الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات
امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — دورة: 2019
الشعبة: علوم تجريبية
اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية — المدة: 03 سا و30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

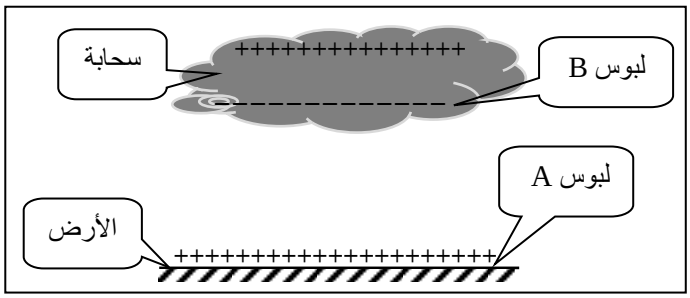
الموضوع الأول

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

التمرين الأول: (06 نقاط)

هل تعلم؟ في 27 أكتوبر 1998، قتلت الصاعقة فريق كرة قدم بأكمله في جمهورية الكونغو الديمقراطية.

أثناء العاصفة الرعدية، تُسبب التيارات العنيفة في السحاب تصادمات بين جزيئات الماء، ظهور شحنات موجبة وشحنات سالبة. الشحنتان متعاكستان ومنفصلتان: قاعدة السحابة مشحونة سلبًا والجزء العلوي إيجاباً. في نفس الوقت تكون التربة مشحونة إيجاباً كما بالشكل 1 المنمذج للصورة المقابلة.
وبالتالي، فإنها تشكل مكثفة مشحونة، أحد لبوسيها هو الأرض (اللبوس A الموجب) والآخر قاعدة السحابة (اللبوس B السالب)، سعتها C، التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة هو $U_{AB} = E = 10^8$ V.



الشكل 1. رسم تخطيطي للصورة

يهدف هذا التمرين إلى حساب المقاومة الكهربائية للهواء وذاتية وشيعة.

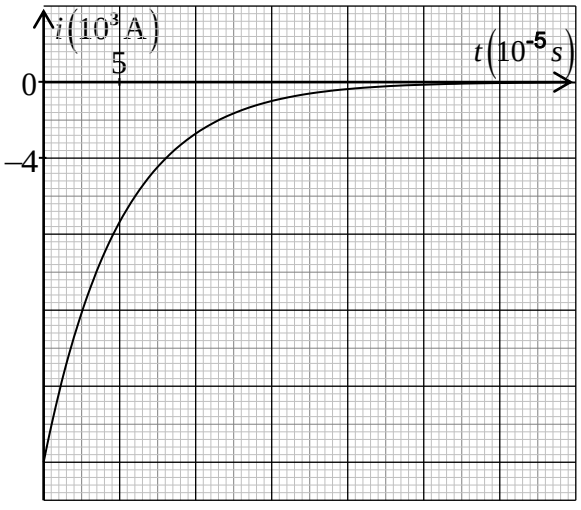
1. البرق ظاهرة كهربائية طبيعية تحدث نتيجة تفريغ كهربائي في الهواء الرطب ما بين الأرض وسحابة. نعتبر الهواء الرطب ناقلا أوميا مقاومته R.

تتطور شدة التيار الكهربائي أثناء التفريغ وفق المنحنى البياني الشكل 2.

1.1. ارسم شكلا تخطيطيا لدارة التفريغ الكهربائية المنمذجة للظاهرة الموصوفة بالشكل 1.

2.1. بتطبيق قانون جمع التوترات الكهربائية، أسس المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار $i(t)$.

3.1. بيّن أن: $i(t) = -I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة.



