الأستاذ: الحسين بالعياشي
elhoucine.belayachi@gmail.com

مسلك العلوم الفيزيائية

مسلك العلوم الفيزيائية

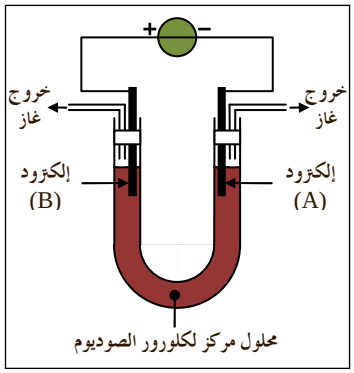
التمرين الأول (7,00)

الجزآن الأول و الثاني مستقلان

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

يمكن التحليل الكهربائي من الحصول على غازات ذات نقاوة عالية.

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مركز لكلورور الصوديوم $Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$ ، فيتكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثنائي الكلور وعلى مستوى الألكترود الآخر غاز ثنائي الهيدروجين؛ كما يصير الوسط التفاعلي قاعديا خلال التحول الكيميائي.



معطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التحول الكيميائي: $H_2O_{(\ell)} / H_{2(g)}$ و $C\ell_{2(g)} / C\ell^-_{(aq)}$.
- ثابتة فرادي: $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$.
- الحجم المولي في ظروف التجربة: $V_m = 25,0\ L.mol^{-1}$

تمثل الوثيقة جانبه تبيانة التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.

1) حدد، معللا جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود و الإلكترود الذي يلعب دور الكاثود.

2) أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود و المعادلة الحصيلة.

3) يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 3\ A$. أحسب حجم غاز ثنائي الكلور المتكون خلال المدة $\Delta t = 25\ min$

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

يستعمل حمض البنزويك كمادة حافظة في تعليب بعض المواد الغذائية و المشروبات الغازية غير الكحولية، كما يدخل في تصنيع مجموعة من المركبات العضوية. يهدف هذا الجزء إلى تحديد ثابتة الحمضية للمزدوجة $C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}$ و إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول.

معطيات :

- تمت القياسات عند درجة الحرارة $25°C$.
- الكتلة المولية لحمض البنزويك: $M(C_6H_5COOH) = 122\ g.mol^{-1}$.
- الكتلة المولية للإيثانول: $M(C_2H_5OH) = 46\ g.mol^{-1}$.
- الكتلة الحجمية للإيثانول الخالص: $\rho = 0,78\ g.mL^{-1}$.
- الكتلة المولية لبنزوات الإثيل: $M(C_6H_5COOC_2H_5) = 150\ g.mol^{-1}$.
- الموصليتان الموليتان الأيونيتان: $\lambda_{C_6H_5COO^-_{(aq)}} = 3,23.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda_{H_3O^+_{(aq)}} = 35.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$.
- 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 $HO^-_{(aq)}$ على موصلية المحلول.

1) دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نعتبر محلولا مائيا (S) لحمض البنزويك تركيزه المولي $C = 10\ mol.m^{-3}$ و حجمه V . أعطى قياس موصلية المحلول (S) القيمة $\sigma = 2,76.10^{-2}\ S.m^{-1}$ عند درجة الحرارة $25°C$.

ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين حمض البنزويك و الماء بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

1.1) بين أن نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل تساوي $0,072$.

2.1) أوجد تعبير خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند التوازن بدلالة C و τ .

3.1) استنتج قيمة الثابتة pK_A للمزدوجة $C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}$.

2) دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول

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

لتحضير بنزوات الإثيل في المختبر، نمزج في حوجلة الكتلة $m = 2,44\ g$ من حمض البنزويك مع الحجم $V_{a\ell} = 10\ mL$ من الإيثانول الخالص و نضيف بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز الذي يلعب دور الحفاز، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي تحت درجة حرارة ثابتة.

1.2) ما دور الحفاز في هذا التفاعل؟

2.2) أُكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحاصل بين حمض البنزويك و الإيثانول مستعملا الصيغ نصف المنشورة.

3.2) تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة $m_e = 2,25\ g$ من بنزوات الإثيل. حدد قيمة r مردود التفاعل.

4.2) للرفع من مردود تفاعل تصنيع بنزوات الإثيل، نعوض حمض البنزويك بمتفاعل آخر. أعط اسم هذا المتفاعل و اكتب صيغته نصف المنشورة.

