

التمرين 1 : الكيمياء (7 نقط)

الجزءان I و II مستقلان

يعتبر هيدروكسيد الصوديوم و المثلث أمين من المركبات الكيميائية المستعملة في إنتاج كثير من المنتجات المصنعة. نتناول في الجزء الأول من التمرين معايرة محلول مائي للمثلث أمين و نتناول في الجزء الثاني الحماة القاعدية لإستر.

الجزء I : معايرة محلول مائي للمثلث أمين

تتوفر على محلول مائي (S) للمثلث أمين CH_3NH_2 تركيزه المولي C. نأخذ حجما $V=10\text{mL}$ من المحلول (S) و نعايره بمحلول مائي لحمض الكلوريدريك $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_A = 2.10^{-2} \text{ molL}^{-1}$.

يمثل منحنى الشكل 1 تغير pH الخليط التفاعلي بدلالة الحجم V_A للحمض المضاف.

معطيات:- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة 25°C .

- الجداء الأيوني للماء $K_e = 10^{-14}$.

1- حدد مبيانيا إحدائتي نقطة التكافؤ V_E و pH_E

(0,5 ن)

2- حدد التركيز C (0,5 ن)

3- من بين الكواشف الملونة الواردة في الجدول أسفله، حدد الكاشف الأكثر ملاءمة لاستعماله في المعايرة الملوانية للمحلول (S). علل جوابك. (0,5 ن)

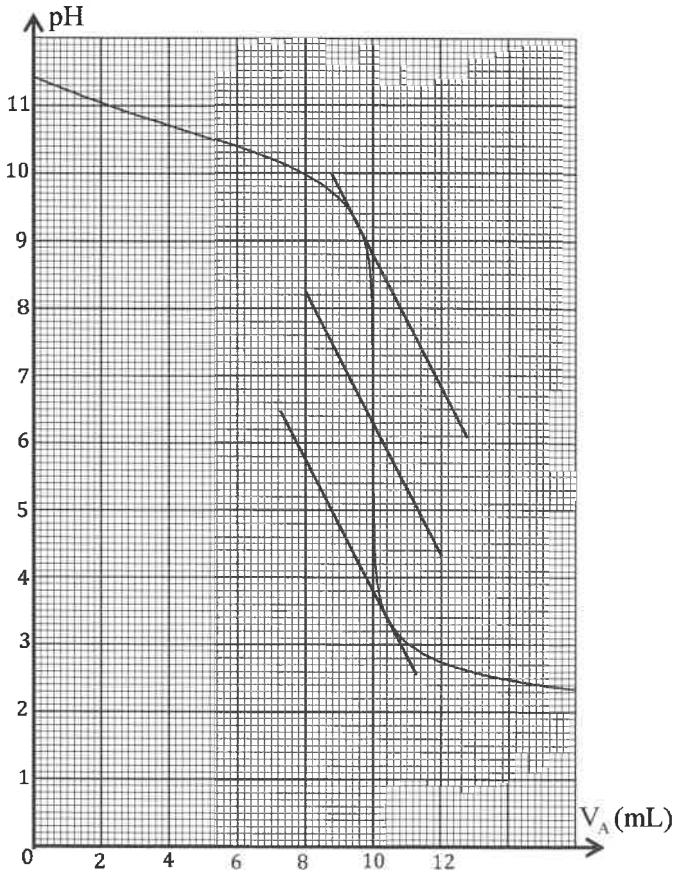
منطقة الاتعاف	الكاشف الملون
3,8 - 5,4	أخضر البروموكريزول
6,0 - 7,6	أزرق البروموتيمول
8,2 - 10,0	الفينول فتالين

4- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة. (0,5 ن)

5- بين، اعتمادا على الجدول الوصفي لتفاعل معايرة المحلول (S)، بالنسبة لـ $V_A < V_E$ أن $pH = pK_{A1} + \log\left(\frac{1}{y} - 1\right)$ مع $y = \frac{V_A}{V_E}$

و $pK_{A1} = pK_A(CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2)_{(aq)}$ (0,5 ن)

6- حدد قيمة y ليكون $pH = pK_{A1}$. استنتج قيمة pK_{A1} . (0,75 ن)



الشكل 1

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الانجاز	4
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية : (أ) و (ب)	المعامل	7

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة.

