

الإمتحان الوطني الموحد للبيكالوريا
الدورة الحادية 2015
- الموضوع -

NS 28

ⵜⴰⵎⴰⵔⵜ ⵏ ⵓⵎⴰⵏ ⵏ ⵓⵙⴰⵎⴰⵏ
ⵜⴰⵎⴰⵔⵜ ⵏ ⵓⵙⴰⵎⴰⵏ ⵏ ⵓⵙⴰⵎⴰⵏ
ⵏ ⵓⵙⴰⵎⴰⵏ ⵏ ⵓⵙⴰⵎⴰⵏ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

المركز الوطني للتقويم والامتحانات
والتوجيه

3	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية: مسلك العلوم الفيزيائية	الشعبة أو المسلك

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة
تعطى التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية
لا يقبل التطبيق العددي غير المقرون بوحده الملائمة
يتضمن الموضوع أربعة تمارين

التمرين الأول (7 نقط) :

- الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم
- الجزء الثاني: دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع كحول

التمرين الثاني (3 نقط) :

- الموجات: انتشار الموجات الضوئية في وسط شفاف
- التحولات النووية: التناقص الإشعاعي للأستات 211

التمرين الثالث (4,5 نقط) :

- الجزء الأول: دراسة ثنائي القطب RC.
- الجزء الثاني: دراسة تضمين الوسع .

التمرين الرابع (5,5 نقط) :

- الجزء الأول: دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم
- الجزء الثاني: دراسة حركة متذبذب أفقي خاضع لاحتكاك مائع

التمرين الأول (7 نقط)

التنقيط

الجزآن الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم (2,25 نقط)

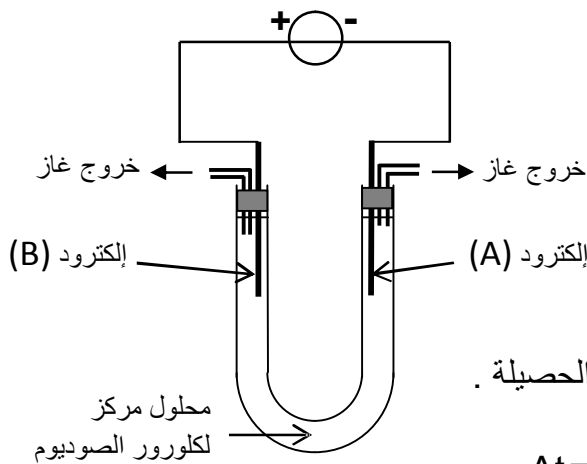
يُمكن التحليل الكهربائي من الحصول على غازات ذات نقاوة عالية .
ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مركز لكلورور الصوديوم $Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ، فيتكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثنائي الكلور وعلى مستوى الإلكترود الآخر غاز ثنائي الهيدروجين ؛ كما يصير الوسط التفاعلي قاعديا خلال التحول الكيميائي.

معطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التحول الكيميائي : $H_2O_{(l)} / H_{2(g)}$ و $Cl_{2(g)} / Cl^-_{(aq)}$.

- ثابتة فارادي : $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$.

- الحجم المولي في ظروف التجربة : $V_m = 25,0 \text{ L.mol}^{-1}$.



يمثل الشكل جانبه تبيان التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.

1- حدّد، مغللا جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود والإلكترود الذي يلعب دور الكاثود.

2- أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة .

3- يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 3 \text{ A}$.

أحسب حجم غاز ثنائي الكلور المتكون خلال المدة $\Delta t = 25 \text{ min}$.

الجزء الثاني: دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع الإيثانول (4,75 نقط)

يُستعمل حمض البنزويك كمادة حافظة في تعليب بعض المواد الغذائية والمشروبات الغازية غير الكحولية ، كما يدخل في تصنيع مجموعة من المركبات العضوية .

يهدف هذا الجزء إلى تحديد ثابتة الحمضية للمزدوجة $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$ وإلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول.

معطيات:

- تمت القياسات عند درجة الحرارة 25°C

- الكتلة المولية لحمض البنزويك : $M(C_6H_5COOH) = 122 \text{ g.mol}^{-1}$

- الكتلة المولية للإيثانول : $M(C_2H_5OH) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$

- الكتلة الحجمية للإيثانول الخالص : $\rho = 0,78 \text{ g.mL}^{-1}$

- الكتلة المولية لبنزوات الإيثيل : $M(C_6H_5COOC_2H_5) = 150 \text{ g.mol}^{-1}$

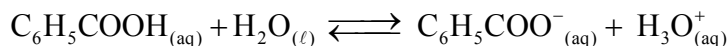
- الموصليتان الموليتان الأيونيتان : $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,23.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda_{H_3O^+} = 35.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.

- تعبير الموصلية σ لمحلول مخفف هو $\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$ حيث $[X_i]$ التركيز المولي الفعلي لكل نوع أيوني موجود في المحلول و λ_i موصليته المولية الأيونية .

- نهمل تأثير الأيونات HO^- على موصلية المحلول.

1- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض البنزويك تركيزه المولي $C = 10 \text{ mol.m}^{-3}$ وحجمه V .
أعطى قياس موصلية المحلول (S) القيمة $\sigma = 2,76.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ عند درجة الحرارة 25°C .
ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض البنزويك والماء بالمعادلة الكيميائية التالية :



- 1.1- بين أن نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل تساوي 0,072 . 0,75
1.2- أوجد تعبير خارج التفاعل $Q_{r,\text{eq}}$ عند التوازن بدلالة C و τ . 0,75
1.3- استنتج قيمة الثابتة pK_A للمزدوجة $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-}_{(\text{aq})}$. 0,75

2- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول

يتميز بنزوات الإيثيل بنكهة فاكهة الكرز، لذا يستعمل في الصناعة الغذائية لإضفاء هذه النكهة على المواد الغذائية المصنعة.

لتحضير بنزوات الإيثيل في المختبر، نمزج في حوجة الكتلة $m_{\text{ac}} = 2,44 \text{ g}$ من حمض البنزويك مع الحجم $V_{\text{al}} = 10 \text{ mL}$ من الإيثانول الخالص ونضيف بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز الذي يلعب دور الحفاز، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي تحت درجة حرارة ثابتة.