الشكل 2. تطور شدة التيار الكهربائي بدلالة الزمن

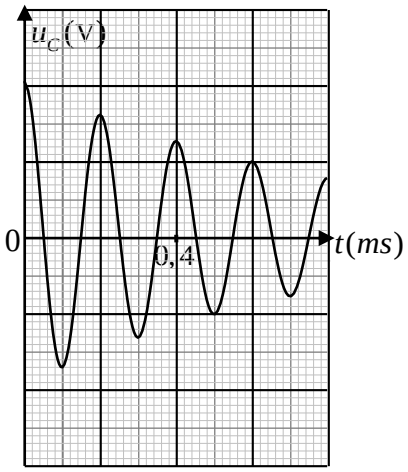
4.1. باستغلال البيان (الشكل 2):

1.4.1. استخرج قيمة كل من شدة التيار الكهربائي العظمى I_0 وثابت الزمن τ لثنائي القطب R,C.

2.4.1. احسب قيمة R واستنتج قيمة سعة المكثفة C.

5.1. المثلان القائلان «عندما يهدر الرعد، اذهب إلى الداخل» و «إذا كان هناك برق بالقرب من موقعك، فأنت لست آمنا بالخارج». على ضوء هذا أعط بعض قواعد الحماية من الصاعقة.

2. نربط مكثفة مشحونة سعتها $C=10^{-2}\,\mu F$ مع وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها r. بواسطة التجريب المدعم بالحاسوب $(ExAO)$ تم الحصول على منحنى تطور التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة $u_C(t)$ الشكل 3.



الشكل 3. تطور التوتر $u_C(t)$

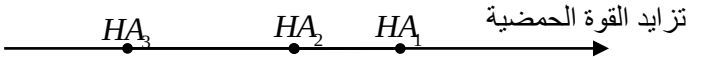
1.2. حدّد نمط الاهتزاز واستنتج قيمة شبه الدور T.

2.2. جِد قيمة ذاتية الوشيعة L باعتبار $T \approx T_0$
حيث: T_0 الدور الذاتي للدارة المثالية L,C.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

1. نقترح ثلاثة محاليل مائية (S_1)، (S_2) و (S_3) للأحماض HA_1، HA_2 و HA_3 على الترتيب لها نفس التركيز المولي $c=5\times10^{-2}\,mol\cdot L^{-1}$، قيم الـ pH للمحاليل الثلاث: 1,3، 3,2 و 2,9 وترتب هذه الأحماض حسب تزايد قوتها الحمضية الشكل 4.

يهدف هذا التمرين إلى مقارنة قوة الأحماض.



الشكل 4.

كل المحاليل مأخوذة في الدرجة $25°C$.

1.1. أعط تعريفا للحمض الضعيف.

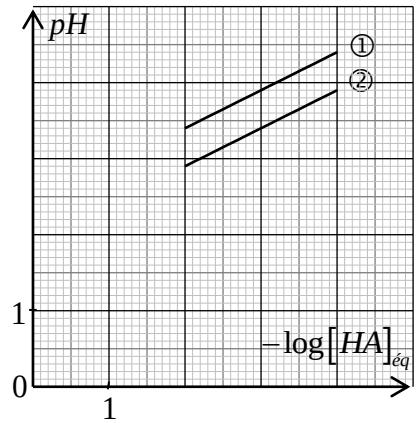
2.1. انسب لكل محلول قيمة الـ pH الموافق له مع التبرير.

3.1. بيّن أن الحمضين HA_2 و HA_3 ضعيفان وأن HA_1 حمض قوي.

4.1. اكتب عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية $HA(aq)/A^-(aq)$.

5.1. اثبت أن عبارة الـ pH تعطى بالعلاقة:

$$pH=-\frac{1}{2}\log[HA]_{éq}+\frac{1}{2}pKa$$



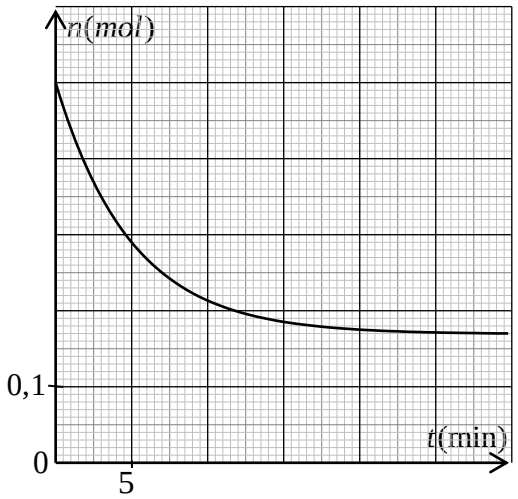
الشكل 5. تطور الـ pH بدلالة $-\log[HA]_{éq}$