يتضمن الموضوع أربعة تمارين: تمرين في الكيمياء و ثلاثة تمارين في الفيزياء.

التمرين 1 : الكيمياء (7 نقط)

- معايرة محلول مائي للمثلث أمين،
- الحماة القاعدية لإستر.

التمرين 2 : موجة ميكانيكية (3 نقط)

- انتشار موجة طول حبل.

التمرين 3 : الكهرباء (5 نقط)

- استجابة ثنائي قطب RC لرتبة توتر،
- تذبذبات حرة في دارة RLC متوالية،
- تذبذبات قسرية في دارة RLC متوالية.

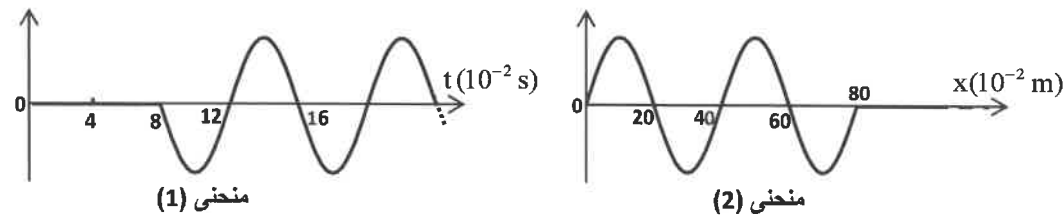
التمرين 4 : الميكانيك (5 نقط)

- حركة تذبذبية و سقوط حر لجسم صلب،
- حركة قمر اصطناعي.

التمرين 2 : انتشار موجة طول حبل (3 نقط)

تتجز شفرة هزاز، مثبتة بالطرف S لحبل SA مرن و موتر و طويل و في وضع أفقي، حركة جيبية ترددها N فتحدث موجة متوالية جيبية غير مخمدة طول الحبل سرعتها v. يمكن جهاز مناسب مثبت في الطرف A للحبل من منع انعكاس الموجات. تبدأ حركة S عند اللحظة $t = 0$.

يمثل المنحنيان (1) و (2) أسفله كل من تغيرات استطالة نقطة M من الحبل، توجد على مسافة d من S، و مظهر الحبل عند لحظة t_1 .



1- تعرف ، مغللا جوابك، على المنحنى الذي يمثل مظهر الحبل عند اللحظة t_1 . (0,25 ن)

2- أعط عدد الاقتراحات الصحيحة من بين الاقتراحات التالية: (0,5 ن)

أ- لا يمكن أن تحدث ظاهرة الحيود بالنسبة لموجة ميكانيكية.

ب- تتميز الموجات المتوالية الجيبية بدورية زمانية و بدورية مكانية.

ج- الموجة التي تنتشر طول الحبل موجة طولية.

د- لا تتعلق سرعة انتشار موجة ميكانيكية بوسع الموجة.

3- باستغلال المنحنيين السابقين، حدد:

3-1- طول الموجة λ و الدور T و السرعة v للموجة. (0,75 ن)

3-2- التأخر الزمني τ للنقطة M بالنسبة لمنبع الموجة S و استنتاج المسافة d. (0,5 ن)

4- نعطي العلاقة التي تربط السرعة v للموجة و التوتر F للحبل و كتلته الطولية μ (خارج الكتلة على الطول): $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$.

4-1- باستعمال معادلات الأبعاد تحقق أن العلاقة السابقة متجانسة. (0,25 ن)

4-2- هل الحبل وسط مبدد؟ علل جوابك. (0,25 ن)

4-3- نضاعف التوتر F للحبل ($F' = 2F$) مع إبقاء التردد N ثابتا. حدد λ' طول الموجة في هذه الحالة. (0,5 ن)

7- بالنسبة للمحلول (S) الذي تمت معايرته سابقا:

7-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المثل أمين مع الماء. (0,25 ن)

7-2- حدد نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟ (0,5 ن)

الجزء II : الحلمة القاعدية لإستر

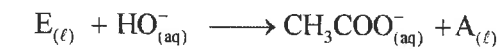
يتميز إيثانوات البروبيل، الذي نرسم له ب E، برائحة الإحاص. يستعمل هذا الإستر E في صناعة العطور و النكهات و الصباغات و الزيوت...