- 2.1- ما دور الحفاز في هذا التفاعل؟ 0,5
2.2- أكتب المعادلة الكيميائية المنمجة للتحول الحاصل بين حمض البنزويك والإيثانول مستعملاً الصيغ نصف المنشورة. 0,5
2.3- تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة $m_e = 2,25 \text{ g}$ من بنزوات الإيثيل. حدد قيمة r مردود التفاعل. 1
2.4- للرفع من مردود تفاعل تصنيع بنزوات الإيثيل، نعوض حمض البنزويك بمتفاعل آخر. أعط اسم هذا المتفاعل واكتب صيغته نصف المنشورة. 0,5

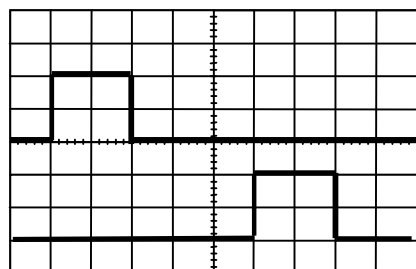
التمرين الثاني (3 نقط)

يتضمن التمرين خمسة أسئلة، حيث تم اقتراح أربعة أجوبة لكل سؤال.
انقل (ي) على ورقة التحرير رقم السؤال واكتب (ي) بجانبه الجواب الصحيح من بين الأجوبة الأربعة المقترحة دون إضافة أي تعليل أو تفسير.

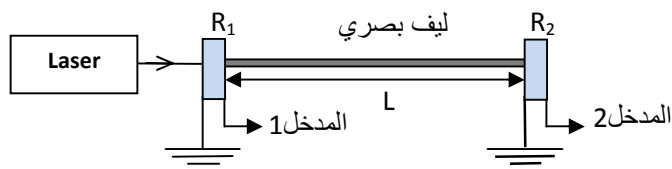
الموجات : (1,5 نقط)

تمكن الألياف البصرية من نقل المعلومات الرقمية بسرعة فائقة وبصبيب كبير مقارنة مع باقي الوسائط الأخرى.

لتحديد معامل الانكسار للوسط الشفاف الذي يُكوّن قلب ليف بصري، طوله L ، تم إنجاز تركيب تجريبي تبيانته ممثلة في الشكل 1، حيث يمكن اللاقطان R_1 و R_2 من تحويل الموجة الضوئية الأحادية اللون المنبعثة من جهاز اللازر إلى توتر كهربائي نعاينه على شاشة راسم التذبذب كما هو مبين في الشكل 2.



الشكل 2



الشكل 1

معطيات:

- الحساسية الأفقية : $0,2 \mu\text{s} / \text{div}$.
- سرعة الضوء في الفراغ : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
- ثابتة بلانك : $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$.

1- التأخر الزمني τ المسجل بين R_1 و R_2 هو :

$\tau = 1,0 \text{ ms}$ ■ $\tau = 1,4 \mu\text{s}$ ■ $\tau = 1,0 \mu\text{s}$ ■ $\tau = 0,6 \mu\text{s}$ ■

2- علما أن سرعة انتشار الموجة الضوئية في قلب الليف البصري تساوي $v \approx 1,87 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ، إذن معامل الانكسار n للوسط الشفاف الذي يُكوّن قلب الليف البصري هو:

$n \approx 1,7$ ■ $n \approx 1,6$ ■ $n \approx 1,5$ ■ $n \approx 0,63$ ■

3- إذا كان طول موجة ضوء الليزر في الفراغ هو $\lambda = 530 \text{ nm}$ ، فإن قيمة طاقة فوتون واحد من هذا الإشعاع تساوي بالوحدة جول (J):

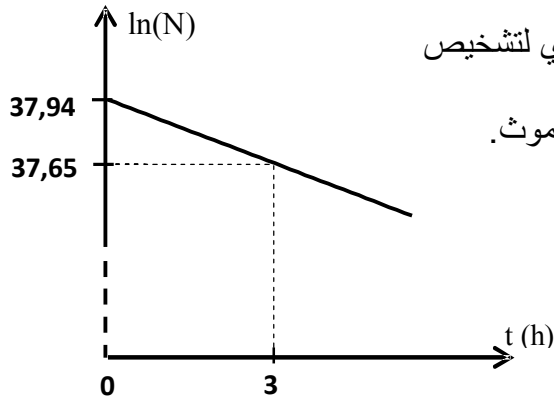
$E \approx 3,75 \cdot 10^{-28}$ ■ $E \approx 37,5 \cdot 10^{-19}$ ■ $E \approx 3,75 \cdot 10^{-19}$ ■ $E \approx 1,17 \cdot 10^{-48}$ ■

التحولات النووية: (1,5 نقط)

يستعمل الأساتات 211 ، إشعاعي النشاط α ، في الطب النووي لتشخيص وتتبع تطور بعض الأورام السرطانية.

ينتج عن تفتت نواة الأساتات ${}_{85}^{211}\text{At}$ النظير ${}_{84}^{208}\text{Bi}$ لعنصر البيزموث.

يمثل الشكل جانبه منحنى تغيرات $\ln(N)$ بدلالة الزمن t ، مع N عدد نوى الأساتات 211 المتبقية عند اللحظة t .



4- نواة البيزموث الناتجة عن تفتت النواة ${}_{85}^{211}\text{At}$ هي :



5- يساوي عمر النصف $t_{1/2}$ للأساتات 211 :

$t_{1/2} \approx 27,30 \text{ h}$ ■ $t_{1/2} \approx 7,17 \text{ h}$ ■ $t_{1/2} \approx 5,50 \text{ h}$ ■ $t_{1/2} \approx 4,19 \text{ h}$ ■

التمرين الثالث (4,5 نقط)

الجزآن الأول و الثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر صاعدة (2,5 نقط)

تمكّن المحاربير الإلكترونية من قياس درجة الحرارة المرتفعة جدا التي لا يمكن قياسها بواسطة المحاربير الكحولية أو الزئبقية. تعتمد بعض هذه المحاربير في اشتغالها على تصرف ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر صاعدة، حيث تتغير المقاومة R مع درجة الحرارة.

لمعرفة العلاقة بين المقاومة الكهربائية R ودرجة الحرارة θ ، أنجزت أستاذة الفيزياء تركيبا تجريبيا تبيانه ممثلة في الشكل 1 والمكوّن من :

- مكثف سعته $C = 1,5 \mu\text{F}$ ؛

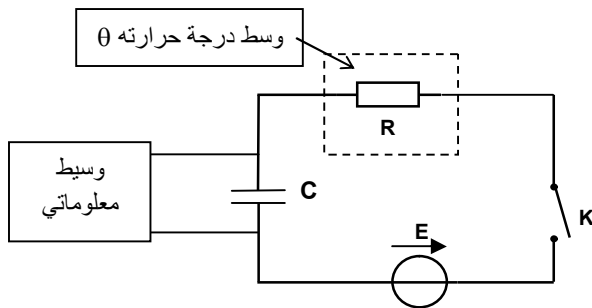
- مجس حراري، وهو عبارة عن ثنائي قطب مقاومته

