تمرين 1

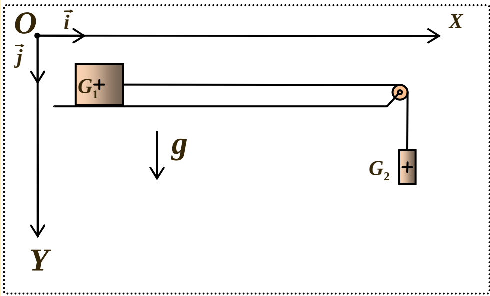
يمكن لحامل ذاتي (S_1) ذي الكتلة m_1 ومركز القصور G_1 أن يتحرك بدون احتكاك على منضدة أفقية.

نأخذ $g = 10m.s^{-2}$

نربط الحامل الذاتي بطرف خيط غير مدود و ذي كتلته مهملة. نعلق عند الطرف الآخر للخيط أسطوانة فلزية كتلتها m_2 و مركز قصورها G_2. يمر الخيط عبر مجرى بكرة كتلتها مهملة و يمكنها الدوران بدون احتكاك حول محورها الأفقي.

في البداية يكون الخيط موترا و المجموعة في حالة سكون. نحرر هذه المجموعة بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $(t = 0)$.

ندرس حركة المجموعة حتى حدود اللحظة t_1 التي تصل عندها الأسطوانة إلى الأرض، نعتبر الخيط طويل لكي لا يصل الحامل الذاتي إلى البكرة.



1) أنقل خطاطة التركيب التجريبي المستعمل و مثل، بعد جردها، القوى المطبقة على كل من (S_1) و (S_2).

2) نرمز ب $a(t)$ للإحداثي وفق $\vec{i}$ لتسارع G_1 عند لحظة t، خلال سقوط الأسطوانة.

1.2) الخيط غير مدود. ما هو أثر هذه الفرضية على حركة الحامل الذاتي بالنسبة للأسطوانة: على سرعتيهما؟ على تسارعيهما؟

2.2) عبر عن متجهة التسارع $\vec{a}_1$ ل G_1، والتسارع $\vec{a}_2$ ل G_2، بدلالة $a(t)$.

3) نرمز ب T لقيمة شدة القوة المطبقة من طرف الخيط على الحامل الذاتي عند لحظة t.

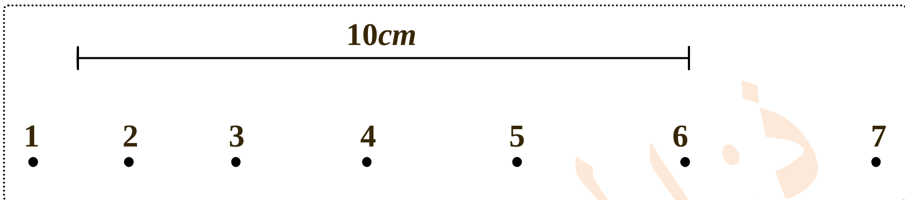
1.3) أعط المعادلة المتجهية التي تربط القوى الخارجية بالكتلة والتسارع بالنسبة لكل من (S_1) و (S_2).

2.3) باستغلال هاتين المعادلتين استنتج العلاقة التي تربط $a(t)$ ب m_1 و m_2 و g.

3.3) استنتج طبيعة الحركة لكل من G_1 و G_2 بين اللحظتين 0 و t_1.

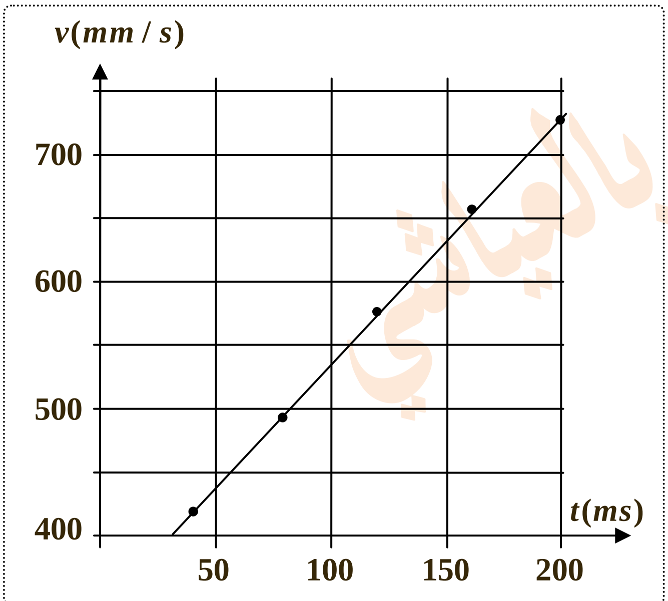
4.3) أحسب قيمة a و T : نعطي: $m_1 = 4.m_2 = 200g$.