1- اكتب الصيغة نصف المنشورة للإستر E. (0,25 ن)

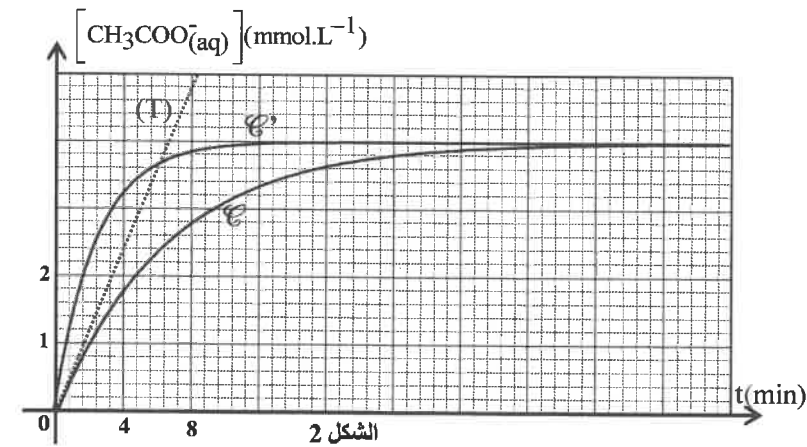
2- ننجز، عند اللحظة $t = 0$ ، خليطين متساوي المولات للإستر E و لمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم.

يتكون كل خليط من حجم V_E من محلول الإستر E تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و حجم $V_B = V_E$ من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم له نفس التركيز.

في ظروف تجريبية معينة يحدث في كل خليط تفاعل نمذجه بالمعادلة التالية:



تم إنجاز التجربة بالنسبة لأحد الخليطين عند درجة الحرارة θ_1 ، و بالنسبة للخليط الآخر تم إنجازها عند درجة الحرارة θ_2 مع $\theta_2 > \theta_1$.



يمثل المنحنيان \mathcal{C} و \mathcal{C}' (الشكل 2)

تطور التركيز $[\text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)}]$ خلال الزمن عند درجة الحرارة θ_1 و عند درجة الحرارة θ_2 .

2-1- حدد $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل

للحلمة القاعدية للإستر E الموافقة للمنحنى \mathcal{C} . (0,5 ن)

2-2- استنتج، بمقارنة زمني نصف

التفاعل، المنحنى الموافق لدرجة

الحرارة θ_2 . (0,5 ن)

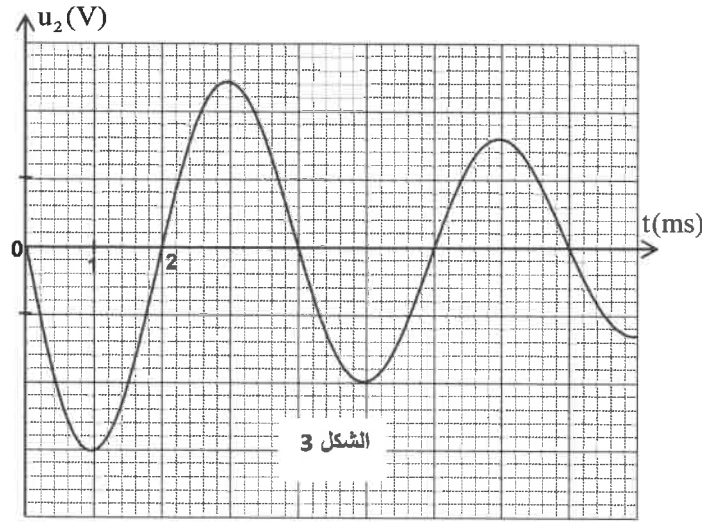
2-3- بالوحدة $\text{mmol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ، السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$ الموافقة للمنحنى \mathcal{C} (يمثل (T) المماس للمنحنى في النقطة ذات الأفصول $t = 0$). (0,5 ن)

2-4- حدد، عند درجة الحرارة θ_1 ، خارج التفاعل Q_r عند اللحظة $t = t_{1/2}$. (0,75 ن)

2-5- حدد مردود هذا التفاعل. (0,5 ن)

2- دراسة التذبذبات الحرة في دائرة RLC

بعد تحقيق النظام الدائم، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ $t = 0$.



ممكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحني الممثل لتطور التوتر $u_2(t)$ بين مربطي الموصل الأومي ذي المقاومة R_2 (الشكل 3).

2-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر

$$u_2(t). (0,5 \text{ ن})$$

2-2- باعتبار شبه الدور للتذبذبات مساو للدور الخاص للدائرة LC، تحقق أن $C_1 = 2 \mu\text{F}$. (0,5 ن)

2-3- لصيانة التذبذبات المخدمة المحصلة، ندرج على التوالي في الدائرة مولدا يزودها بتوتر

على التوالي في الدائرة مولدا يزودها بتوتر

على التوالي في الدائرة مولدا يزودها بتوتر

حيث $u_g = k.i(t)$ معبر عنه بالفولط (V)

و $i(t)$ بالأمبير (A).

أوجد قيمة k . (0,5 ن)

II- دراسة التذبذبات القسرية في دائرة متوالية RLC

ننجز دائرة كهربائية مكونة من العناصر التالية مركبة على التوالي:

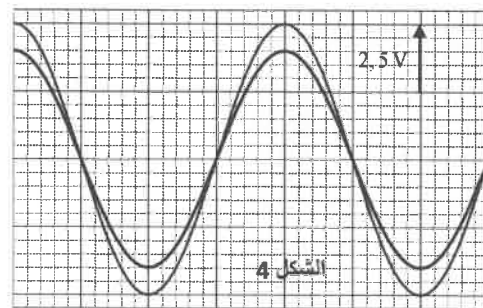
- مولد (GBF) ذي ترددات منخفضة يزود الدائرة بتوتر جيبي $u(t)$ توتره القصوي ثابت و تردده N قابل للضبط،

- مكثف سعته C ،

- الوشيجة (b) المستعملة سابقا،

- موصل أومي مقاومته $R = 40 \Omega$.

نضبط تردد المولد على قيمة N_0 ثم نعاين، بواسطة نظام مسك معلوماتي ملائم، التوتر $u(t)$ بين مربطي المولد و التوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي، فنحصل على المنحنيين الممثلين في الشكل 4.



1- ارسم تبيانة التركيب التجريبي مبرزا عليها كيفية ربط نظام المسك

المعلوماتي (ربط نظام المسك المعلوماتي بالدائرة مماثل لربط راسم

التذبذب). (0,5 ن)

2- تحقق من قيمة المقاومة r للوشيجة (b). (0,5 ن)

3- أحسب القدرة الكهربائية المتوسطة المبذولة بمفعول جول في

الدائرة. (0,5 ن)

التمرين 3: الكهرياء (5 نقط)

نأخذ: $\pi^2 = 10$

I- دراسة ثنائي القطب RC و التذبذبات الحرة في دائرة RLC

ننجز التركيب الممثل في تبيانة الشكل 1 والمكون من:

- مولد للتوتر قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلية مهملة،

- موصلين أوميين مقاوماتهما: $R_1 = 1,5.10^5 \Omega$ و $R_2 = 32 \Omega$ ،

- مكثفين (C_1) و (C_2) سعتهما على التوالي C_1 و $C_2 = 4 \mu\text{F}$ غير مشحونين بدنيا،

- قاطع التيار K ذي موضعين،

- وشيجة (b) معامل تحريضها $L = 0,2 \text{ H}$ و مقاومتها

$r = 10 \Omega$.

1- دراسة ثنائي القطب RC

نضع قاطع التيار K في الموضع (1) عند لحظة نختارها أصلا

للتواريخ $t = 0$.

ممكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحني الممثل للتوتر $u_{AB}(t)$ (الشكل 2). يمثل (T) المماس للمنحني عند اللحظة

$t = 0$. نرسم ب C_1 سعته المكثف المكافئ لتجميع (C_1) و (C_2) على التوالي.