الكهربائية R تتغير مع درجة الحرارة θ ؛

- مولد مؤمّنل للتوتر، قوته الكهربائية $E = 6 \text{ V}$ ؛

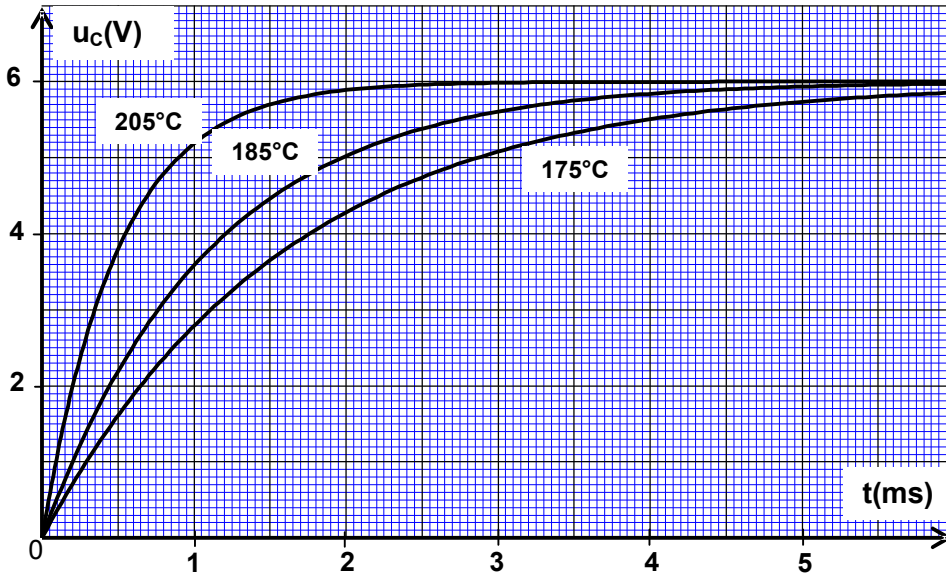
- قاطع التيار K ؛

- وسيط معلوماتي يمكّن من تتبع تطور التوتر u_C بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.



الشكل 1

بعد وضع المجس الحراري في وسط درجة حرارته θ قابلة للضبط وغلق قاطع التيار K ؛ قامت الأستاذة بشحن المكثف عند درجات حرارة مختلفة ، فحصلت على المنحنيات التجريبية الممثلة في الشكل 2.



الشكل 2

1.1. 0,5 انقل تبيانة الشكل 1 على ورقة التحرير ومثل عليها التوتر بين مربطي المكثف $u_c(t)$ والتوتر بين مربطي المجس الحراري $u_R(t)$ في الاصطلاح مستقبلي.

1.2. 0,5 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_c(t)$.

1.3. 0,5 يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل $u_c(t) = A + Be^{-\frac{t}{RC}}$ ، أوجد الثابتين A و B.

1.4. 0,5 حدد ثابتة الزمن τ_1 عند درجة الحرارة

$\theta_1 = 205^\circ\text{C}$ ، ثم استنتج تأثير ارتفاع درجة الحرارة

على مدة شحن المكثف .

1.5. 0,5 لقياس درجة الحرارة θ_2 لفرن كهربائي ، وضعت

الأستاذة المجس الحراري المدروس في الفرن ، ثم

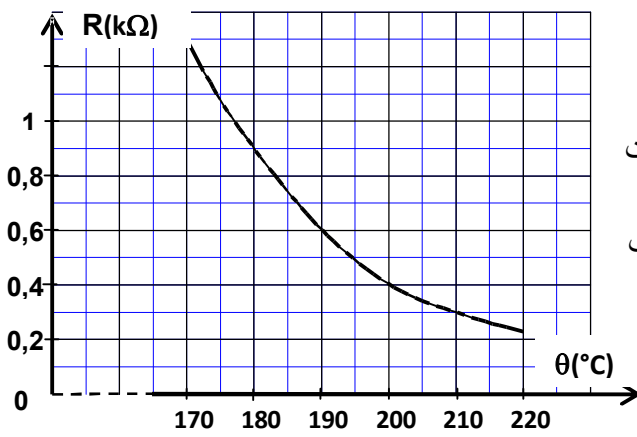
حددت تجريبيا ثابتة الزمن τ_2 باستعمال نفس التركيب

السابق (الشكل 1) ، فوجدت القيمة $\tau_2 = 0,45\text{ms}$.

يعطي منحني الشكل 3 تغيرات مقاومة المجس

الحراري R بدلالة درجة الحرارة θ .

أوجد قيمة درجة الحرارة θ_2 داخل الفرن الكهربائي.



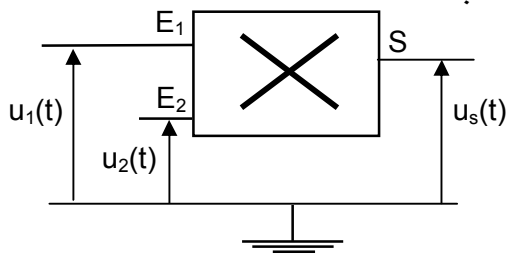
الشكل 3

الجزء الثاني: دراسة تضمين الوسع (2 نقط)

نلجأ إلى عملية التضمين لنقل المعلومات لمسافات كبيرة جدا بواسطة موجات كهرومغناطيسية . من بين المركبات

الإلكترونية المعتمدة في تضمين الوسع ، نستعمل دائرة متكاملة منجزة للجداء.

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تضمين الوسع.



الشكل 4

خلال حصة الأشغال التطبيقية، طبقت مجموعة من التلاميذ

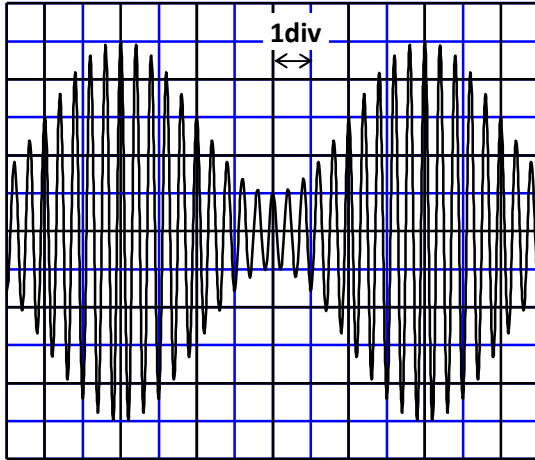
توترا جيبيا تعبيره $u_1(t) = U_0 + U_{m1} \cos(2\pi ft)$ عند المدخل E_1

لدائرة متكاملة منجزة للجداء، حيث U_0 توتر المركبة المستمرة،

وتوترا جيبيا تعبيره $u_2(t) = U_{m2} \cos(2\pi Ft)$ الموافق لموجة

حاملة عند المدخل E_2 . (الشكل 4)

2.1 0,75 يكون تعبير التوتر $u_s(t)$ عند مخرج الدارة المتكاملة هو: $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$ ، مع k ثابتة تتعلق بالدارة المتكاملة.



