الدرس رقـــــــم 12 الجزء الرابع: الميكانيك	المظاهر الطاقة Aspects énergétiques	السنة الثانية بكالوريا الأستاذ: أســـــامة سطيع

I. شغل قوة

1. شغل قوة ثابتة

تعبير شغل قوة ثابتة $\vec{F}$ نقطة تأثيرها تنتقل من النقطة من A الى B هو:

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{AB} = F.AB.Cos(\alpha)$$

2. شغل الجزئي لقوة غير ثابتة

تعبير الشغل الجزئي للقوة $\vec{F}$ خلال انتقال الجزئي $\vec{\delta l}$ هو: $\delta W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{\delta l}$

تعبير الشغل الكلي للقوة المتغيرة $\vec{F}$ هو مجموع الاشغال الجزئية:

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \sum_{A}^{B} \delta W_{A\to B}(\vec{F}) = \sum_{A}^{B} \vec{F}.\vec{\delta l} = \vec{F}\sum_{A}^{B} \vec{\delta l}$$

3. شغل القوة المطبقة من طرف النابض

نعتبر نابض في وضع أفقي حيث أحد طرفيه مرتبط بحامل، نطبق قوة $\vec{F}$ عند الطرف الاخر فيطال النابض

II. الدراسة الطاقية للنواس المرن (جسم صلب – نابض) في وضع افقي

1. طاقة الوضع المرنة

طاقة الوضع المرنة للنواس المرن في وضع أفقي هي الطاقة التي يخزنها هذا النواس من جراء تشويه النابض ويعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$E_{Pe} = \frac{1}{2}kx^2 + Cte$$

بحيث:

k صلابة النابض ب $\left(\frac{N}{m}\right)$

x إطالة النابض ب (m)

نختار كحالة المرجعية $E_{Pe} = 0$ عندما يكون النابض غير مشوه أي ان $x = 0$ وعند التعويض في العلاقة السابقة نجد $Cte = 0$

وبالتالي تعبير طاقة الوضع المرنة هو:

$$E_{Pe} = \frac{1}{2}kx^2$$

ملحوظة:

- ❖ تتعلق الثابتة Cte بالحالة المرجعية.
- ❖ تغير طاقة الوضع المرنة لا يتعلق بالحالة المرجعية

✔ في الموضع x_A لدينا $E_{Pe}(A) = \frac{1}{2}kx_A^2$

✔ في الموضع x_B لدينا $E_{Pe}(B) = \frac{1}{2}kx_B^2$

✔ اذن تغير طاقة الوضع هو: $\Delta E_{Pe} = E_{Pe}(B) - E_{Pe}(A) = \frac{1}{2}k(x_B^2 - x_A^2)$

2. الطاقة الميكانيكية

الطاقة الميكانيكية لمجموعة هي:

$$E_m = E_C + E_P$$

الطاقة الحركية: $E_C = \frac{1}{2}mv^2$

طاقة الوضع للمجموعة: $E_P = E_{Pe} + E_{PP}$

باختيار طاقة الوضع مطابقة للمستوى الأفقي المار من G فإن طاقة الوضع الثقالية هي: $E_{PP} = 0$

ومنه فإن طاقة الوضع للمجموعة هي: $E_P = E_{Pe} = \frac{1}{2}kx^2$

اذن تعبير الطاقة الميكانيكية لمجموعة (جسم صلب – نابض) هو:

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

3. مخطط الطاقة

1.3 انحفاظ الطاقة الميكانيكية

عندما تكون الاحتكاكات مهملة فإن الطاقة الميكانيكية تنحفظ $E_m = Cte$ أي ان $\frac{dE_m}{dt} = 0$

لدينا $E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$

أي ان $E_m = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}kx^2$

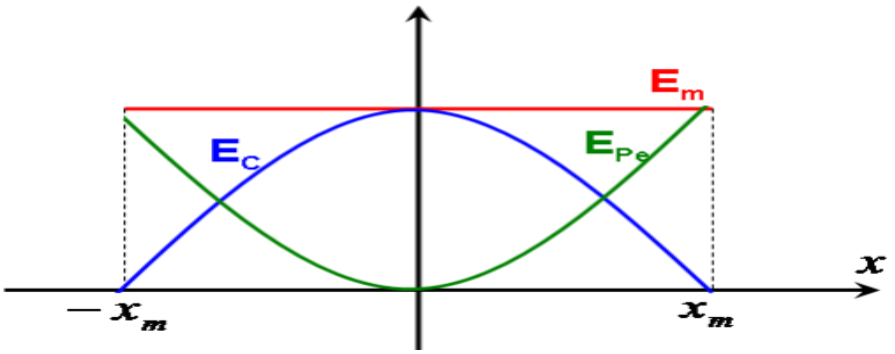
ومنه فإن $\frac{dE_m}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}kx^2\right) = 0$

أي ان $m\ddot{x} + kx = 0$

وبالتالي فالمعادلة التفاضلية لحركة الجسم هي:

$\ddot{x} + \omega_0 x = 0$ مع $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