6.1. من أجل قيم مختلفة للتركيز المولي $[HA]_{éq}$ للمحلولين الحمضيين الضعيفين السابقين، نقيس قيم pH الموافقة ثم نمثل المنحنى البياني لتطور الـ pH بدلالة $-\log[HA]_{éq}$ (الشكل 5).

1.6.1. ارفق كل منحنى بالحمض الموافق له مع التعليل.

2.6.1. حدّد قيمة pKa لكل ثنائية $HA(aq)/A^-(aq)$ من المنحنيين ① و ② بالشكل 5.

2. نسخن بالارتداد وبوجود وسيط، مزيجا ستوكيومتريا لأحد الحمضين النقيين السابقين مع الايثانول (C_2H_5-OH) فينتج المركب العضوي $(CH_3COO-C_2H_5)$ والماء.



الشكل 6. تطور كمية مادة الحمض المتبقي بدلالة الزمن

1.2. حدّد الوظيفة الكيميائية للمركب العضوي الناتج مع ذكر اسمه.

2.2. المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي الحادث عن طريق معايرة الحمض المتبقي مكنت من رسم المنحنى البياني لتطور كمية مادة الحمض المتبقي بدلالة الزمن $n=f(t)$ الشكل 6.

1.2.2. احسب سرعة اختفاء الحمض عند اللحظة $t=10\,min$ واستنتج سرعة التفاعل عند نفس اللحظة.

2.2.2. اذكر العوامل التي تؤثر في سرعة هذا التحول.

التمرين التجريبي: (07 نقاط)

تُعتبر منطقة تيميمون بولاية أدرار المعروفة بالواحة الحمراء مقصداً للسُيَّاح لممارسة رياضة التزحلق على الكثبان الرملية.

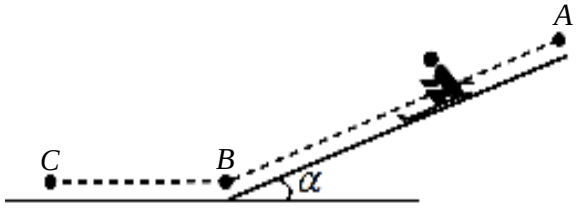
يهدف التمرين الى دراسة الحركة المستقيمة لمتزحلق على الرمل.

صورة لمتزحلق على الرمل

باستغلال شريط فيديو لمتزحلق (الشخص + لوازمه) تم تصويره من طرف أحد زوار منطقة تيميمون، ندرس الجملة {المتزحلق} التي مركز عطالتها G المنمذجة بنقطة مادية كتلتها m.

المعطيات:

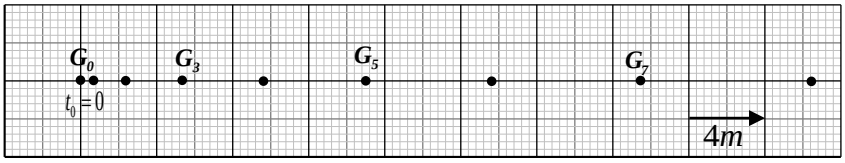
- كتلة الجملة $m=70\,kg$ ؛
- شدة تسارع حقل الجاذبية الأرضية $g=9,8\,m\cdot s^{-2}$ ؛
- طول المسار الأفقي $BC=12\,m$ ؛
- زاوية الميل $\alpha=41^{\circ}$.