الشكل 5

بين أن وسع التوتر $u_s(t)$ يكتب على الشكل :

$$U_s = A [1 + m \cdot \cos(2\pi f t)]$$

2.2 0,5 بعد ضبط كاشف التذبذب على الحساسيتين 1V/div و 0,5 ms/div ، عاين التلاميذ توتر الخروج $u_s(t)$ المحصل عليه والممثل في الشكل 5.

حدد التردد f للإشارة المضمنة والتردد F للموجة الحاملة.

2.3 0,75 بحساب نسبة التضمين m ، بين أن التضمين جيد.

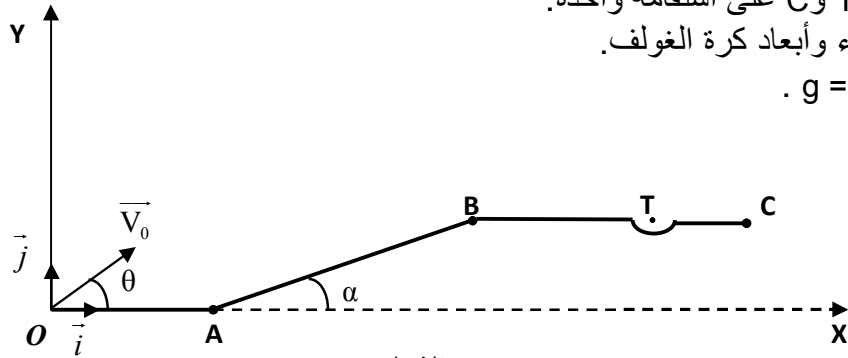
التمرين الرابع (5,5 نقط)

الجزآن الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم (3 نقط)

يتكون أحد مدارات ملعب الغولف من ثلاثة أجزاء:

- جزء أفقي OA طوله $OA = 2,2 \text{ m}$ ،
 - جزء AB طوله $AB = 4 \text{ m}$ ومائل بزاوية $\alpha = 24^\circ$ بالنسبة للمستوى الأفقي ،
 - جزء BC أفقي به حفرة مركزها T يبعد عن النقطة B بالمسافة $BT = 2,1 \text{ m}$.
- توجد النقط B و T و C على استقامة واحدة.
نهمل تأثير الهواء وأبعاد كرة الغولف.
نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.



الشكل 1

تتم دراسة حركة الكرة في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ المرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا.

عند اللحظة $t = 0$ ، تم إرسال كرة الغولف من النقطة O نحو المركز T للحفرة بسرعة بدئية $V_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$.

تكون المتجهة $\vec{V}_0$ زاوية $\theta = 45^\circ$ مع المحور الأفقي (Ox) . (الشكل 1)

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلتين الزميتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة الكرة.

2- استنتج معادلة مسار الكرة.

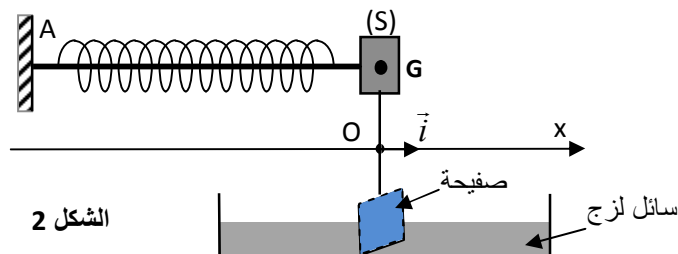
3- حدد قيمة x_s أفصول قمة مسار الكرة.

4- تحقق من أن الكرة تمر من النقطة T مركز الحفرة.

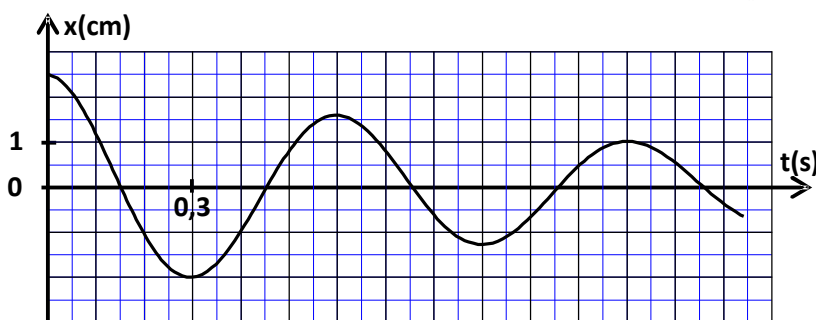
الجزء الثاني : دراسة متذبذب أفقي (2,5 نقط)

ندرس في هذا الجزء تذبذبات مجموعة ميكانيكية (جسم صلب- نابض) في وضعية تكون فيها الاحتكاكات المائعة غير مهمة.

نعتبر جسما صلبا (S)، كتلته m ومركز قصوره G ، مثبتا بطرف نابض كتلته مهمة ولفاته غير متصلة وصلابته $K = 20 \text{ N.m}^{-1}$. الطرف الآخر للنابض مرتبط في النقطة A بحامل ثابت. بواسطة ساق، نثبت صفيحة بالجسم (S) ثم نغمر جزءا منها في سائل لزج كما يبين الشكل 2.



- نهمل كتلة كل من الساق والصفيحة أمام كتلة الجسم (S).
- نمعلم موضع G عند اللحظة t بالأفصول x على المحور (Ox) .
- يطابق أفصول G_0 ، موضع G عند التوازن، النقطة O أصل المحور (Ox) .
- ندرس حركة G في معلم أرضي نعتبره غاليليا.
- نختار الموضع G_0 مرجعا لطاقة الوضع المرنة للمتذبذب والمستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- يكون النابض غير مشوه عند التوازن.
- نزيج الجسم (S) بمسافة d عن موضع توازنه ثم نحرره بدون سرعة بدئية.
- مكن جهاز مسك معلوماتي مناسب من خط منحنى تغيرات أفصول مركز القصور G بدلالة الزمن، الشكل 3.