التمرين الثاني (03,00)

يتضمن التمرين خمسة أسئلة، تم اقتراح أربعة أجوبة لكل سؤال.

انقل(ي) على ورقة التحرير رقم السؤال و اكتب(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 و بصبيب كبير مقارنة مع باقي الوسائط الأخرى.

لتحديد معامل الانكسار للوسط الشفاف الذي يكوّن قلب ليف بصري،طوله L ، تم إنجاز تركيب تجريبي تبيانته ممثلة في الوثيقة 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 الوثيقة 2.

معطيات:

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

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

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

2) علما أن سرعة انتشار الموجة الضوئية في قلب الليف البصري تساوي $v = 1,87.10^8\ m.s^{-1}$ ، إذن معامل الانكسار n للوسط الشفاف الذي يكون قلب الليف البصري هو:

■ $n = 0,63$ ■ $n = 1,5$ ■ $n = 1,6$ ■ $n = 1,7$

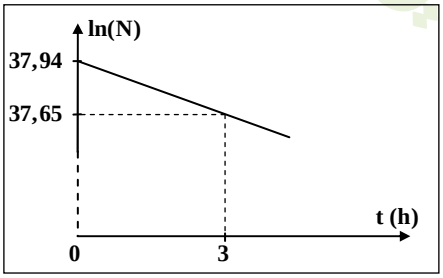
3) إذا كان طول موجة ضوء اللازر في الفراغ هو $\lambda = 530\ nm$ ، فإن قيمة طاقة فوتون واحد من هذا الإشعاع تساوي بالوحدة جول (J) :

■ $E = 1,17.10^{-48}$ ■ $E = 3,75.10^{-19}$ ■ $E = 37,5.10^{-19}$ ■ $E = 3,75.10^{-28}$

التحولات النووية: (1,5 نقط)

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

ينتج عن نواة الأستات $^{211}_{85}At$ النظير $^{x}_{y}Bi$ لعنصر البيزموث. تمثل الوثيقة جانبه منحنى تغيرات $\ln(N)$ بدلالة t ، مع N عدد نوى الأستات 211 المتبقية عند اللحظة t .



4) نواة البيزموت الناتجة عن تفتت النواة $^{211}_{85}At$ هي:

■ $^{206}_{83}Bi$ ■ $^{207}_{82}Bi$ ■ $^{207}_{83}Bi$ ■ $^{208}_{84}Bi$

5) يساوي عمر النصف $t_{1/2}$ للأستات 211 :

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

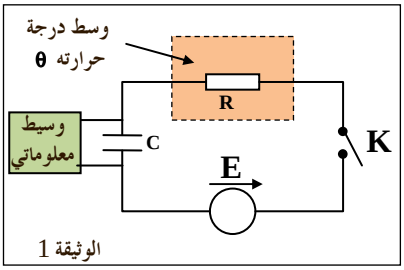
التمرين الثالث (04,50)

الجزآن الأول و الثاني مستقلان

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

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

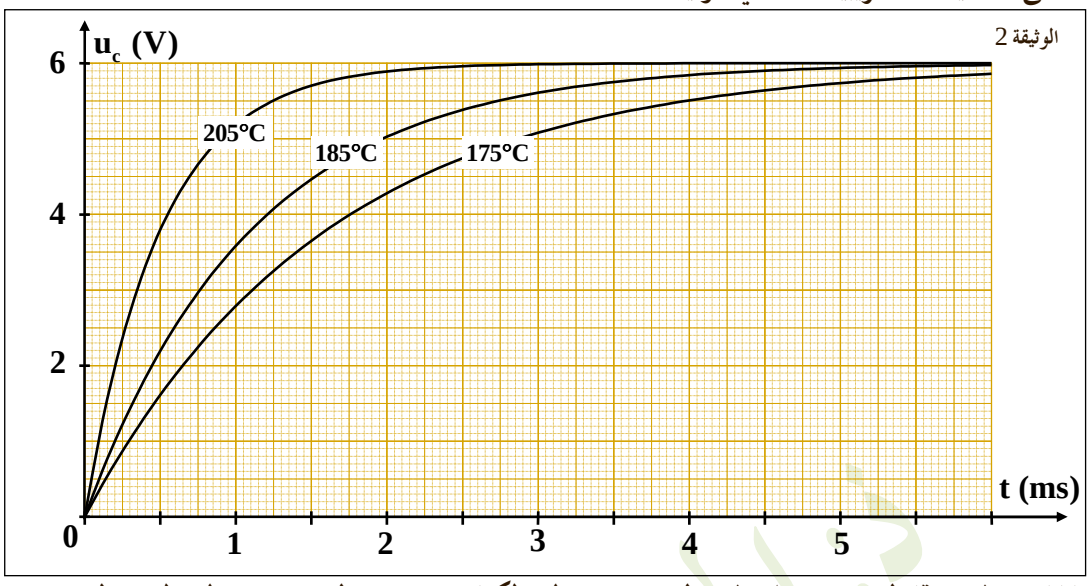
لمعرفة العلاقة بين المقاومة الكهربائية R و درجة الحرارة θ ، أنجزت أستاذة الفيزياء تركيبا تجريبيا تبيانته ممثلة في الوثيقة 1 و المكونة من:



الوثيقة 1

- مكثف سعته $C = 1,5\ \mu F$ ؛
- مجس حراري، و هو عبارة عن ثنائي قطب مقاومته الكهربائية R تتغير مع درجة الحرارة θ ؛
- مولد مؤمثل للتوتر، قوته الكهرمحركة $E = 6\ V$ ؛
- قاطع التيار K ؛
- وسيط معلوماتي يمكن من تتبع تطور التوتر u_C بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

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 الوثيقة 2 .



الوثيقة 2

1.1) انقل تبيانة الوثيقة 1 على ورقة التحرير و مثل عليها التوتر بين مربطي المكثف $u_c(t)$ و التوتر بين مربطي المجس الحراري $u_R(t)$ في الاصطلاح مستقبل.

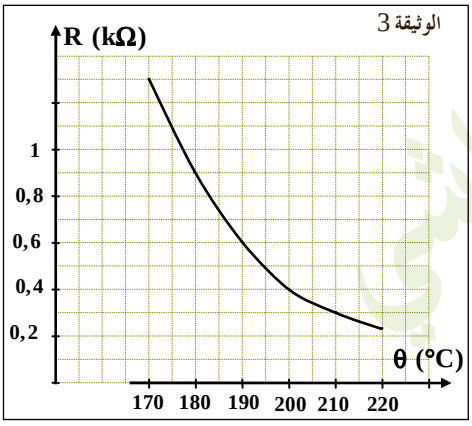
2.1) أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_c(t)$.

3.1) يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل $u_C(t) = A + B.e^{-\frac{t}{RC}}$ ، أوجد الثابتتين A و B .

4.1) حدد ثابتة الزمن τ_1 عند درجة الحرارة $\theta_1 = 205\ °C$ ، ثم استنتج تأثير ارتفاع درجة الحرارة على مدة شحن المكثف.

5.1) 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 (الوثيقة 1) فوجدت القيمة $\tau_2 = 0,45\ ms$. يعطي منحنى الوثيقة 3 تغيرات مقاومة المجس الحراري R بدلالة درجة الحرارة θ .

أوجد قيمة درجة الحرارة θ_2 داخل الفرن الكهربائي.



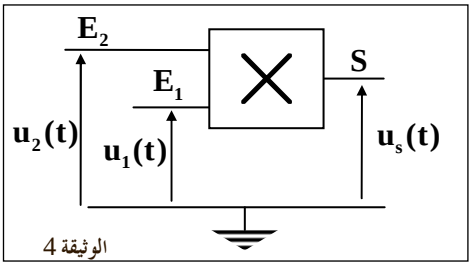
الوثيقة 3

2) الجزء الثاني: دراسة تضمين الوسع (2 نقط)

نلجأ إلى عملية التضمين لنقل المعلومات لمسافات كبيرة جدا بواسطة موجات كهرمغنطيسية. من بين المركبات الإلكترونية المعتمدة في تضمين الوسع، نستعمل دارة متكاملة منجزة للجداء.

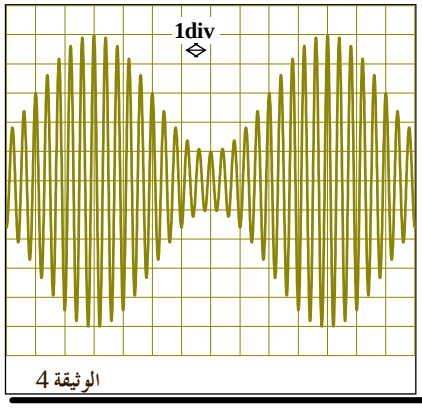
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تضمين الوسع.