4) تعطي الوثيقة أسفله تسجيل حركة G_1 حيث تفصل المدة $\tau = 40ms$ بين تسجيل موضعين متتاليين.



1.4) بحساب قيم سرعة G_1 عند النقط 2 و 3 و 4 و 5 و 6، نحصل على المنحنى $v(t)$ الممثل جانبه. اشرح موضع النقطة الثالثة للمنحنى $v(t)$.

2.4) استنتج من المنحنى قيمة العددية لتسارع G_1. هل توافق القيمة النظرية و ما هي نسبة الفرق.



1) جرد وتمثيل القوى:

المجموعة المدروسة {الحامل الذاتي}

القوى الخارجية:

$\vec{P}_1$: وزن الحامل الذاتي؛

$\vec{R}$: تأثير المنضدة؛

$\vec{T}_1$: توتر الخيط؛

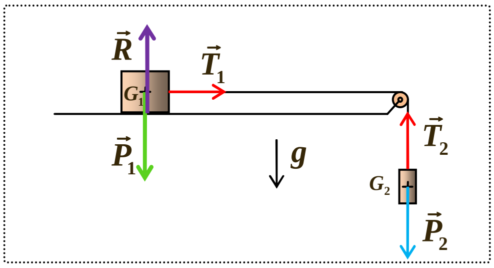
المجموعة المدروسة {الأسطوانة}

القوى الخارجية:

$\vec{P}_2$: وزن الأسطوانة؛

$\vec{T}_2$: توتر الخيط؛

التمثيل: أنظر الشكل التالي



2)

1.2) عندما يكون الخيط غير مدود تكون للجسمين (S_1) و (S_2) نفس السرعة و نفس التسارع عند كل لحظة.

2.2) تعبير التسارعين: $\vec{a}_1 = a(t).\vec{i}$ و $\vec{a}_2 = a(t).\vec{j}$.

3) تمثل T شدة توتر النابض

1.3) العلاقة المتجهية التي تربط بين المجموع المتجهي لمتجهات القوى الخارجية و الكتلة و التسارع

بالنسبة للجسم (S_1) : $\vec{P}_1 + \vec{R} + \vec{T}_1 = m.\vec{a}_1$ بالنسبة للجسم (S_2) : $\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m.\vec{a}_2$.

2.3) لدينا: $\vec{a}_1 = a(t).\vec{i}$ و $\vec{a}_2 = a(t).\vec{j}$

بالنسبة للجسم (S_1): لدينا: $\vec{P}_1 + \vec{R} + \vec{T}_1 = m_1.a(t).\vec{i}$ أي $\vec{P}_1 + \vec{R}_N + \vec{T}_1 = m_1.a(t).\vec{i}$ بإسقاط العلاقة على المحور $(O;\vec{i})$: نجد $T_{1x} = T_1$ و $R_{Nx} = 0$ و $P_{1x} = 0$ ومنه $(1)\ ;\ T = m_1.a(t)$	بالنسبة للجسم (S_2): لدينا: $\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2.a(t).\vec{j}$ بإسقاط العلاقة على المحور $(O;\vec{j})$: نجد $T_{2x} = -T_2$ و $P_{2x} = P_2$ ومنه $(2)\ ;\ P_2 - T_2 = m_2.a(t)$ ومنه $m_2.g - T_2 = m_2.a(t)$	بما أن كتلة الخيط و كتلة البكرة مهملتين فإن: $T_1 = T_2$ (القانون الثالث لنيوتن) باستغلال العلاقتين (1) و (2) نجد: $P_2 - m_1.a(t) = m_2.a(t)$ ومنه: $a(t) = \dfrac{m_2.g}{m_1 + m_2}$

3.3) طبيعة الحركة.

بما أن $a(t) = \dfrac{dv}{dt} > 0$ فإن v تتزايد مع الزمن

$\Leftarrow$ حركة الجسمين مستقيمة (المسار مستقيمي) متسارعة

بانتظام $\left(\dfrac{dv}{dt} > 0\right)$ $\left(a(t) = cte\right)$

4.3) حساب قيمة a : لدينا $a = \dfrac{m_2.g}{m_1 + m_2}$ و $m_1 = 4.m_2$

ت.ع: $a = \dfrac{10}{5} \Rightarrow a = 2m/s^2$.

