (07 نقاط)		
الجزء الأوّل:		
1− تعريف النظائر: أنوية لنفس العنصر لها نفس العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي	0,25	
2− النظير المشع: نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا معطية نواة بنت أكثر استقرارا مع اصدار جسيمات $(\beta^-;\beta^+;\alpha)$ وقد يرافقها أشعة كهرومغناطيسية.	0,25	
3− معادلة التحول النووي: $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$	0,25	
نمط التفكك: β^-	0,25	
3−1−العبارة النظرية : $N(t)=N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t} \rightarrow \ln N(t)=\ln N_0-\lambda t \rightarrow \ln N(t)=\ln N_0-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t$	0,25	
3−2−العبارة البيانية : البيان عبارة عن خط مستقيم معادلته من الشكل : $\ln N(t)=at+b \rightarrow \begin{cases} a=\frac{19,8-24,8}{4,1256.10^4-0}=-1,21.10^{-4}ans^{-1} \\ b=24,8 \end{cases}$	0,25*2	
بالمطابقة نجد: $\begin{cases} a=-1,21.10^{-4}=-\frac{\ln 2}{t\,½} \\ b=24,8=\ln N_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t\,½=\frac{\ln 2}{1,21.10^{-4}}=5,728.10^3 ans \\ N_0=e^{24,8}=5,9.10^{10} \end{cases}$	0,25*2	
4− قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 للعينة. $A_0=\lambda.N_0=\frac{\ln 2}{t\,½}.N_0=\frac{\ln 2}{5,728.10^3.365.24.3600}.5,9.10^{10}=0,226\ \mathrm{Bq}$	0,25*2	
5−1−حساب عدد الأنوية: $r_0=\frac{N_0}{N_{12}} \Rightarrow N_{12}=\frac{N_0}{r_0}=\frac{5,9.10^{10}}{1,2.10^{-12}}=4,92.10^{22}$	0,25	
5 −2−قيمة كتلة العينة: $N=\frac{m}{M}N_A \Rightarrow m=\frac{N}{N_A}M=\frac{4,92.10^{22}}{6,02.10^{23}}.12=0,98\approx 1g$	0,25*2	
6−1− تبيان العبارة $r_t=r_0e^{-\lambda t}$: لدينا $\begin{cases} r_0=\frac{N_0}{N_{12}} \\ r_t=\frac{N(t)}{N_{12}} \end{cases} \rightarrow N(t)=N_0.e^{-\lambda t} \rightarrow r_t.\cancel{N}_{12}=r_0.\cancel{N}_{12}e^{-\lambda t} \rightarrow r_t=r_0e^{-\lambda t}$	0,25	
6−2− تحديد عمر رجل الجليد: $t=\frac{t\,½}{\ln 2}\ln\frac{r_0}{r_t}=\frac{5,728.10^3}{\ln 2}\ln\frac{1,2.10^{-12}}{0,632.10^{-12}} \Rightarrow t=5298.61 ans$	0,25	

6-3- رجل الجليد عاش في العصر النحاسي : قبل الميلاد $1991-5298.61=-3307.61$ 0,25

الجزء الثاني:

1- يسمى هذا المنحنى بـ: منحنى استون

يمثل تغيرات سالب طاقة الربط لكل نوكليون $-\frac{E_L}{A}$ بدلالة العدد الكتلي A. 0,25*2

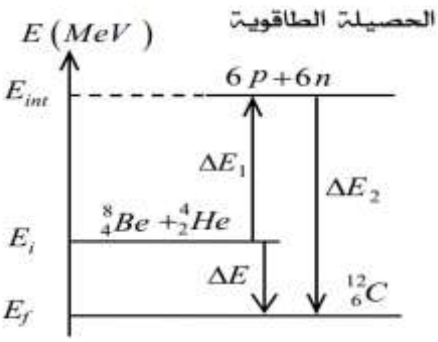
2- تصنيف الأنوية:

الأنوية المستقرة: $^{56}_{26}Fe$ الأنوية القابلة للانشطار : $^{235}_{92}U$ الأنوية القابلة للاندماج: $^{12}_{6}C\ ,\ ^{8}_{4}Be\ ,\ ^{4}_{2}He$ 0,25*3

3-1- نوع هذا التحول : الاندماج 0,25*2

تعريفه: تفاعل نووي مفتعل يتم فيه اتحاد نواتين خفيفتين لتشكيل نواة أثقل وأكثر استقرار مع تحرير طاقة.