خلال حصة الأشغال التطبيقية، طبقت مجموعة من التلاميذ توترا جيبيا تعبيره



الوثيقة 4

$u_1(t) = U_0 + U_{m1}.\cos(2\pi f\, t)$ عند المدخل E_1 لدارة متكاملة منجزة للجداء، حيث U_0 توتر المركبة المستمرة، و توترا جيبيا تعبيره $u_2(t) = U_{m2}.\cos(2\pi F\, t)$ الموافق لموجة حاملة عند المدخل E_2. الوثيقة 4



الوثيقة 4

1.2) يكون تعبير التوتر $u_s(t)$ عند مخرج الدارة المتكاملة هو: $u_s(t) = k.u_1(t).u_2(t)$، مع k ثابتة تتعلق بالدارة المتكاملة. بين أن وسع التوتر $u_s(t)$ يكتب على الشكل:

$U_s = A\left[1 + m.\cos(2\pi f\, t)\right]$ محددا تعبير كل من A و m.

2.2) بعد ضبط كاشف التذبذب على الحساسيتين $1V/div$ و $0,5\ ms/div$، عاين التلاميذ توتر الخروج $u_s(t)$ المحصل عليه و الممثل في الوثيقة 5. حدد التردد f للإشارة المضمّنة و التردد F للموجة الحاملة.

3.2) بحساب نسبة التضمين m، بين أن التضمين جيد.

التمرين الرابع (05,00)

الجزآن الأول و الثاني مستقلان

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

يتكون أحد مدارات ملعب الغولف من ثلاثة أجزاء:

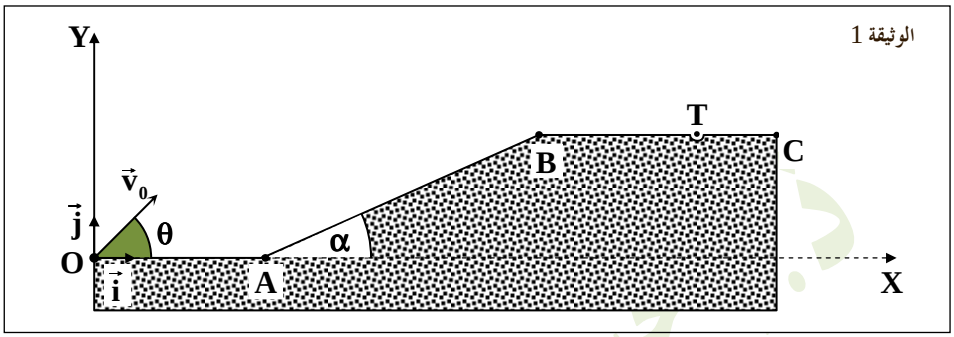
- جزء أفقي OA طوله $OA = 2,2\ m$؛
- جزء AB طوله $AB = 4\ m$ ومائل بزاوية $\alpha = 24°$ بالنسبة للمستوى الأفقي؛
- جزء BC أفقي به حفرة مركزها T يبعد عن النقطة B بالمسافة $BT = 2,1\ m$.

توجد النقط B و T و C على استقامة واحدة.

نهمل تأثير الهواء و أبعاد كرة الغولف.

نأخذ $g = 10\ m.s^{-2}$.

الوثيقة 1



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

عند اللحظة $t = 0$، تم إرسال كرة الغولف من النقطة O نحو المركز T للحفرة بسرعة بدئية $v_0 = 10\ m.s^{-1}$. تكون المتجهة $\vec{v}_0$ زاوية $\theta = 45°$ مع المحور الأفقي (Ox). الوثيقة 1

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

2) استنتج معادلة مسار الكرة.

3) حدد قيمة x_S أفصول قمة مسار الكرة.