الشكل 7

1. المرحلة الأولى (المسار AB):

حركة المتزحلق تتم على مستو مائل انطلاقا من النقطة A دون سرعة ابتدائية الشكل 7.
معالجة شريط الفيديو السابق ببرمجية *Avistep* مكّنتنا من تسجيل المواضع المتتالية لمركز عطالة الجملة خلال مجالات زمنية متتالية ومتساوية $\Delta t = 0,8\,s$ الشكل 8.



الشكل 8. تسجيل المواضع المتتالية لمركز عطالة الجملة

1.1. عرّف المرجع الغاليلي (العطالي).

2.1. احسب قيم السرعة في اللحظات t_3، t_5 و t_7 الموافقة للمواضع G_3، G_5، G_7 على الترتيب.

3.1. ارسم على ورق ميليمتري المنحنى البياني لتطور السرعة اللحظية بدلالة الزمن $v = f(t)$.

4.1. جِد بيانياً قيمة تسارع مركز عطالة الجملة a_G واستنتج طبيعة الحركة.

5.1. احسب بيانياً المسافة المقطوعة بين الموضعين G_0 و G_8.

6.1. بإهمال قوى الاحتكاك على المسار AB :

1.6.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جِد عبارة التسارع a'_G واحسب قيمته.

2.6.1. برّر الاختلاف بين قيمتي التسارع المحسوبتين في السؤالين (4.1.) و(1.6.1.).

2. المرحلة الثانية(المسار BC):

يصل المتزحلق الى النقطة B بسرعة $v_B = 12\,m\cdot s^{-1}$ ويواصل حركته المستقيمة على المستوي الأفقي BC ليتوقف عند الموضع C. تنمذج القوى المعيقة للحركة بقوة وحيدة $\vec{f}$ مماسية للمسار وثابتة في الشدة.

1.2. أحص ومثّل القوى الخارجية المطبقة على مركز عطالة الجملة G.

2.2. جِد شدة القوة f ، بتطبيق مبدأ إنحفاظ الطاقة للجملة المدروسة.

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

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

التمرين الأول: (06 نقاط)

داء الفاكيز يصيب النخاع العظمي ويُحدِث تكاثر غير طبيعي في الكريات الحمراء. لمعالجة هذا المرض يُحقن المريض بمحلول يحتوي على نظير الفوسفور ${}^{32}_{15}P$ الذي يُدمر الكريات الحمراء الزائدة بفعل الإشعاع المُنبعث منه.

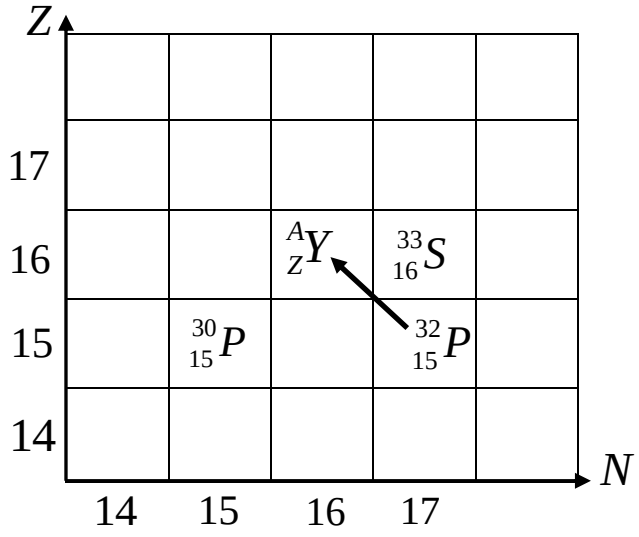
يهدف هذا التمرين إلى دراسة النشاط الإشعاعي لنظير الفوسفور.

المعطيات:

- ثابت أفوغادرو $N_A = 6,02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ؛
- نصف العمر $t_{1/2}({}^{32}_{15}P) = 14,32\,jours$ ؛
- $m({}^{32}_{15}P) = 31,97391u$ ؛
- $m({}^{30}_{15}P) = 29,97831u$ ؛
- كتلة البروتون $m_p = 1,00728u$ ؛
- كتلة النيترون $m_n = 1,00866u$ ؛
- $1u = 931,5\,MeV/c^2$.