الشكل 3

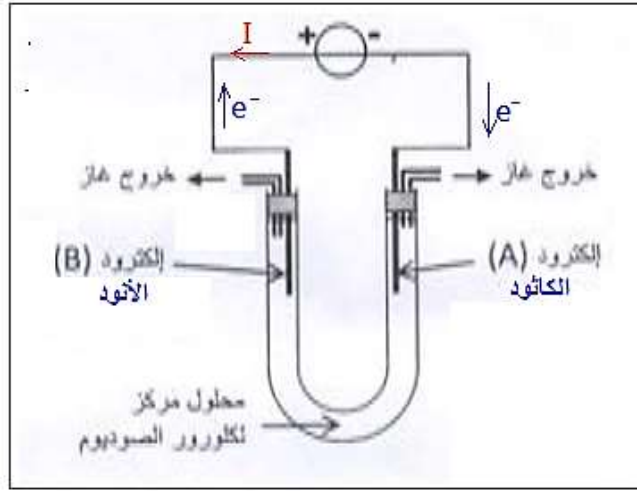
- 1- أي نظام للتذبذب يبرزه المنحنى الممثل في الشكل 3 ؟ 0,5
- 2- بحساب تغير طاقة الوضع المرنة للمتذبذب بين اللحظتين $t_0 = 0$ و $t_1 = 1,2 \text{ s}$ ، أوجد الشغل $W(\vec{F})$ لقوة الارتداد التي يطبقها النابض بين هاتين اللحظتين. 1
- 3- حدّد تغير الطاقة الميكانيكية ΔE_m للمجموعة بين اللحظتين t_0 و t_1 وأعط تفسيراً للنتيجة المحصل عليها. 1



تصحيح الامتحان الوطني للفيزياء 2015 الدورة العادية مسلك العلوم الفيزيائية

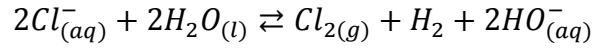
التمرين الأول

الجزء الأول : التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم



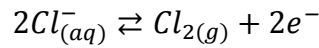
1- حسب تبيانة التركيب التجريبي منحى مرور الإلكترونات عكس منحى التيار الكهربائي حيث تنتقل الإلكترونات من الإلكترود B نحو الإلكترود A (أنظر الشكل جانبه) **الإلكترود A يمثل الكاثود** يحدث على مستواه اختزال (أي اكتساب e^-). **الإلكترود B يمثل الأنود** تحدث على مستواه أكسدة (أي فقدان e^-).

2- بجوار الكاثود يحدث اختزال جزيئة الماء:
 $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)} + 2HO_{(aq)}^-$
 بجوار الأنود تحدث أكسدة أيون Cl^- الكلورور :
 $2Cl_{(aq)}^- \rightleftharpoons Cl_{2(g)} + 2e^-$
 المعادلة الحصيلة :



3- حساب حجم غاز الكلور المتكون عند الأنود :

من خلال نصف المعادلة :



$$n(Cl_2) = \frac{n(e^-)}{2}$$

لدينا:

نعلم أن:

$$\left[\begin{array}{l} n(Cl_2) = \frac{V(Cl_2)}{V_m} \\ n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I\Delta t}{F} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V(Cl_2)}{V_m} = \frac{I\Delta t}{2F} \Rightarrow V(Cl_2) = \frac{I\Delta t \cdot V_m}{2F}$$

ت.ع :

$$V(Cl_2) = \frac{3 \times 25 \times 60 \times 25}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} \approx 0,58 L$$

الجزء الثاني : دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع الإيثانول

1-دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء

1.1-الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل :

المعادلة الكيميائية		$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	CV	وفير	0	0
حالة التحول	x	C.V - x	وفير	x	x
الحالة النهائية	x _{éq}	C.V - x _{éq}	وفير	x _{éq}	x _{éq}

تعبيرنسبة التقدم :

$$\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$$

المتفاعل المحد هو الحمض : $C.V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C.V$

حسب تعريف الموصلية :

$$\sigma = \lambda_{C_6H_5COO^-} [C_6H_5COO^-]_{éq} + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_{éq}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$\sigma = \lambda_{C_6H_5COO^-} [H_3O^+]_{éq} + \lambda_{(H_3O^+)} [H_3O^+]_{éq} \Leftarrow [A^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V}$$

$$x_{éq} = \frac{\sigma.V}{\lambda_{C_6H_5COO^-} + \lambda_{(H_3O^+)}} \Leftarrow \sigma = (\lambda_{C_6H_5COO^-} + \lambda_{(H_3O^+)}) \frac{x_{éq}}{V}$$

نسبة التقدم :

$$\tau = \frac{\sigma.V}{(\lambda_{C_6H_5COO^-} + \lambda_{(H_3O^+)}) . C.V} = \frac{\sigma}{(\lambda_{C_6H_5COO^-} + \lambda_{(H_3O^+)}) . C}$$

ت.ع :

$$\tau = \frac{2,76.10^{-2}}{(3,23.10^{-3} + 35.10^{-3}) \times 10} \Rightarrow \tau = 0,072$$

1.2- تعبير خارج التفاعل عند التوازن :

$$Q_{r,éq} = \frac{[A^-]_{éq} [H_3O^+]_{éq}}{[AH]_{éq}}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$\begin{cases} [A^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} \\ [AH]_{\text{éq}} = \frac{C \cdot V - x_{\text{éq}}}{V} = C - \frac{x_{\text{éq}}}{V} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [A^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} \\ [AH]_{\text{éq}} = C - [H_3O^+]_{\text{éq}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [A^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} = c \cdot \tau \\ [AH]_{\text{éq}} = C - 10^{-pH} = C - C \cdot \tau \end{cases}$$

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{([H_3O^+]_{\text{éq}})^2}{C - [H_3O^+]_{\text{éq}}} = \frac{(C \cdot \tau)^2}{C - C \cdot \tau} \Rightarrow Q_{r,\text{éq}} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$$

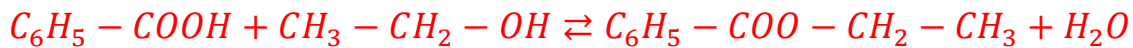
1.3- استنتاج قيمة pK_A
لدينا : $Q_{r,\text{éq}} = K_A$ و $pK_A = -\log K_A$

$$pK_A = -\log \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$$

$$pK_A = -\log \left(\frac{10 \cdot 10^{-3} \times 0,072}{1 - 0,072} \right) \approx 4,25$$

2- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول
2.1- دور حمض الكبريتيك (الحفاز) تسريع التفاعل .