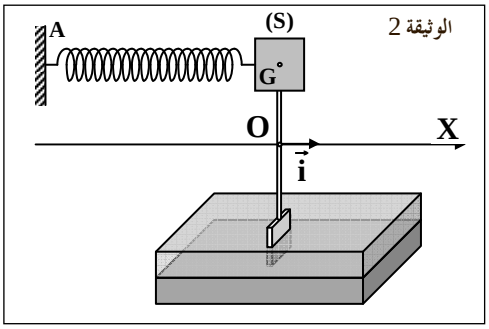
4) تحقق من أن الكرة تمر من النقطة T مركز الحفرة.

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 مهملة.

نعتبر جسما صلبا (S)، كتلته m و مركز قصوره G، مثبتا بطرف نابض كتلته مهملة و لفاته غير متصلة و صلابته $K = 20\ N.m^{-1}$. الطرف الآخر للنابض مرتبط في النقطة A بحامل ثابت. بواسطة ساق، نثبت صفيحة بالجسم (S) ثم نغمر جزءا منها في سائل لزج كما تبين الوثيقة 2.

الوثيقة 2

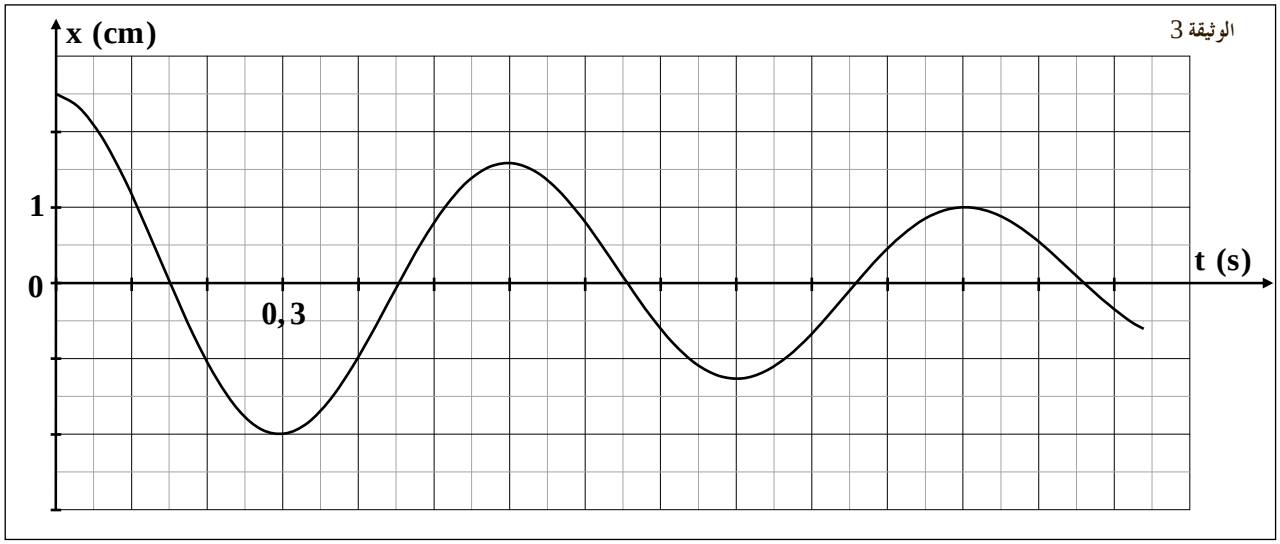


- نهمل كتلة كل من الساق والصفيحة أمام كتلة الجسم (S).
- نعلم موضع G عند اللحظة t بالأفصول x على المحور (Ox).
- يطابق أفصول G_0، موضع G عند التوازن، النقطة O أصل المحور (Ox).

- ندرس حركة G في معلم أرضي نعتبره غاليليا.
- نختار الموضع G_0 مرجعا لطاقة الوضع المرنة للمتذبذب و المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- يكون النابض غير مشوه عند التوازن.

نزيح 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، الوثيقة 3 .

الوثيقة 3



1) أي نظام للتذبذب يبرزه المنحنى الممثل في الوثيقة 3 .

2) بحساب تغير طاقة الوضع المرنة للمتذبذب بين اللحظتين $t_0 = 0$ و $t_1 = 1,2\ s$ ، أوجد الشغل $W(\vec{F})$ لقوة الارتداد التي يطبقها النابض بين هاتين اللحظتين.

3) حدد تغير الطاقة الميكانيكية ΔE_m للمجموعة بين اللحظتين t_0 و t_1 و أعط تفسيرا للنتيجة المحصل عليها.

ذ: الحسين بالعياشي