	⑦ التطورات المهتزة	بطاقة الأستاذ ع م 20

النواس المرن .

مؤشرات الكفاءة:

- **يدرس تجريبيا الاهتزازات الحرة للنواس المرن.**
- **يدرس التخامد.**
- **يستخرج علاقة دور النواس و يستنتج أن الدور يتعلق فقط بالكتلة و ثابت قساوة النابض** (K).

التجربة الأولى: الدراسة التجريبية للاهتزازات الحرة للنواس المرن:

الوسائل المستعملة:

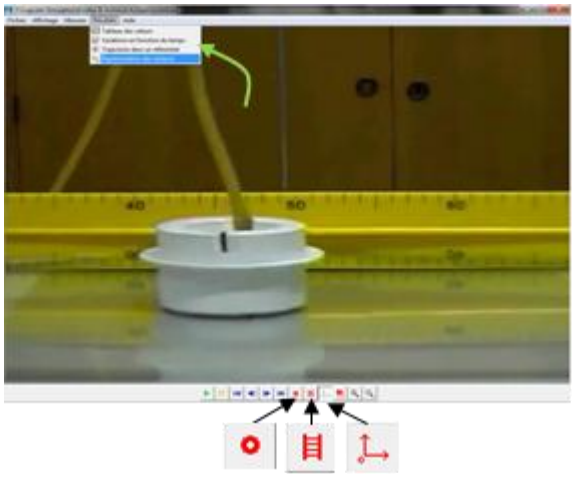
ـ الهزاز الميكانيكي يتمثل في جسم صلب (*palet*) وهو مرتبط بنابضين مرنين ثابت قساوتهما K ، كأنه مرتبط بنابض واحد فقط، ثابت قساوته تساوي : $K_1 = 2.K$.

ـ شريط فيديو مصور لحركة الهزاز يتحرك أفقيا حركة دورية.

ـ جهاز إعلام ألي و برنامجية *avistep* و *Datashow* .

خطوات العمل:

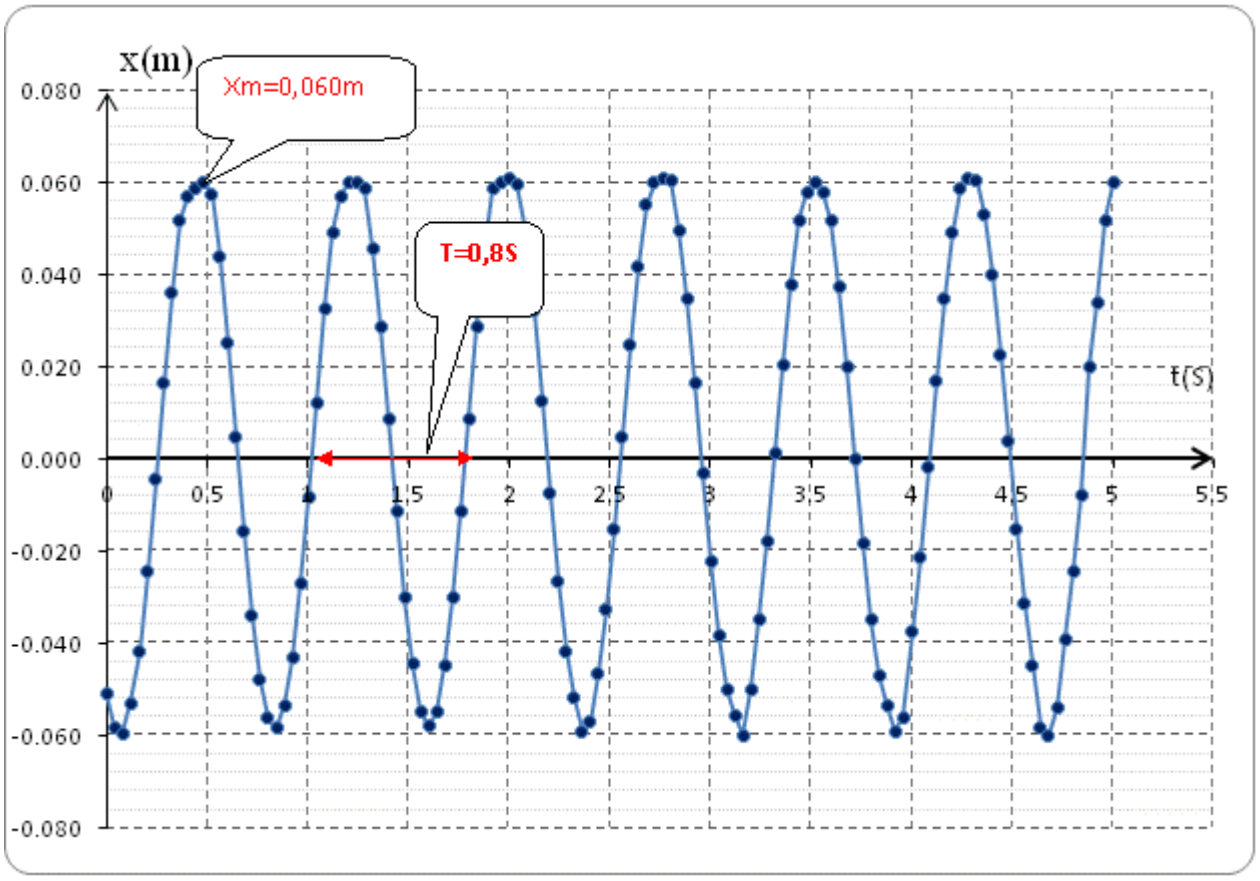
- افتح برنامج *avistep* و عالج الملف *oscim 4* الذي يوجد به شريط فيديو لحركة جسم صلب مرتبط بنابضين مرنين و هو يتحرك على نضد هوائي.
- اختر معلما $(O,\vec{i},\vec{j})$في خانة $\overset{\uparrow}{o}\rightarrow$ و ضع مبدأه (O) على مركز عطالة الجسم ومحور الفواصل موجه إلى اليمين(اتجاه محور الفواصل في الرياضيات).