1. اذكر أنواع التفككات الإشعاعية الطبيعية مع تحديد الجسيم المنبعث عن كل تفكك.

2. اعتمادا على المخطط الممثل في الشكل 1:



الشكل 1. مستخرج من المخطط $(N-Z)$

1.2. استنتج قيمة كل من العددين A و Z ثم أعط رمز النواة الموافقة.

2.2. اكتب معادلة تفكك النواة ${}^{32}_{15}P$ إلى النواة ${}^{A}_{Z}Y$ ، محددا نوع التفكك النووي الحادث.

3. في اللحظة $t = 0$ يُحقن مريض بجرعة من محلول يحتوي على كمية قدرها $n_0 = 3,12\times10^{-10}\,mol$ من نظير الفوسفور 32.

1.3. احسب عدد أنوية الفوسفور 32 المحتواة في هذه الجرعة.

2.3. يزول مفعول الجرعة عندما تتفكك $99\,\%$ من الأنوية الابتدائية، بيّن أن مفعولها يزول بعد $95\ jours$ من لحظة الحقن.

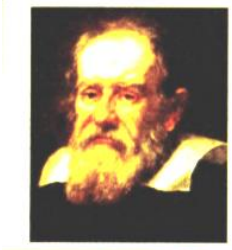
4. لعنصر الفوسفور نظير آخر هو ${}^{30}_{15}P$.

1.4. احسب طاقة الربط النووي E_ℓ لكل من النواتين ${}^{30}_{15}P$ و ${}^{32}_{15}P$ بالـ MeV.

2.4. بيّن أي النواتين أكثر استقرارا مع التعليل.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

في حياتنا اليومية، أمثلة كثيرة عن النواس الثقلي مثل: الأرجوحة، رقاص ساعة حائط، ثُريّة...



غاليلو غاليلي
(1564م – 1642م)

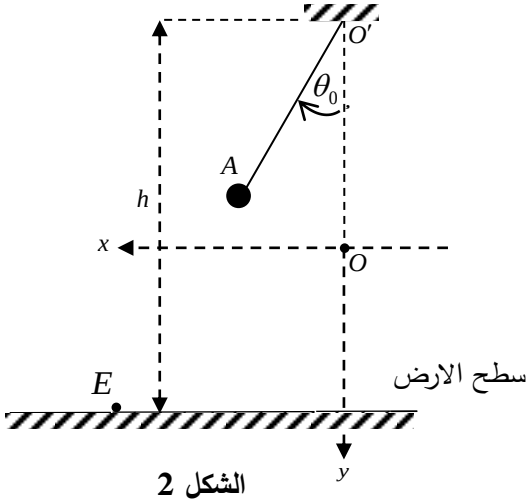
يُعتبر العالم الفيزيائي والفلكي الإيطالي غاليلو غاليلي، أوّل من استوحَى فكرة دراسة النواس الثقلي عندما شاهد الثُريّة المعلّقة في سقف قاعة الحفلات وهي تهتز بعد أن حرّكتها التيّارات الهوائية.

المعطيات:

- شدة تسارع حقل الجاذبية الأرضية $g = 9,8 m \cdot s^{-2}$ ؛
- نهمل تأثير الهواء.

أولاً: دراسة الحركة الاهتزازية للنواس البسيط

يُعتبر النواس البسيط نموذجا مثاليا للنواس الثقلي ويتألف من خيط مهمل الكتلة وعديم الامتطاط طوله ℓ مثبت من إحدى نهايتيه بنقطة O' ومعلق بنهايته الحرة كريّة كتلتها m مهملة الأبعاد بالنسبة لطول الخيط (جسم نقطي) الشكل 2.