2.2- معادلة التفاعل بين حمض البنزويك والإيثانول :



2.3- تحديد مردود التفاعل :
حسب تعريف المردود :

$$r = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{max}}} = \frac{n_e}{x_{\text{max}}}$$

حسب الجدول الوصفي :

المعادلة الكيميائية		$C_6H_5 - COOH + CH_3 - CH_2 - OH \rightleftharpoons C_6H_5 - COO - CH_2 - CH_3 + H_2O$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mmol)			
الحالة البدئية	0	$n_0(ac)$	$n_0(al)$	0	0
الحالة الوسيطة	x	$n_0(ac) - x$	$n_0(al) - x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$n_0(ac) - x_f$	$n_0(al) - x_f$	x_f	x_f

$$n_0(ac) = \frac{m_{ac}}{M(C_6H_5COOH)} = \frac{2,44}{122} = 0,02 \text{ mol}$$

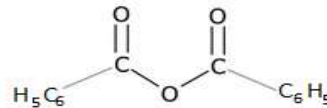
$$n_0(al) = \frac{m_{al}}{M(C_2H_5OH)} = \frac{\rho \cdot V}{M(C_2H_5OH)} = \frac{0,78 \times 10}{46} = 0,17 \text{ mol}$$

المتفاعل المحد هو حمض البنزويك والتقدم الاقصى $x_{max} = 0,02 \text{ mol}$

$$n_{est} = \frac{m_e}{M(C_6H_5COOC_2H_5)} = \frac{2,25}{150} = 0,015 \text{ mol}$$

$$r = \frac{n_{est}}{x_{max}} = \frac{0,015}{0,02} = 0,75 \Rightarrow r = 75\%$$

2.4- للرفع من مردود التفاعل نعوض حمض البنزويك **بأندريد البنزويك** صيغته نصف المنشورة هي :



التمرين الثاني : الموجات و التحولات النووية

تعلييل اجوبة هذا التمرين ليس مطلوبا

الموجات

1- التأخر الزمني τ هو $\tau = 1\mu s$

التعلييل ليس مطلوبا

لدينا :

$$\tau = \frac{0,2\mu s}{div} \times 5div = 1,0 \mu s$$

2- معامل انكسار الوسط الشفاف n هو $n \approx 1,6$

التعلييل

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3.10^8}{1,87.10^8} \approx 1,6$$

3- طاقة فوتون هذا الإشعاع هو $E \approx 3,75.10^{-19} J$

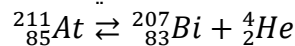
التعلييل

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{6,63.10^{-34} \times 3.10^8}{530.10^{-9}} \approx 3,75.10^{-19} J$$

التحولات النووية

4- نواة البزموت الناتجة عن تفتت النواة $^{211}_{83}At$ رمزها هو $^{207}_{83}Bi$.

التعلييل باستعمال قانونا صودي نحصل على معادلة التفتت التالية :



5- عمر النصف للاسيتات 211 يساوي : $t_{1/2} \approx 7,17 h$

التعلييل

قانون التناقص الاشعاعي : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ أي : $\log N = \log N_0 - \lambda t$

$$\text{Log} N = \log N_0 - \frac{\ln 2}{t_{1/2}} t$$

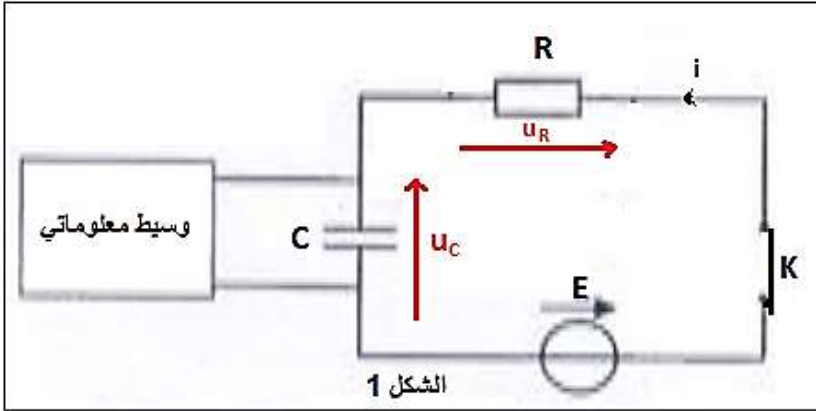
المعامل الموجه للدالة التآلفية $\text{Log} N = f(t)$ هو $K = \frac{37,65-37,94}{3-0} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

$$t_{1/2} = \frac{3 \ln 2}{37,94 - 37,65} \approx 7,17 \text{ h}$$

التمرين الثالث : الكهرباء

الجزء الأول : دراسة ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر صاعدة

1.1- تمثيل التوترين u_R و u_C في اصطلاح مستقبل



1.2- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C :

حسب قانون إضافية التوترات : $u_R + u_C = E$

$$Ri + u_C = E$$

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt} \text{ مع}$$

$$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

المعادلة التفاضلية تكتب : $\tau \frac{du_C}{dt} + u_C = E$

$$\text{مع } \tau = RC$$

1.3- تعبير كل من A و B :

لدينا :

$$\begin{cases} u_C = A + Be^{-t/RC} \\ \frac{du_C}{dt} = -\frac{B}{RC} e^{-t/RC} \end{cases}$$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$-RC \frac{B}{RC} e^{-t/RC} + A + Be^{-t/RC} = E$$

$$\Rightarrow A - E$$

$$+ Be^{-t/\tau}(1 - 1) = 0$$

$$\Rightarrow A = E$$

حسب الشروط البدئية :

$$u_C(0) = A + B = 0 \Rightarrow B = -A \Rightarrow$$

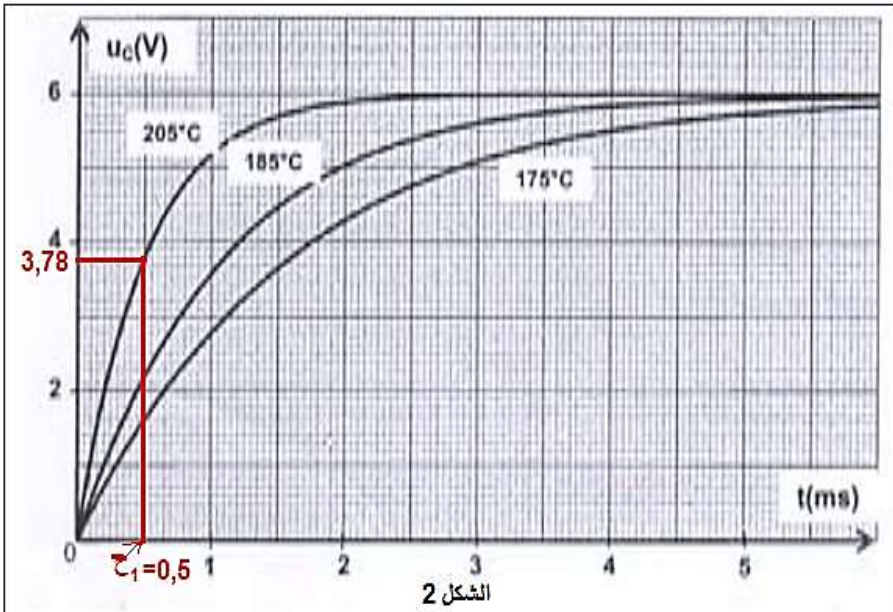
$$B = -E$$

حل المعادلة التفاضلية يكتب :

$$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$$

1.4- تحديد ثابتة الزمن τ_1 عند درجة الحرارة

: 205°C



عند اللحظة $t = \tau$ نكتب : $u_c(\tau) = E(1 - e^{-1}) = 6(1 - e^{-1}) = 3,79V$
 مبيانيا (أنظر الشكل 2) نجد : $\tau_1 = 0,5 ms$



كلما ارتفعت درجة الحرارة θ ، كلما تناقصت قيمة τ
 وبالتالي تناقصت مدة الشحن .

