**2006 Asie EXERCICE II.SYSTÈMES LIBRES ET FORCÉS DANS UNE AUTOMOBILE (6,5 points) CORRECTION http://labolycee.org ©**

**1. La suspension: les amortisseurs.**

1.1. Analyse dimensionnelle : La force de rappel d'un ressort a pour expression F = k.x, et d'après la deuxième loi de Newton F = m.a, donc $k = \frac{F}{x} = \frac{m.a}{x}$.

$$[k] = \frac{[m].[a]}{[x]} = \frac{M.L.T^{-2}}{L} = M.T^{-2}$$

$[m] = M$

$[T_0] = T$

Expression a) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

soit $\left[\frac{k}{m}\right] = \frac{M.T^{-2}}{M} = T^{-2}$ donc $\left[\sqrt{\frac{k}{m}}\right] = T^{-1} \neq T$ **L'expression a) ne convient pas**

Expression b) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

soit $\left[\frac{m}{k}\right] = \frac{M}{M.T^{-2}} = T^{2}$ donc $\left[\sqrt{\frac{m}{k}}\right] = T$ **L'expression b) convient**

Expression c) $T_0 = 2\pi\sqrt{km}$

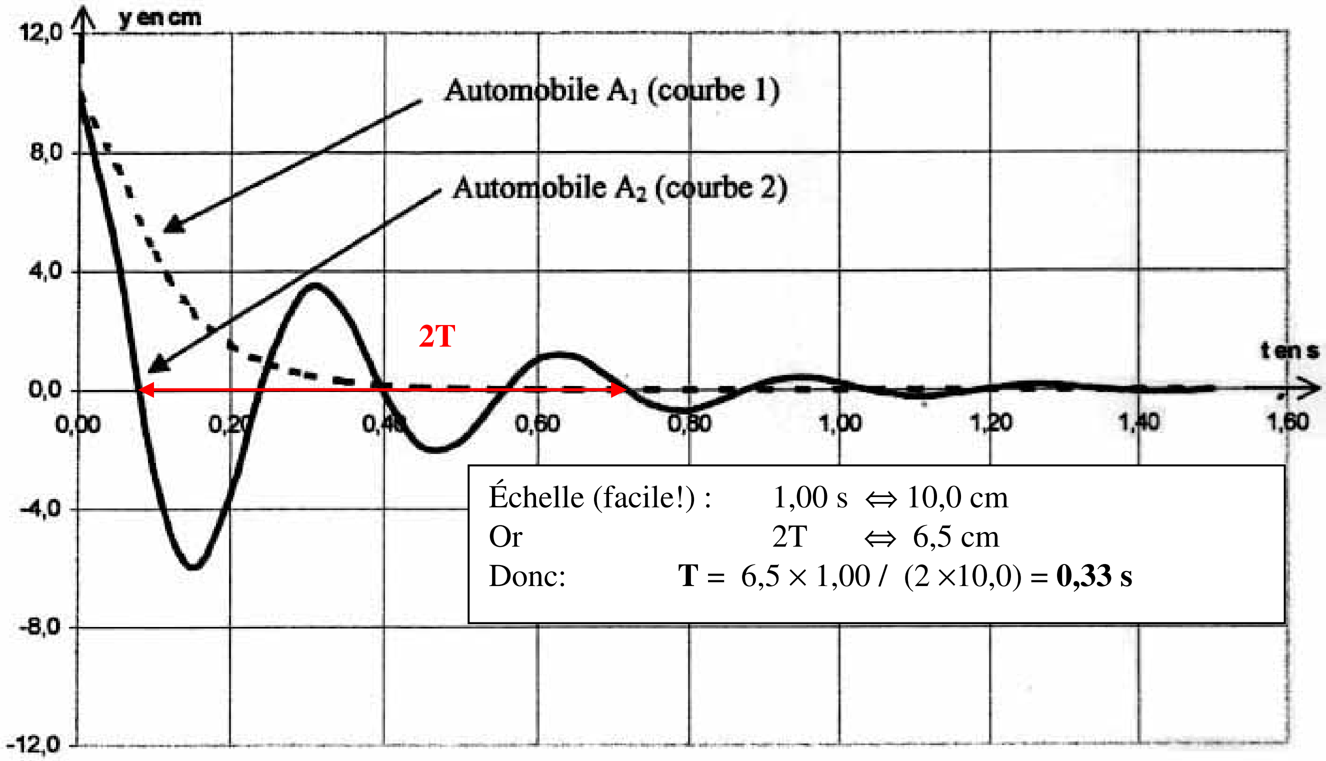
$[k.m] = M^2.T^{-2}$ donc $\left[\sqrt{k.m}\right] = M.T^{-1} \neq T$ **L'expression c) ne convient pas**

1.2.1. Les oscillations de la voiture après la bosse sont des **oscillations libres**. Il n'y a plus d'excitateur qui force la voiture à osciller après la bosse.