1-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_{AB}(t)$. (0,5 ن)

1-2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل:

$$u_{AB}(t) = U_0(1 - e^{-\alpha t})$$

عبر عن كل من U_0 و α بدلالة المقادير المميزة للدائرة. (0,5 ن)

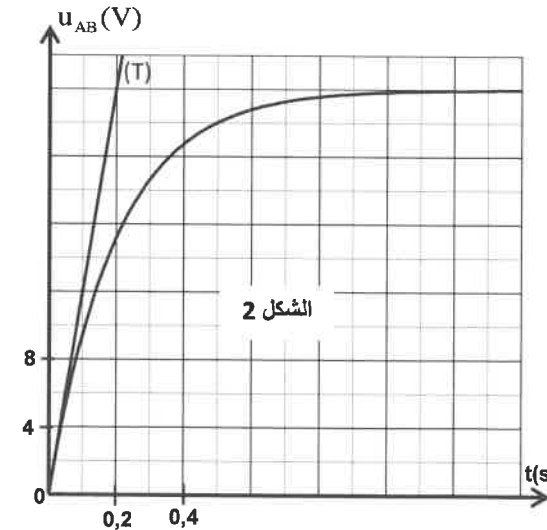
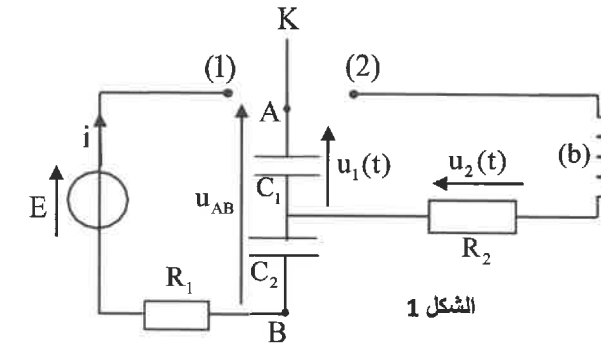
1-3- باستغلال منحني الشكل 2:

1-3-1- حدد قيمة E . (0,25 ن)

1-3-2- أوجد قيمة السعة C_1 . (0,25 ن)

1-4- أثبت في النظام العالمي للوحدات التعبير العددي للشحنة

$q_1(t)$ للمكثف (C_1). (0,5 ن)



التمرين 4: الميكانيك 5 نقط

الجزءان I و II مستقلان

الجزء I: حركة تذبذبية و سقوط حر لجسم صلب

نمذج لعبة بمجموعة ميكانيكية تتكون من :

- نابض (\mathcal{R}) لفاته غير متصلة وكتلته مهملة و صلابته $K=50 \text{ N.kg}^{-1}$ ؛

- جسم صلب (S) كتلته $m=50 \text{ g}$ و مركز قصوره G .

معطيات: شدة الثقالة $g=10 \text{ m.s}^{-2}$ ؛ $\alpha=30^\circ$ ؛

ندرس حركة الجسم (S) في وضعيتين.

الوضعية (أ) : حركة تذبذبية للجسم (S).

نربط الجسم (S) بأحد طرفي النابض (\mathcal{R}) ونثبت الطرف الآخر للنابض بحامل ثابت

الجسم (S) قابل للانزلاق بدون احتكاك فوق مستوى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي وذلك وفق الخط الأكبر ميلا (الشكل 1).

ندرس حركة مركز القصور G للجسم في معلم متعامد منظم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا

نمعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x على المحور (O, \vec{i})

عند التوازن ، ينطبق G مع الأصل O للمعلم (الشكل 1).

1- بين أن تعبير إطالة النابض $\Delta \ell_0$ عند التوازن يكتب :

$$\Delta \ell_0 = -\frac{mg \sin \alpha}{K} \quad (0,25 \text{ ن})$$

2- نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بمسافة $d=2 \text{ cm}$ في المنحى الموجب

ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة تاريخها $t=0$.

نختار المستوى الأفقي الذي ينتمي إليه G عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ($E_{pp}=0$) والحالة التي يكون فيها النابض

غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة ($E_{pe}=0$).

1-2- بين أن تعبير طاقة الوضع الكلية للمتذبذب عند لحظة t يكتب: $E_p = E_{pp} + E_{pe} = \frac{1}{2} K (x^2 + (\Delta \ell_0)^2)$. (0,5 ن)

2-2- اعتمادا على دراسة طاقة، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول $x(t)$. (0,5 ن)

3-2- علما أن حل المعادلة التفاضلية يُكتب على الشكل: $x(t) = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$ هو الدور الخاص للمتذبذب، أوجد

قيمة سرعة G عند مروره من موضع التوازن في المنحى الموجب. (0,5 ن)

الوضعية (ب) : حركة السقوط الحر للجسم (S).