1.5- تحديد درجة الحرارة θ_2 :

تحديد مقاومة المجس الحراري R_2 الموافق لقيمة τ_2

حيث : $\tau_2 = R_2 \cdot C$ أي : $R_2 = \frac{\tau_2}{C}$

$$R_2 = \frac{0,45 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-6}} = 300 \Omega = 0,3 k\Omega$$

باستعمال مبيان الشكل 3 نجد : $\theta_2 = 210 ^\circ C$

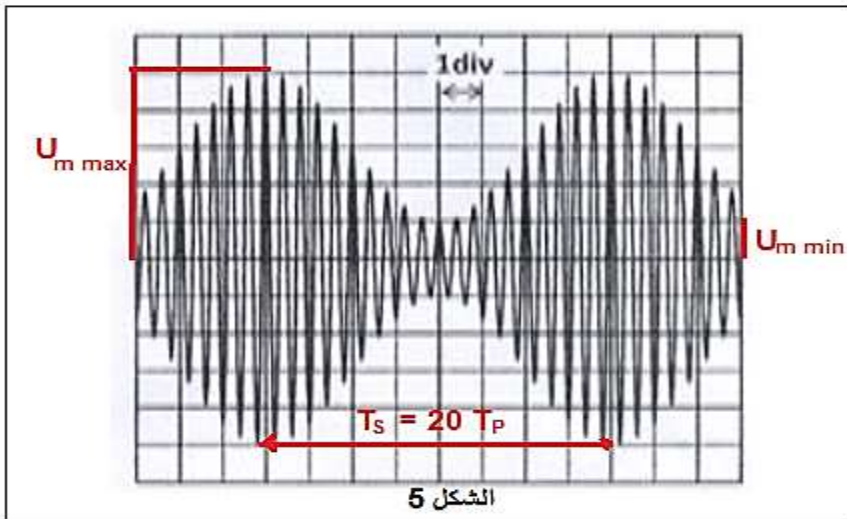
الجزء الثاني : دراسة تضمين الوسع

2.1- إثبات تعبير وسع التوتر المضمّن الوسع $U_s(t)$ لدينا :

$$U_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t) \Rightarrow U_s(t) = k[U_0 + U_{m1} \cos(2\pi ft)]U_{m2} \cos(2\pi Ft)$$

$$U_s(t) = k \cdot U_0 \cdot U_{m2} \left[1 + \frac{U_{m1}}{U_0} \cos(2\pi ft) \right] \cos(2\pi Ft)$$

نضع : $A = k \cdot U_0 \cdot U_{m2}$ و $m = \frac{U_{m1}}{U_0}$



2.2- تحديد التردد f و F :

حسب الشكل الدور T_s يساوي : $8div \times 0,5 ms \cdot div^{-1}$

$$f = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{8 \times 0,5 \times 10^{-3}} : \text{التردد } f$$

$$f = 250 Hz$$

الدور T_P يساوي : $T_s = 20 T_P$

$$\text{التردد } F : \frac{1}{f} = 20 \times \frac{1}{F} \text{ أي :}$$

$$F = 20f = 20 \times 250 = 5 \cdot 10^4 Hz$$

$$F = 50 kHz$$

2.3- حساب نسبة التضمين m :

$$m = \frac{U_{m \max} - U_{m \min}}{U_{m \max} + U_{m \min}}$$

حسب الشكل 5:

$$\begin{cases} U_{m \min} = 1 \text{ V/div} \times 1 \text{ div} = 1 \text{ V} \\ U_{m \min} = 1 \text{ V/div} \times 5 \text{ div} = 5 \text{ V} \end{cases} \Rightarrow m = \frac{5 - 1}{5 + 1} = 0,67$$

بما أن $m < 1$ ، فإن التضمين جيد .

التمرين الرابع : الميكانيك

الجزء الاول : دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم

1-المعادلتين الزميتين $x(t)$ و $y(t)$

المجموعة المدروسة : { كرة الغولف }

تخضع الكرة لقوة وحيدة $\vec{P}$

باعتبار المعلم $(0, \vec{i}, \vec{j})$ المرتبط بالأرض غاليليا ، نطبق القانون الثاني لنيوتن نكتب : $m\vec{a}_G = \vec{P}$

أي : $m\vec{a}_G = m\vec{g}$ وبالتالي : $\vec{a}_G = \vec{g}$

حسب الشروط البدئية :

$$\begin{cases} V_{0x} = v_0 \cos \theta \\ V_{0y} = v_0 \sin \theta \end{cases} \quad \text{و} \quad \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$$

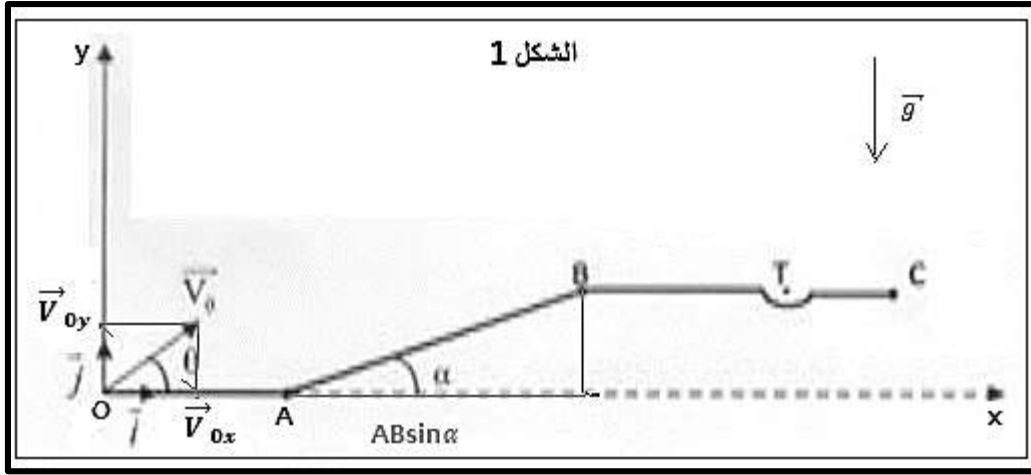
الاسقاط على Ox و Oy :