1.2.2. Courbe 1 (automobile $A_1$): Pas d'oscillations, donc régime **apériodique**

Courbe 2 (automobile $A_2$) : Oscillations amorties, donc régime **pseudo-périodique**.

1.2.3. Déterminer graphiquement de la pseudo-période T :




Échelle (facile!) : 1,00 s ⇔ 10,0 cm

Or 2T ⇔ 6,5 cm

Donc: **T =** $6,5 \times 1,00 / (2 \times 10,0)$ = **0,33 s**

1.2.4. On admet que la valeur T de la pseudo-période est très voisine de celle de la période propre $T_0$.

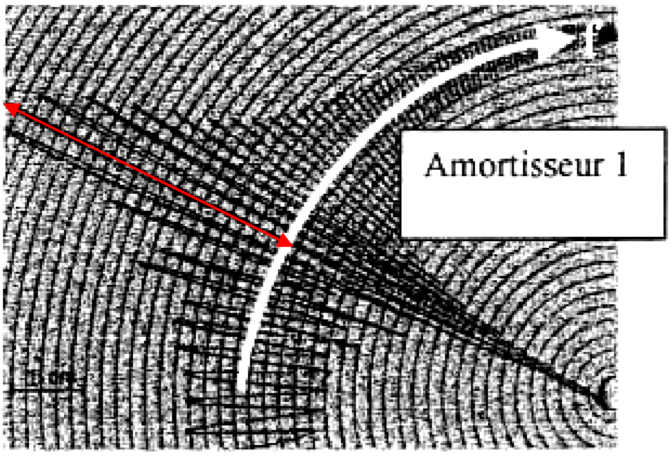
On a: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ donc $T_0^2 = 4.\pi^2.\frac{m}{k}$ soit $\boxed{m = \frac{k.T_0^2}{4.\pi^2}}$

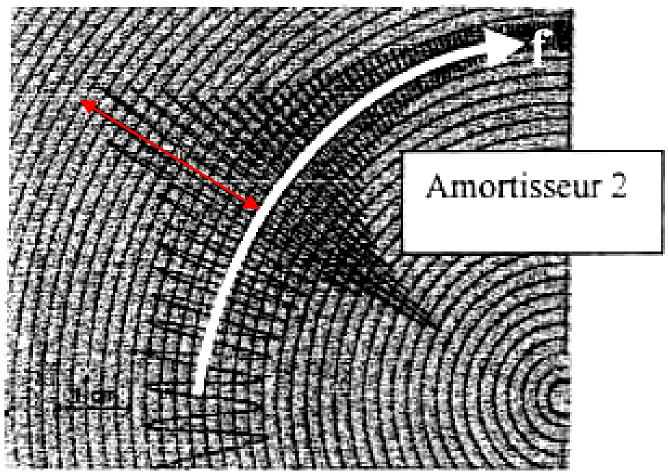
$\mathbf{m} = \frac{6,0\times10^5\times0,325^2}{4\pi^2} = \mathbf{1,6\times10^3\ kg}$

1.2.5. Plus le coefficient d'amortissement est grand plus le centre d'inertie G de la voiture retrouve rapidement sa position d'équilibre. **La courbe correspondant à la plus grande valeur de $\eta$ est donc la courbe 1.**

L'automobile qui possède la meilleure suspension est celle qui possède la plus grande valeur de $\eta$ : c'est donc l'automobile $A_1$.

**1.3.**




1.3.1. Les amortisseurs sont soumis à des **oscillations forcées**. Le dispositif va **imposer** à la caisse une excitation verticale périodique de fréquence f variable.

1.3.2. L 'amplitude des oscillations passe par un maximum pour une fréquence voisine d'une fréquence caractéristique de l'amortisseur. Cette fréquence **$f_0$ est la fréquence propre** de vibration de la caisse de la voiture.

Ce phénomène s'appelle **la résonance**.