- ضع السلم المناسب في خانة 目 الذي يمثل طولا من المسطرة.
- انقر على ⊙ لتتمكن من أخذ المواضع المختلفة لمركز عطالة الجسم أثناء حركته، بعد ذلك سجل مختلف المواضيع المتتالية التي يشغلها مركز عطالة الكرية بالنقر على يسار الفأرة.
- أنقل النتائج المحصل عليها من برنامج *avistep* إلى برنامج *Excel* ثم أحذف قيم الترتيبة (y)،البرنامج يعطيك كذلك بيانات مختلفة مثل: $x(t)$ و $Vx(t)$ و $ax(t)$.

ملاحظــة : نظرا لكثرة القيم التجريبية للفاصلة *x(t)* في مدة التجربة $5S$ لم تنسخ في هذه الوثيقة.

1- ما هو شكل بيان $x(t)$؟. بيان $x(t)$ دالة جيبية (في حدود أخطاء القياسات).



- حدد بيانيا قيمة الدور T و السعة الأعظمية x_m:

أ- من البيان نجد : $T = 1,8 - 1,0 = 0,8\ S$

ب- السعة الأعظمية x_m.

من البيان نجد: $x_m \approx 0,060m$

ضع: $x(t) = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T} + \phi\right)$ ، حيث ϕ الصفحة الابتدائية.

2- أكتب العبارة اللحظية $x(t)$، ثم أعط قيمتها في $t = 0S$.

$$x(t) = 0,060\cos\left(\frac{2\pi}{0,8}t + \phi\right)$$

$$x(t) = 0,060\cos(7,85t + \phi)$$

في اللحظة $t = 0S$: لدينا: $x(0) = 0,060\cos(\phi)$

بيانيا: $x(0) = -0,051m$

ومنه: $\cos(\phi) = \frac{-0,051}{0,060} \approx -0,85$ ومنه: $\phi = \pm 2,59\ rad$

3- اكتب عبارة السرعة $Vx(t)$ ثم أعط قيمتها في اللحظة $t = 0S$.

لدينا: $Vx(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -x_m \cdot \frac{2\pi}{T} sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi\right)$ بالتالي الدالة جيبية.