3-2- مخطط : 0,25



3-3- حساب الطاقة المحررة:

$$E_{Lib}=E_{L(f)}-E_{L(i)}\Rightarrow E_{Lib}=E_{L\left(^{12}_{6}C\right)}-E_{L\left(^{8}_{4}Be\right)}-E_{L\left(^{4}_{2}He\right)}$$

$$E_{Lib}=(7,68\times12)-(7,05\times8)-(7,08\times4)$$

$$E_{Lib}=\ 7,44\,Mev$$ 0,25*2

استنتاج النقص الكتلي للتفاعل:

$$E_{Lib}=\Delta m\cdot c^2\Rightarrow\Delta m=\frac{E_{Lib}}{c^2}\Rightarrow\Delta m=\frac{7,44}{931,5}=0,00799\,u$$ 0,25

التمرين الثاني(6نقاط)

I. **تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .**

1- معادلة تفاعل: $\mathrm{HCOOH(aq)+H_2O(aq)=HCOO^-(aq)+H_3O^+(aq)}$ 0,25

- جدولا لتقدم التفاعل. 0,5

	$\mathrm{HCOOH(aq)}$	$\mathrm{+H_2O(aq)}$	$\mathrm{=HCOO^-(aq)}$	$\mathrm{+H_3O^+(aq)}$
الحالة ابتدائية	$c_0.V$	+	0	0
الحالةاثناء التفاعل	$c_0.V-x(t)$	+	$x(t)$	$x(t)$
الحالة النهائية	$c_0.V-x_{éq}$	+	$x_{éq}$	$x_{éq}$

2- .كتابة عبارة $\sigma_{éq}$:

$$\begin{cases}\sigma_{éq}=\sum\lambda_i\,[X_i]=\lambda_{HCOO^-}\left[HCOO^-\right]_{éq}+\lambda_{H_3O^+}\left[H_3O^+\right]_{éq}\\ \left[H_3O^+\right]_{éq}=\left[HCOO^-\right]_{éq}\end{cases}\Rightarrow\sigma_{éq}=\left(\lambda_{HCOO^-}+\lambda_{H_3O^+}\right)\left[H_3O^+\right]_{éq}$$ 0,25*2

3− نسبة التقدم النهائي τ_f :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{\left[H_3O^+\right]}{c_A} = \frac{\dfrac{\sigma_{éq}}{\left(\lambda_{HCOO^-} + \lambda_{H_3O^+}\right)}}{c_A} = \frac{\dfrac{0,1}{(35+5,46)}}{4\cdot 10^{-2}} = 0,0618$$

$\tau_f\,\% \approx 6,2\%$ — 0,25*3

4− عبارة كسر التفاعل Qr_f: $Qr_f = \dfrac{\left[H_3O^+\right]_{éq}\left[HCOO^-\right]_{éq}}{\left[HCOOH\right]_{éq}}$ — 0,25

- تبيان عبارة ثابت الحموضة $pk_A = \log\left(\dfrac{1-\tau_f}{c_A \times \tau_f^{\,2}}\right)$:

$$pk_A = -\log(K_A) \Rightarrow \begin{cases} pk_A = -\log \dfrac{\left[H_3O^+\right]_{éq}\left[HCOO^-\right]_{éq}}{\left[HCOOH\right]_{éq}} = -\log \dfrac{\left[H_3O^+\right]_f^2}{c_0 - \left[H_3O^+\right]_f} \\ \left[H_3O^+\right]_{éq} = \tau_f \times c_A \end{cases}$$

0,25*3

$$pk_A = -\log \frac{\left(\tau_f \times c_A\right)^2}{c_A - \left(\tau_f \times c_A\right)} \Rightarrow pk_A = \log\left(\frac{1-\tau_f}{c_A \times \tau_f^{\,2}}\right)$$

$$pk_A = \log\left(\frac{1-0,062}{4\times 10^{-2} \times (0,062)^2}\right) \approx 3,8$$

0,25

II. تفاعل الاسترة:

1- معادلة تفاعل الأسترة: $HCOOH(\ell) + C_2H_5OH(\ell) = HCOOC_2H_5(\ell) + H_2O(\ell)$ — 0,25