$$\vec{a}_G \left| \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{array} \right. \Rightarrow \left| \begin{array}{l} a_x = \frac{dV_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} = -g \end{array} \right. \xrightarrow{\text{تكامل}} \left| \begin{array}{l} V_x = V_{0x} = V_0 \cos \theta \\ V_y = -gt + V_{0y} = -gt + V_0 \sin \theta \end{array} \right.$$

$$\vec{v}_G \left| \begin{array}{l} V_x = \frac{dx}{dt} = V_0 \cos \theta \\ V_y = \frac{dy}{dt} = -gt + V_0 \sin \theta \end{array} \right. \xrightarrow{\text{تكامل}} \overrightarrow{OG} \left| \begin{array}{l} x(t) = V_0 \cos \theta . t + x_0 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin \theta . t + y_0 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{المعادلتين الزميتين}} \begin{cases} x(t) = V_0 \cos \theta . t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin \theta . t \end{cases}$$

ت.ع :

$$\begin{cases} x(t) = 10 \times \cos(45^\circ) . \Rightarrow x(t) = 7,07 t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times 10 . t^2 + 10 \sin(45^\circ) . t \Rightarrow y(t) = -5t^2 + 7,07 t \end{cases}$$



2- استنتاج معادلة المسار :

لنحدد معادلة المسار بإقصاء الزمن من المعادلتين الزميتين :

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \theta} \Rightarrow y = -\frac{1}{2}g \left(\frac{x}{V_0 \cos \theta} \right)^2 + V_0 \sin \theta \cdot \frac{x}{V_0 \cos \theta} \Rightarrow y = -\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \theta} x^2 + x \cdot \tan \theta$$

ت.ع:

$$y = -\frac{10}{2 \times 10^2 \times \cos^2(45^\circ)} \cdot x^2 + x \cdot \tan(45^\circ) \Rightarrow x(t) = -0,1x^2 + x$$

3- تحديد x_S أفصول قمة المسار :

عند قمة المسار يكون :

$$\frac{dy}{dx} = 0 \Rightarrow -2 \times (0,1)x + 1 = 0 \Rightarrow -0,2x = -1 \Rightarrow x = x_S = \frac{1}{0,2} = 5m$$

4- التحقق من أن الكرة تمر من النقطة T :

إحداثيت النقطة T هما :

$$x_T = OA + AB \cdot \cos \alpha + BT = 2,2 + 4 \cos(24^\circ) + 2,1 = 7,95 m$$

$$y_P = AB \cdot \sin \alpha = 4 \sin(24^\circ) = 1,63 m$$

نحدد أرتوب النقطة P باستعمال معادلة المسار :

$$y(x_P) = -0,1 \times (7,95)^2 + 7,95 \Rightarrow y(x_P) = y_P = 1,63 m$$

نستنتج أن الكرة تمر من النقطة T مركز الحفرة .

الجزء الثاني : دراسة متذبذب أفقي

1- نظام التذبذبات شبه دوري .

2- حساب تغير طاقة الوضع المرنة ΔE_{pe} للمتذبذب بين اللحظتين t_1 و $t_0 = 0$:
لدينا :

$$\Delta E_{pe} = E_{pe}(t_1) - E_{pe}(t_0) = \frac{1}{2}Kx_1^2 + C - \left(\frac{1}{2}Kx_0^2 + C\right) = \frac{1}{2}K(x_1^2 - x_0^2)$$

مبيانيا لدينا عند $t_1 = 1,2 \text{ s}$ ← $x_1 = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$

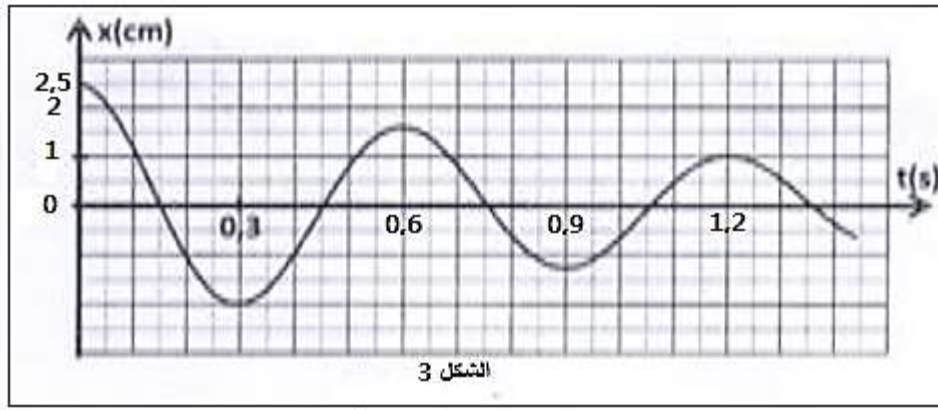
وعند $t_0 = 0$ ← $x_0 = 2,5 \text{ cm} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

ت.ع :

$$\Delta E_{pe} = \frac{1}{2} \times 20 \times \{(1 \cdot 10^{-2})^2 - [(2,5 \cdot 10^{-2})^2]\} = -5,25 \cdot 10^{-3} \text{ J} \Rightarrow \Delta E_{pe} = -5,25 \text{ mJ}$$

استنتاج شغل قوة الارتداد: $W(\vec{T})$

$$W(\vec{T}) = -\Delta E_{pe} = 5,25 \text{ mJ}$$



3- تحديد ΔE_m تغير الطاقة الميكانيكية :

لدينا : $E_m = E_c + E_{pe}$

عندما تكون طاقة الوضع المرنة قصوى ، تكون الطاقة الحركية منعدمة والعكس .

عند اللحظة $t_1 \leftarrow x_1 = 1 \text{ cm}$ تكون $E_{pe1 \max}$ و السرعة $V_1 = 0$ وبالتالي : $E_{c1} = 0$

عند اللحظة $t_0 \leftarrow x_0 = 2,5 \text{ cm}$ تكون $E_{pe0 \max}$ و السرعة $V_0 = 0$ وبالتالي : $E_{c0} = 0$

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p = \Delta E_{pe} \Rightarrow \Delta E_m = -5,25 \text{ mJ} < 0$$

التفسير

في حالة خمود غير مهملة ، (فإن الطاقة الميكانيكية لا تنحفظ) تتناقص E_m ، حيث تتحول الطاقة الميكانيكية تدريجيا الى طاقة حرارية بفعل شغل قوى الاحتكاك $\Delta E_m = W(f) < 0$.