في اللحظة $t = 0S$: $Vx(0) = -0{,}060 \times 7{,}85.sin\phi$ ومنه: $Vx(0) = -0.55.sin\phi$

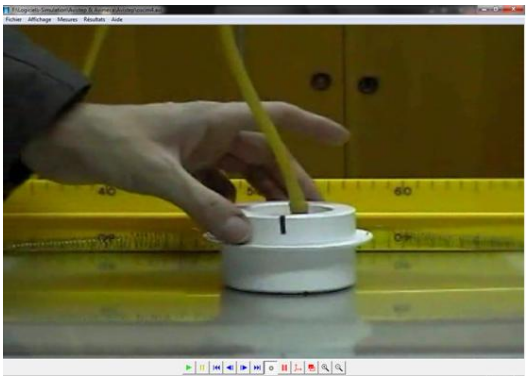
عين قيمة الصفحة الابتدائية ϕ بالراديان (rad).

لكن في اللحظة: $t = 0S$ الجسم ينتقل في اتجاه المطالات السالبة (حسب الشريط والبيان $x(t)$)، بالتالي:

$Vx(0) < 0$ ومنه: $sin\,\phi > 0$ أي أن: $\phi = 2{,}59rad$

ومنه: $x(t) = 0{,}060\,cos(7{,}85t + 2{,}59)$ و $Vx(t) = -0{,}47.sin(7{,}85t + 2{,}59)$

4- بعد 5S من التجربة وعندما محاولة المجرب إيقاف الجسم الصلب ، كيف تصبح حركة هذا الأخير؟.

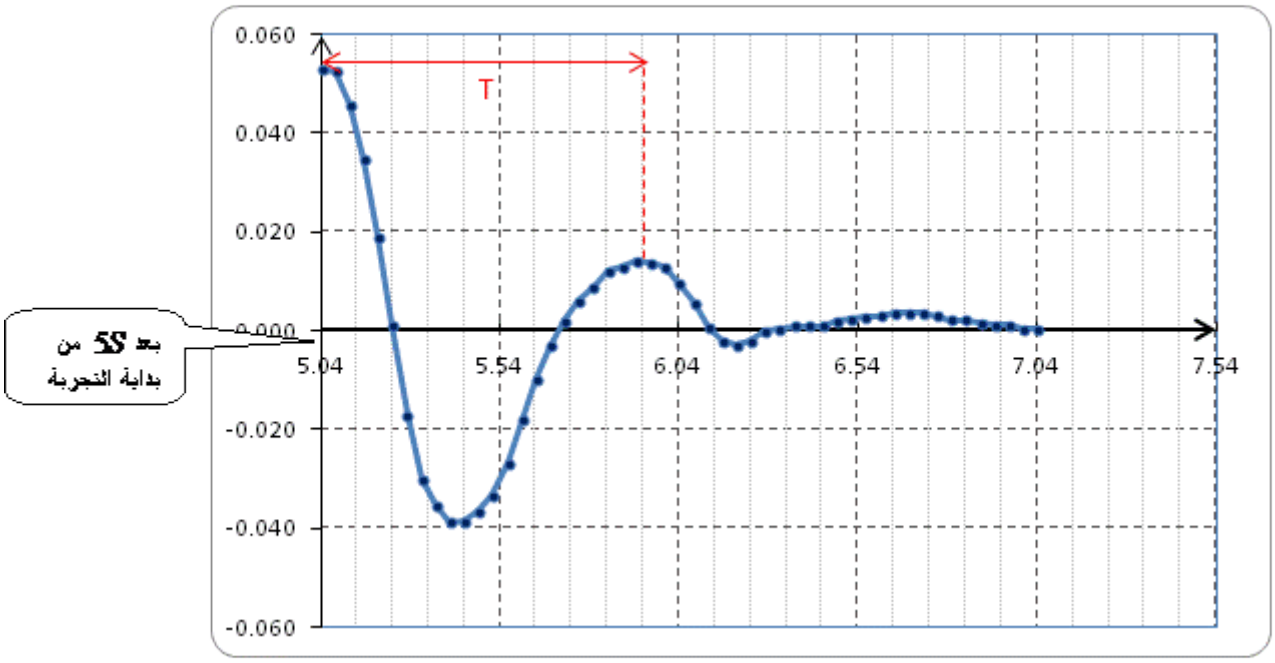


نلاحظ بيانيا أنه اذا كانت القوى الاحتكاك المطبقة على الجملة غير مهملة ، فإن سعة الاهتزازات تتناقص مع الزمن.

نقول أن **الاهتزازات تتخامد** و تكون حركة الجسم **شبه دورية** .

شبه الدور يساوي $T = 0{,}88\,S$

و هو يقارب الدور الحقيقي $T_0 = 0{,}08S$.