- اسم الاستر الناتج : ميثانوات الايثيل — 0,25

2- أهمية التسخين بالارتداد : تسريع التفاعل مع الحفاظ على كمية مادة المزيج التفاعلي. — 0,25

3- الطريقة العملية لمعرفة كمية مادة الحمض المتبقي: المعايرة اللونية للحمض باساس. — 0,25

- جدول التقدم التفاعل: — 0,25

	$HCOOH(\ell)$ +	$C_2H_5OH(\ell)$ =	$HCOOC_2H_5(\ell)$ +	$H_2O(\ell)$
الحالة ابتدائية	n_0	n_0	0	0
الحالة اثناء التفاعل	$n_0 - x(t)$	$n_0 - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$
الحالة النهائية	$n_0 - x_{éq}$	$n_0 - x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

عبارة تقدم التفاعل $n_{acid} = n_0 - x(t) \Rightarrow x(t) = n_0 - n_{acid}(t)$ — 0,25

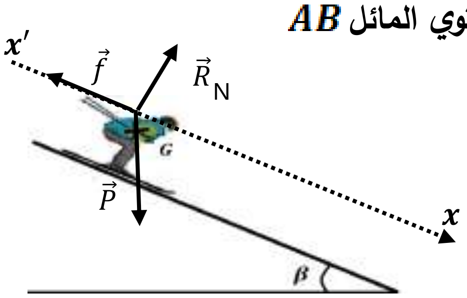
1.4. مردود التفاعل: $r = \dfrac{x_f}{x_m}\times 100 = \dfrac{0,67}{1}\times 100 = 67\%$ — 0,25

النتيجة متوقعة لان: — 0,5

2.4. ثابت التوازن : $K = \dfrac{n_{Ester}\times n_{eau}}{n_{acid}\times n_{alco}} = \dfrac{x_f^{\,2}}{\left(n_0 - x_f\right)^2} = \dfrac{(0,67)^2}{(1-0,67)^2} = 4$ — 0,5

التّمرين التّجريبي : (07 نقاط)

I- دراسة حركة مركز العطالة G للجملة الميكانيكية (S) على المستوي المائل AB



1− تمثيل القوى : — 0,25*3

2− عبارة التسارع : — 0,25*4

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum \overrightarrow{F_{ex}} = m \cdot \overrightarrow{a_G}$ على جملة الجسم (S)

في المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا

$$\sum \overrightarrow{F_{ex}} = m \cdot \overrightarrow{a_G} \Rightarrow \vec{R}_N + \vec{P} + \vec{f} = m \cdot \overrightarrow{a_G}$$

بإسقاط العلاقة الشعاعية وفق المحور الموجه $(x'x)$:

$$P_x - f = m \cdot a_x \Rightarrow a = \left(g \cdot \sin\beta - \frac{f}{m}\right)$$

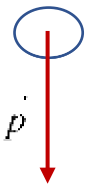
$$a = 9{,}81 . \sin(30^\circ) - \frac{160}{80} = 2{,}9\, m.s^{-2}$$

طبيعة الحركة : حركة مستقيمة متسارعة بانتظام

3− السرعة v_B : — 0,25*2

$$v_B^2 - v_A^2 = 2\,a\,x \Rightarrow v_B = \sqrt{2ax} \Rightarrow v_B = \sqrt{2 \times 2{,}9 \times 49} = 16.86\, m.s^{-1}$$

II- دراسة حركة مركز العطالة G للجملة الميكانيكية خلال القفز في الهواء



1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum \overrightarrow{F_{ex}} = m \cdot \overrightarrow{a_G}$ على جملة الجسم (S) في المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا

$$\sum \overrightarrow{F_{ex}} = m \cdot \overrightarrow{a_G} \Rightarrow \vec{P} = m \cdot \overrightarrow{a_G}$$

بالإسقاط على المحورين **Ox ; Oz** نجد المعادلات الزمنية: — 0,25*3

$$\begin{cases} 0 = m\,a_x \\ -P = m\,a_z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos\alpha \\ v_z(t) = -g\,t + v_0 \sin\alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(t) = v_0 \cos\alpha\, t \\ z(t) = -\frac{1}{2} g\, t^2 + v_0 \sin\alpha\, t + H_0 \end{cases}$$