نفصل الجسم (S) عن النابض (\mathcal{R}). نضغط النابض ونضع في طرفه الحر الجسم (S)، ثم نحرره. عند لحظة معينة، يغادر الجسم

(S) النابض و يصل إلى النقطة O_1 بسرعة \vec{V}_{01} تكون الزاوية α مع الخط الأفقي و منظمها $V_{01}=2 \text{ m.s}^{-1}$ (الشكل 2). ابتداء

من النقطة O_1 ، يكون الجسم (S) في سقوط حر.

ندرس حركة السقوط الحر لـ G في المعلم $(O_1, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$ المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا. نختار لحظة مرور G من O_1

أصلا للتواريخ ($t=0$).

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد التعبيرين العددين

للمعادلتين الزميتين $x_1(t)$ و $y_1(t)$ لحركة G . (0,5 ن)

2- استنتج التعبير العددي لمعادلة المسار. (0,5 ن)

3- هل يسقط الجسم (S) في حوض مائي عرضه

$L=x_{12}-x_{11}$ مع $x_{11}=30 \text{ cm}$ و $x_{12}=40 \text{ cm}$

(الشكل 2) ؟ علل جوابك. (نهمل أبعاد الجسم (S)). (0,5 ن)

الجزء II : حركة قمر اصطناعي

يهدف هذا الجزء إلى تحديد كتلة الأرض بطريقتين.

معطيات:

- شدة الثقالة على سطح الأرض $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ؛

- ثابتة التجاذب الكوني $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$ ؛

- نأخذ $\pi^2 = 10$.

نعتبر الأرض كروية الشكل مركزها O و شعاعها $R_T = 6400 \text{ km}$ و كتلتها M_T ولها توزيع كتلي كروي.

نعتبر أن القمر الاصطناعي يخضع فقط لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض .

1-1/1- باعتبار الوزن هو قوة التجاذب الكوني على سطح الأرض، أوجد تعبير شدة الثقالة g_0 على سطح الأرض بدلالة M_T

و R_T و G . (0,5 ن)

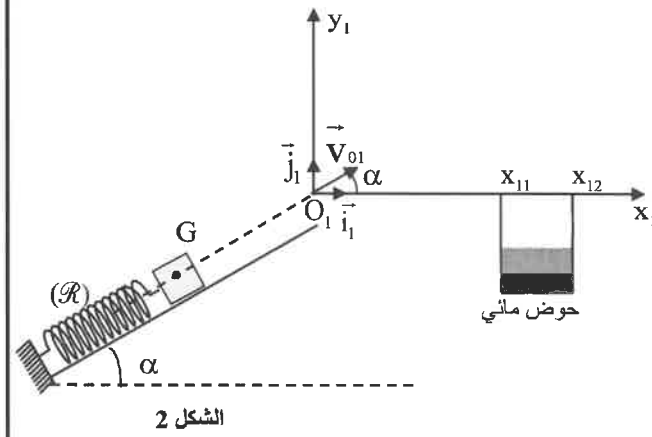
1-2- احسب M_T . (0,25 ن)

2- ينجز قمر اصطناعي (S) حركة دائرية حول الأرض دورها $T=98 \text{ min}$ في المعلم المركزي الأرضي الذي نعتبره غاليليا.

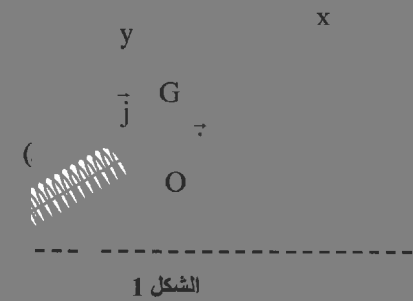
يوجد القمر الاصطناعي على ارتفاع $h=647 \text{ km}$ من سطح الأرض.

1-2- أثبت العلاقة المعبرة عن القانون الثالث لكبلير بالنسبة لمركز قصور (S). (0,5 ن)

2-2- استنتج M_T و قارنها بالقيمة التي تم حسابها في السؤال 1-2. (0,5 ن)



الشكل 2



الشكل 1