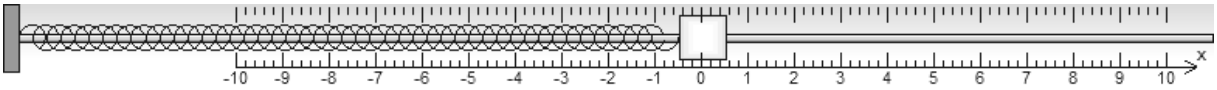
التجربة الثانية: استنتاج علاقة دور.

الوسائل المستعملة:

- جسم صلب (S) كتلته (m)
- نابض
- حامل.
- برنامج ressort.exe

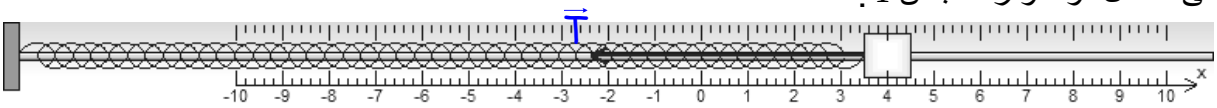
ملاحظة: في غياب وسادة هوائية استعملنا برنامج محاكاة يدرس حركة نواس مرن بدون احتكاكات.

– الجملة تتكون من جسم صلب (S) كتلته $m = 145g$ ، ساق مثبتة أفقيا ملفوف حولها نابض مرن مهمل الكتلة، حلقاته غير متلاصقة وثابت قساوته $K = 40\ N/m$ ، نثبت إحدى نهايتيه بحامل والنهاية الثانية بالجسم الذي يمكنه الانزلاق على الساق بدون احتكاك حسب الشكل التالي:



– زح الجسم عن وضع توازنه بمقدار $x = 4cm$ ثم أتركه لحاله في لحظة $t = 0s$.

مثّل على الشكل قوة توتر النابض $\vec{T}$.

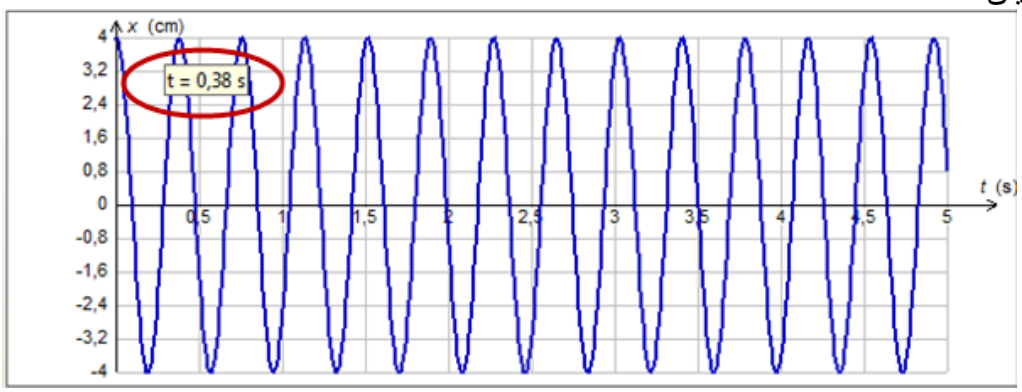


– عن طريق برمجية الإعلام الآلي، سجل فاصلة X بدلالة الزمن t .

أ/1– هل الاهتزازات المسجلة توافق حركة دورية ؟

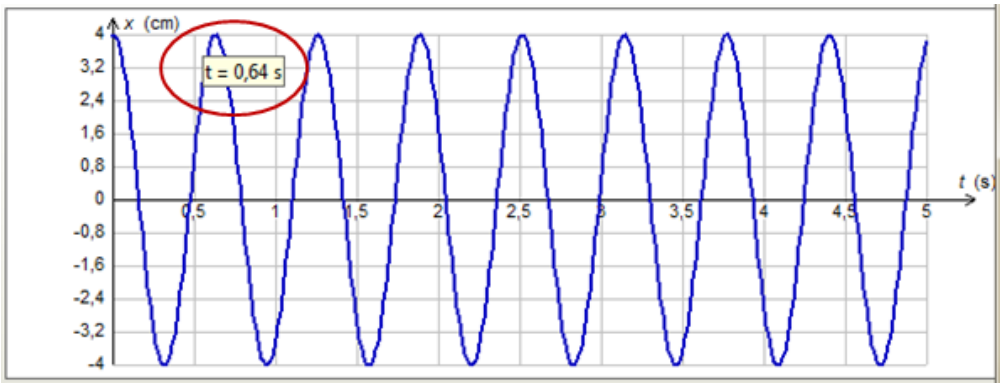
نعم الاهتزازات المسجلة توافق حركة دورية سعها ثابتة مع الزمن، نقول أن **الاهتزازات غير متخامدة.**

2– أعد رسم البيان المشاهد .