2.1. معادلة المسار: — 0,25

$$\begin{cases} t = \dfrac{x}{v_0 \cos\alpha} \\ z = -\dfrac{1}{2} g \left(\dfrac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin\alpha \left(\dfrac{x}{v_0 \cos\alpha}\right) + H_0 \\ z = -\dfrac{1}{2} g \dfrac{x^2}{v_0^2 \cos^2\alpha} + \tan\alpha\, x + H_0 \end{cases}$$

2− مجال قيمة الزّاوية **α** لِتحقيق هذين الشّرطين هو: — 0,25

الثّاني
33° ≤ α ≤ 55°

3−

1.3. المُنحنى الممثّل لـ $Ec(t)$: المُنحنى (1) لان سرعة الجملة تتناقص بتزايد الارتفاع.	0,25	
2.3. حساب السرعة الابتدائية v_0: لدينا من المنحنى 1 $\begin{cases} Ec_0 = 11600\,j \\ Ec_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 \end{cases} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2Ec_0}{m}} = \sqrt{\frac{2\times 11600}{80}} \Rightarrow v_0 = 17{,}02\,m.s^{-1}$	0,25*2	
3.3. خصائص شعاع سرعة $v(S)$ لحظة مروره بالذروة GS : المبدأ: مركز عطالة الجملة / الحامل: المستقيم الموازي للمحور Ox /الجهة: جهة المحور Ox / الشدة: $Ec_s = 3{,}2\times 2\times 10^3 = 6{,}4\times 10^3\,j$ $Ec_s = \frac{1}{2}mv_s^2 \Rightarrow v_s = \sqrt{\frac{2Ec_s}{m}} = \sqrt{\frac{2\times 6{,}4\times 10^3}{80}} \Rightarrow v_s = 12{,}65\,m.s^{-1}$	0,25*2	
استنتاج قيمة الزّاوية α : $v_s = v_{0x} = v_0 \cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{v_s}{v_0} \Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{v_s}{v_0}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{12{,}65}{17{,}02}\right) \Rightarrow \alpha = 42^\circ$	0,25	
4.3. استغلال منحنى Epp ،لتحديد قيمة: لدينا من المنحنى (2) ✓ الارتفاع H_0 $O\,G_C$: $\begin{cases} Epp_0 = 1{,}4\times 2\times 10^3 = 2{,}8\times 10^3\,j \\ Epp_0 = m.g.H_0 \end{cases} \Rightarrow H_0 = \frac{Epp_0}{m.g} = \frac{2{,}8\times 10^3}{80\times 9{,}81} \Rightarrow H_0 = 3{,}57m$	0,25*2	
✓ أقصى ارتفاع H_{max} $\begin{cases} Epp_{max} = 8\times 10^3\,j \\ Epp_{max} = m.g.H_{max} \end{cases} \Rightarrow H_{max} = \frac{Epp_{max}}{m\times g} = \frac{8\times 10^3}{80\times 9{,}81} \Rightarrow H_{max} = 10{,}19m$	0,25	
✓ تحقّق من قيمته باستعمال **الشّكل 6** : $\alpha = 42^\circ \rightarrow H_{max} = 10{,}2m$	0,25	
✓ tD (لحظة وصول مركز العطالة **G** للوضع GD) : $t_D = 6{,}5\times 0{,}4 = 2{,}6s$	0,25	
✓ استنتج قيمة المدى L_{max} : $\begin{cases} x(t) = v_0 \cos\alpha\, t \\ t = t_D \rightarrow x(t) = L_{max} \end{cases} \Rightarrow L_{max} = v_0 \cos\alpha\, t_D = 17{,}02\times \cos(42)\times 2{,}6 \Rightarrow L_{max} = 32{,}89m$	0,25	
✓ التحقق من قيمة هذا المدى باستعمال **الشّكل 7** : $\alpha = 42^\circ \rightarrow L_{max} = 6{,}6\times 5 = 33m$	0,25	
5.3. نعم هذه القفزة تُحقّق الشّرطين السّابقين للقفزة الناجحة : $\alpha = 42^\circ \rightarrow \begin{cases} L_{max} = 33m \geq 30m \\ H_{max} = 10{,}2m \geq 8m \end{cases}$	0,25	