الشكل 2

نُزيح النواس في المستوي الشاقولي عن وضع توازنه المستقر O بزاوية $\theta_0 = 8°$ في جهة نعتبرها موجبة، ثم نتركه لحاله من النقطة A دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t = 0$، فيُنجز اهتزازات حرّة حول محور أفقي مار بالنقطة O' ونقيس بواسطة ميقاتية زمن 10 اهتزازات كاملة فنجده $t = 14 s$.

1. عرّف دور النواس البسيط.

2. احسب قيمة الدور الذاتي T_0 للنواس البسيط.

3. نقترح أربع عبارات للدور الذاتي للنواس البسيط، اختر العبارة الصحيحة ثم علل إجابتك باستعمال التحليل البُعدي.

$$(1)\ T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad ؛ \quad (2)\ T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad ؛ \quad (3)\ T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\theta_0}{g}} \quad ؛ \quad (4)\ T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{\ell}}$$

4. احسب طول النواس البسيط (ℓ).

5. ضع الإشارة (✓) أمام العبارة الصحيحة والاشارة (✗) أمام العبارة الخاطئة لما يلي:

- الدور لا يتعلق بالكتلة m ..... ☐
- الدور يتناسب طردا مع $\sqrt{\ell}$ ..... ☐
- الدور يتناسب طردا مع $\sqrt{g}$ ..... ☐
- الدور يتعلق بالسعات الصغيرة θ_0 .... ☐

ثانياً: دراسة حركة قذيفة

عند مرور الكرية بوضع التوازن O في الاتجاه الموجب بالسرعة $v_0 = 0,3m \cdot s^{-1}$ ينقطع الخيط فتتحرر الكريّة في الهواء لتصطدم بسطح الأرض الذي يبعد عن المستوي الأفقي المار بنقطة التعليق O' بارتفاع $h = 1,5m$.

1. جِد، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن المعادلتين الزمنيّتين للحركة $x(t)$ و $y(t)$ في المعلم (Ox,Oy). الشكل 2.

2. استنتج معادلة المسار وحدّد احداثيي نقطة الاصطدام E بسطح الأرض.

3. عيّن خصائص شعاع سرعة مركز عطالة الكرية G عند الموضع E.

التمرين التجريبي: (07 نقاط)

تُصنّف التحولات الكيميائية إلى تامة وغير تامة.

نقترح في هذا التمرين دراسة تحولين أحدهما تام والآخر غير تام.

أولا: دراسة تفاعل الكحول (B) ذي الصيغة المجملة C_3H_8O مع شوارد البرمنغنات MnO_4^-

المعطيات:

- الكتلة المولية الجزيئية للكحول (B) $M(B) = 60g \cdot mol^{-1}$.

نضع في إيرلينة ماير موضوعة فوق مخلاط مغناطيسي حجما $V_0 = 50mL$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+(aq) + MnO_4^-(aq))$ تركيزه المولي $c_0 = 0,1mol \cdot L^{-1}$، المحمّض بحمض الكبريت المركّز.
في اللحظة $t = 0$ نضيف للمزيج كتلة قدرها $m = 3,75g$ من الكحول (B) ذي الصيغة الجزيئية المجملة C_3H_8O، حيث يصبح حجم الوسط التفاعلي $V_T = 60mL$. التحوّل الكيميائي الحادث بطيء، نُنمذِجه بالمعادلة الكيميائية:

$$5C_3H_8O(l) + 2MnO_4^-(aq) + 6H^+(aq) = 5C_3H_6O(l) + 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l)$$

1. عرّف كل من المُؤكسِد والمُرجِع.