3– حدّد قيمة الدور. من التسجيل نجد أن: $T_0 = 0,38\ s$

ب/ كرّر التجربة السابقة بنفس النابض و بتغيير كتلة الجسم (S) حيث $m = 400g$ ، ثم سجل التمثيل البياني للفاصلة x بدلالة الزمن.

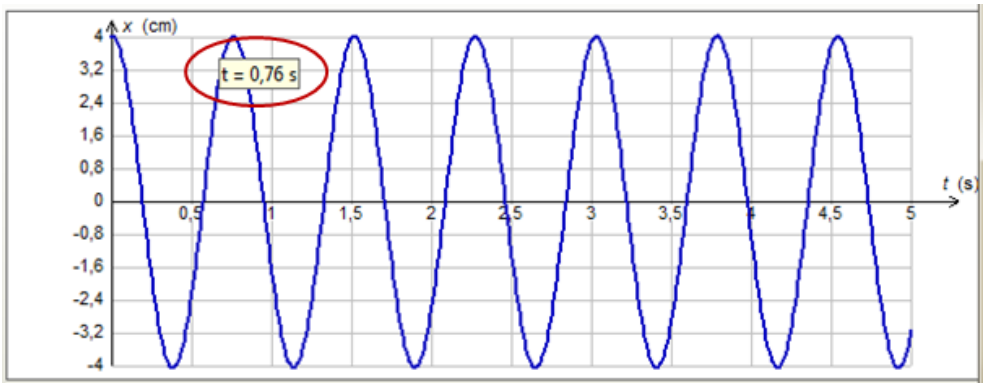


1– حدّد قيمة الدور. من التسجيل نجد: $T_0 = 0,64\ s$

2- ماذا تستنتج؟ . نستنتج أن الدور T_0 يتعلق بالكتلة m .

جـ/ كرّر التجربة السابقة من أجل كتلة $m = 145g$ ، و نابض آخر ثابت قساوته $K = 10N/m$ ثم سجّل التمثيل البياني للفاصلة x بدلالة الزمن.

1- حدّد قيمة الدور.



من التسجيل نجد: $T_0 = 0,76\,s$

2- ماذا تستنتج؟. نستنتج أن الدور T_0 يتعلق بثابت القساوة K .

$m(kg)$	0,145	0,400	0,145
$K(N/m)$	40	40	10
$T(s)$	0,38	0,64	0,76
$a_1 = \frac{m}{K}$	0,0036	0,0100	0,0145
$a_2 = \sqrt{\frac{m}{K}}$	0,06	0,10	0,12
$\frac{T}{a_1}$	105,55	64,00	52,41
$\frac{T}{a_2}$	6,33	6,40	6,33

2- عبارة دور النواس المرن:

أكمل الجدول التالي:

ماذا تستنتج ؟

من الجدول السابق نستنتج أنّ : $\frac{T}{\sqrt{\frac{m}{K}}} = cte$

ومنه: $T = 6,33\sqrt{\frac{m}{K}}$

وهذا الثابت يمثل بالتقريب المقدار 2π .

بالتالي عبارة الدور هي: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

خلاصة:

كل جملة تتحرك ذهابا و إيابا على **جانبي وضع توازنها** تقوم بحركة اهتزازية وهي على ثلاثة أنماط:

أ- الاهتزازات الحرة غير المتخامدة: الجملة الميكانيكية لا تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي أثناء اهتزازها.

ب- الاهتزازات الحرة المتخامدة: الجملة الميكانيكية المهتزة تفقد جزء من طاقتها للوسط الخارجي بفعل الاحتكاك.

جـ- الاهتزازات الحرة المغذاة: الجملة الميكانيكية المهتزة تعوض طاقتها المفقودة بواسطة تجهيز مناسب.