1 مخطط الطاقة بدلالة x



2 مخطط الطاقة بدلالة t

لدينا $x(t) = X_m Cos(\omega_0 t + \varphi)$

ومنه فإن $E_P = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kX_m^2 Cos^2(\omega_0 t + \varphi)$

وكذلك $E_C = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 = \frac{1}{2}m\omega_0^2 X_m^2 Sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

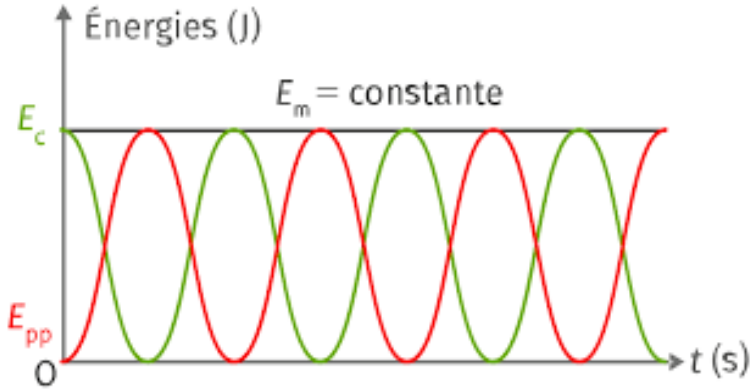
وبالتالي $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2 Cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}m\omega_0^2 X_m^2 Sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

أي ان $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2 Cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}m\frac{k}{m}X_m^2 Sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

اي $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2\left[Cos^2(\omega_0 t + \varphi) + Sin^2(\omega_0 t + \varphi)\right]$

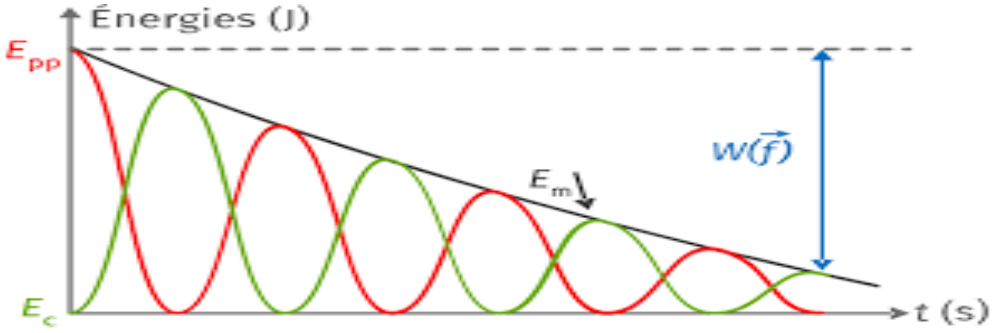
بما أن $\left[Cos^2(\omega_0 t + \varphi) + Sin^2(\omega_0 t + \varphi)\right] = 1$

فإن $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2 = Cte$



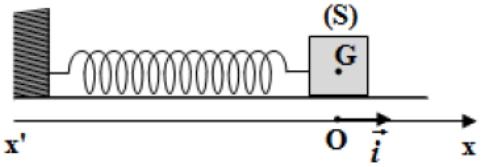
2.3 عدم انحفاظ طاقة الميكانيكية

في حالة وجود الاحتكاكات يتناقص وسع التذبذبات تدريجيا وبذلك تتناقص الطاقة الميكانيكية للمجموعة مع مرور الزمن الى ان يتوقف المتذبذب عن الحركة.



تمرين تطبيقي 1

نعتبر نواس مرن مكون من جسم صلب (S) كتلته $m = 250g$ يمكنه الحركة على مستو أفقي ونابض لفاته غير متصلة، كتلته مهملة، صلابته k. عند التوازن $x_G = x_0 = 0$ نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بالمسافة X_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t_0 = 0$. نعتبر المعلم $R(O,\vec{i})$ مرتبط بالأرض معلما غاليليا



1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن اتبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الافصول x؟
2. يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل التالي: $x(t) = 0,02Cos(10t)$

1.2 حدد كل من X_m و T_0 و φ؟

2.2 استنتج صلابة النابض k؟

تمرين تطبيقي 2

نعتبر المجموعة (جسم صلب – نابض) الممثلة في الشكل جانبه حيث النابض ذي لفات غير متصلة، ومحوره أفقي وكتلته مهملة وصلابته K

ندرس حركة مركز القصور G للجسم (S) ذي الكتلة $m = 100\ g$ في معلم $R(O,\vec{i})$ مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا

عند التوازن $x_G = x_0 = 0$ نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بالمسافة X_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t_0 = 0$ فينجز 10 تذبذبات خلال المدة الزمنية $\Delta t = 3,14\ s$

1) حدد قيمة الدور الخاص T_0؟

2) استنتج قيمة K؟

3) نختار الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه، مرجعا لطاقة الوضع المرنة E_{Pe} والمستوى الأفقي الذي يشمل G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية E_{PP} يمثل منحنى الشكل مخطط طاقة الوضع المرنة $E_{Pe} = f(x)$ باستغلال المخطط، حدد قيمة كل من

1.3 الوسع X_m

2.3 الطاقة الميكانيكية E_m للمجموعة المتذبذبة

3.3 السرعة القصوى لحركة الجسم S