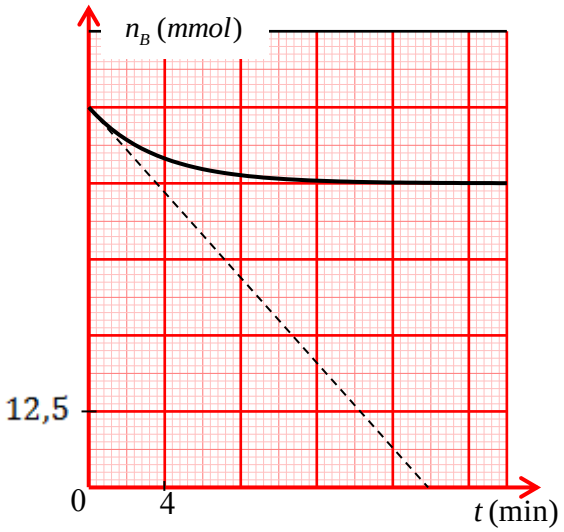
2. بيّن أنّ التفاعل الحادث هو تفاعل أكسدة–إرجاع، ثم اكتب الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل.

3. وضّح دور حمض الكبريت المركّز في هذا التفاعل.

4. أنشئ جدولاً لتقدّم التفاعل واحسب قيمة التقدّم الأعظمي x_{max}.

5. المتابعة الزّمنية لتطور كمّية مادة الكحول (B)، مكّنتنا من رسم المنحنى البيّاني الممثّل بالشكل 3.

1.5. حدّد قيمة التقدّم النهائي x_f ثمّ أثبت أنّ هذا التفاعل تام.



الشكل 3. تطور كمّية مادة الكحول (B) بدلالة الزمن

2.5. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثمّ حدّد بيانياً قيمته.

3.5. احسب السرعة الحجمية لاختفاء الكحول (B) في اللحظة $t=0$.

ثانيا: دراسة تفاعل الكحول (B) مع حمض الايثانويك (CH_3COOH).

لتحديد صِنف الكحول (B)، نجري تفاعل أسترة لمزيج ابتدائي متساوي المولات $(50\,mmol$ من الكحول (B) و $50\,mmol$ من حمض الايثانويك $(A))$ مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركّز.

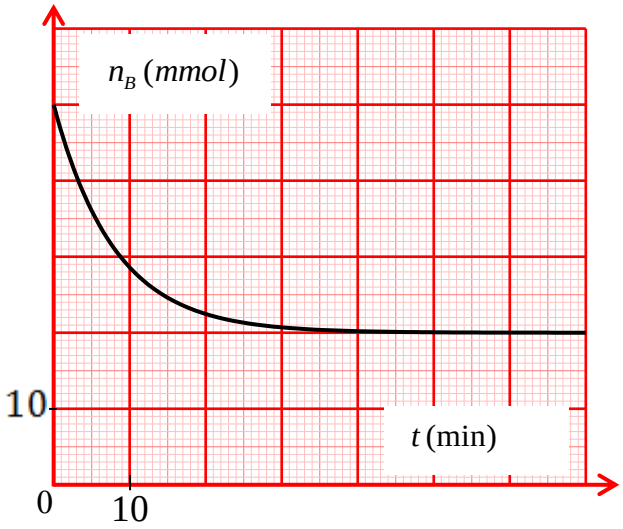
نُسخِّن المزيج بالارتداد لمدة ساعة.

1. وضِّح دور حمض الكبريت المركّز في هذا التفاعل.

2. اكتب معادلة التفاعل الحادث.

3. أنشئ جدولاً لتقدّم التفاعل واحسب قيمة التقدّم الأعظمي x_{max}.

4. المنحنى البياني الممثّل بالشكل 4 يُمثِّل تطور كمّية مادة الكحول (B) بدلالة الزمن:



الشكل 4. تطور كمّية مادة الكحول (B) بدلالة الزمن

1.4. اكتب بروتوكولا تجريبيا توضح فيه كيفية الحصول على المنحنى البياني الشكل 4.

2.4. حدّد قيمة التقدّم النهائي x_f وأثبت أنّ هذا التفاعل غير تام.

3.4. احسب مردود التفاعل واستنتج صِنف الكحول (B).

5. دعّم هذه الجملة بالتفسير أكثر «يمكن الحصول على الإستر السابق بتفاعل آخر تام، سريع وناشر للحرارة».

انتهى الموضوع الثاني