حساب T : لدينا $T = m_1.a$

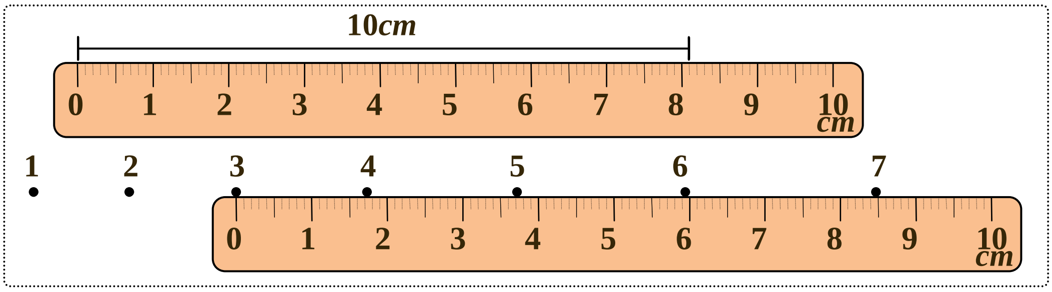
ت.ع: $T = 200.10^3.2$ أي $T = 0,4N$.

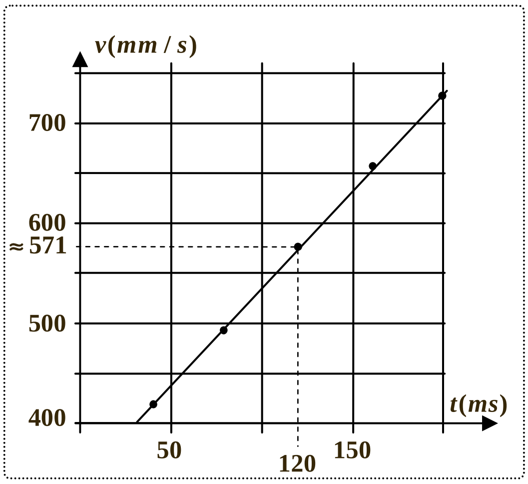
4) القياسات التجريبية باعتماد التسجيل

1.4) لشرح موضع النقطة الثالثة في المنحنى يجب تحديد قيمة السرعة عند الموضع 4 و كذا اللحظة التي سجل فيها هذا الموضع.

حساب v_4 .

Belayachi El houcine
gl7ocin@gmail.com
Prof. de Physique - Chimie / Khémisset





لدينا: $8,1cm <\!\!-\!\!-\!\!> 10cm$ و $3,7cm <\!\!-\!\!-\!\!> M_3M_5$ ومنه $v_4 = \dfrac{M_3M_5}{2.\tau}$

تطبيق عددي: $v_4 = \dfrac{\dfrac{3,7.10^{-2}.10}{8,1}}{2.60.10^{-3}}$

$v_4 = 0,571m / s \Rightarrow v_4 = 571mm / s$ توافق أرتوب النقطة الثالثة.

لشرح اللحظة الموافقة لتسجيل الموضع M . نختار أصل التواريخ لحظة تسجيل الموضع M_1 (النقطة 1) أي أن الموضع M_4 سجل عند اللحظة $t = 3.\tau = 120ms$ و هذه القيمة توافق أفصول النقطة الثالثة في المنحنى.

2.4) حساب قيمة التسارع انطلاقا من التسجيل

لدينا $a = \dfrac{dv}{dt}$ و بما أن المنحنى خطي يمكن كتابة $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ أي $a = \dfrac{v_5 - v_4}{t_5 - t_4}$ مع $v_5 = 725mm.s^{-}$ و $v_4 = 579mm.s^{-1}$ و $t_5 - t_4 = 2\tau = 80.10^{-3}s$ ومنه $a = 1,82m.s^{-2}$.

يمكن تفسير الفرق بين القيمة السابقة للتسارع $a = 2m / s^2$ (القيمة النظرية) و القيمة المحصل عليها تجريبيا $(a_{exp} = 1,82m / s^2)$ بالأسباب التالية:

- التماس بين الحامل الذاتي و المنضدة يتم باحتكاكات مهملة و ليست منعدمة.
- الاحتكاكات بين محور الدوران و البكرة مهملة لكن غير منعدمة.
- كتلة البكرة مهملة لكن غير منعدم.
- أخطاء أخرى ناتجة عن القياس.

نسبة الخطأ: $\% = \dfrac{2 - 1,93}{1,93}$ ومنه $\% \approx 3,6\%$.