1.3.3. L'amortisseur qui assure le plus de confort aux passagers est celui pour lequel l'amplitude des oscillations (en rouge) est la plus petite à la résonance: **c'est donc l'amortisseur n°2.**

**2. L'alimentation électrique: l'accumulateur au plomb.**

**2.1.1.** Équations aux électrodes:

L'oxydant $PbO_2(s)$ est réduit en $Pb^{2+}(aq)$ : $PbO_2(s) + 2\,e^- + 4\,H^+(aq) = Pb^{2+}(aq) + 2\,H_2O(\ell)$

Le réducteur Pb(s) est oxydé en $Pb^{2+}(aq)$ : $Pb(s) = Pb^{2+}(aq) + 2\,e^-$

$PbO_2(s) + 4\,H^+(aq) + Pb(s) = 2\,Pb^{2+}(aq) + 2\,H_2O(\ell)$

On retrouve bien l'équation de la **réaction spontanée** entre les deux couples.

**2.1.2.** L'électrode négative de ce générateur est celle qui libère des électrons. Or les électrons sont libérés par **l'électrode de plomb Pb(s)** qui constitue donc l'électrode négative.

| **2.1.3.** Équation chimique | | $PbO_2(s)$ + | $Pb(s)$ | $+ 4\,H^+(aq)$ | $= 2\,Pb^{2+}(aq)$ + | $2\,H_2O(\ell)$ | quantité d'électrons transférés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| État du système (en mol) | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) | | | | | |
| État initial | 0 | $n_1$ | $n_2$ | Excès | 0 | beaucoup | 0 |
| État intermédiaire | x | $n_1 - x$ | $n_2 - x$ | Excès | 2x | beaucoup | 2x |

$\mathbf{n_{conso}(Pb) = x}$

Au cours de la transformation, lorsqu'une mole de Pb(s) se consomme, il y a échange de 2 moles d'électrons.

Si x mol de Pb(s) sont consommées, il y a échange de $n(e^-) = 2x$ moles d'électrons.

$Q = n(e^-).N_A.e$ ou $Q = n(e^-).F$

$\mathbf{Q = 2x.N_A.e}$ ou $\mathbf{Q = 2x.F}$

D'autre part $\mathbf{Q = I.\Delta t}$

$Q = 2x.N_A.e = I.\Delta t$ ou $Q = 2x.F = I.\Delta t$

$x = \dfrac{I.\Delta t}{2.N_A.e} = n_{conso}(Pb)$ ou $x = \dfrac{I.\Delta t}{2.F} = n_{conso}(Pb)$

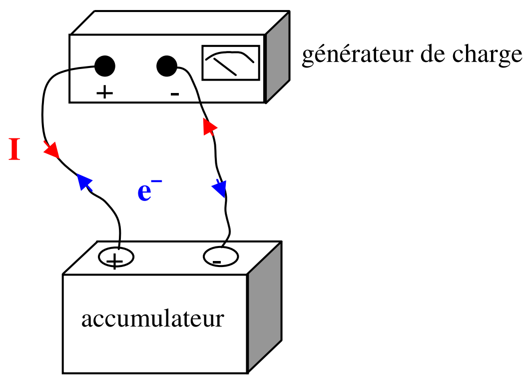
$\mathbf{m_{conso}(Pb) = n_{conso}(Pb)\,.\,M(Pb)}$

$\boxed{m_{conso}(Pb) = \dfrac{I.\Delta t.M(Pb)}{2.N_A.e}\ (1)}$ ou $\boxed{m_{conso}(Pb) = \dfrac{I.\Delta t.M(Pb)}{2.F}\ (2)}$

avec (1) $\mathbf{m_{conso}(Pb)} = \dfrac{200\times1,0\times207,2}{2\times6,02\times10^{23}\times1,6\times10^{-19}} = \mathbf{0,22\ g}$

avec (2) $\mathbf{m_{conso}(Pb)} = \dfrac{200\times1,0\times207,2}{2\times96500} = \mathbf{0,21\ g}$.

**2.2. Charge de l'accumulateur :**




2.2.1. Le générateur de charge impose un sens de circulation des électrons opposé au sens de circulation des électrons dans le cas de la décharge spontanée de l'accumulateur.
L'équation de la réaction chimique lors de la charge est donc l'équation inverse de celle lors de la décharge :

$\mathbf{2\,Pb^{2+}(aq) + 2\,H_2O(\ell) = PbO_2(s) + 4\,H^+(aq) + Pb(s)}$

*Remarque:* les réactifs consommés lors de la décharge sont régénérés lors de la charge.

2.2.2. Le générateur de charge impose le sens du courant et non l'accumulateur. Le système chimique associé à l'accumulateur reçoit de l'énergie et peut ainsi évoluer dans **le sens inverse de son sens d'évolution spontanée** : il s'agit donc d'une **transformation forcée**.