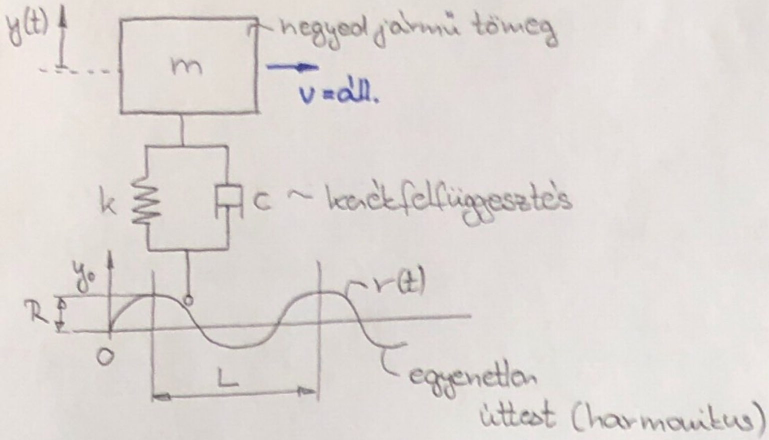
Jármű negyedmodell:



Adatok:

$m = 300\ kg$

$k = 2 \cdot 10^5\ N/m$

$c = 9300\ Ns/m$

$v = 36\ \frac{km}{h} = 10\ \frac{m}{s}$

$R = 0{,}04\ m$

$L = 1{,}2\ m$

Feladat:

1, Mozgásegyenlet!

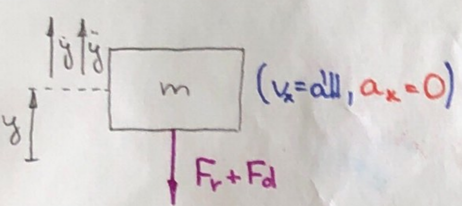
2, ω_n, ξ, λ, f_0 ?

3, Állandósult állapotbeli mozgás ($y_{max} = ?$)

4, $F_{d\,max} = ?$

Megoldás:

Szabadtest ábra:



Dinamika alaptétele:

$m\ddot{y} = -F_r - F_d$

ahol

$F_r = k(y - r(t))$

$F_d = c(\dot{y} - \dot{r}(t))$

itt az útgerjesztés $r(t) = R\sin(\omega t)$

$\dot{r}(t) = R\omega\cos(\omega t)$

$\omega = ?$

$$T = \frac{L}{v} \equiv \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi v}{L}$$

$$\boxed{\omega = 52{,}36 \left[\frac{rad}{s}\right]}$$

Ezzel:

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = kr(t) + c\dot{r}(t)$$

$$= \underbrace{kR\sin(\omega t) + cR\omega\cos(\omega t)}$$

$= F_0 \sin(\omega t + \delta)$ alakúra hozható

$$F_0\sin(\omega t + \delta) = \underbrace{F_0\cos\delta}_{=kR}\,\sin(\omega t) + \underbrace{F_0\sin\delta}_{=cR\omega}\,\cos(\omega t)$$

Vagyis

$$\left.\begin{array}{ll} 1. & kR = F_0\cos\delta \\ 2. & \underline{cR\omega = F_0\sin\delta} \end{array}\right\} /(\,)^2;\ + \Rightarrow F_0 = \sqrt{k^2R^2 + c^2R^2\omega^2} = \underline{\underline{21\,056{,}8}}\,[N]$$

$$/\,2./1. \Rightarrow \tan\delta = \frac{cR\omega}{kR} \Rightarrow \delta = \arctan\left(\frac{c\omega}{k}\right) = \underline{\underline{1{,}181}}\,[rad]$$

Így a mozgásegyenlet:

$$\ddot{y}+\underbrace{\frac{c}{m}}_{=2\xi\omega_n}\dot{y}+\underbrace{\frac{k}{m}}_{=\omega_n^2}y=\underbrace{\frac{R}{m}\sqrt{k^2+c^2\omega^2}}_{=f_0\omega_n^2}\sin(\omega t+\delta)$$

2,

$$\omega_n=\sqrt{\frac{k}{m}}=\underline{\underline{25{,}82}}\ \frac{rad}{s} \quad \Rightarrow \quad \lambda=\frac{\omega}{\omega_n}=\underline{\underline{2{,}03}}\,[1]$$

$$\xi=\frac{1}{2\omega_n}\frac{c}{m}=\underline{\underline{0{,}6}}\,[1] \qquad f_0=\frac{1}{\omega_n^2}\frac{R}{m}\sqrt{k^2+c^2\omega^2}=\underline{\underline{0{,}105}}\,[m]$$

3, Állandósult állapotbeli megoldás:

$y_p(t)=Y\sin(\omega t+\delta-\vartheta)$ $\Rightarrow$ gerjesztéshez képest mennyit késik a rezgés

Amplitúdó: $Y=N\cdot f_0$, ahol $N=\dfrac{1}{\sqrt{(1-\lambda^2)^2+4\xi^2\lambda^2}}=\underline{\underline{0{,}253}}\,[1]$

így $Y=\underline{\underline{0{,}0266}}\,[m]$

Fáziskésés:

$$\vartheta=\arctan\left(\frac{2\xi\lambda}{1-\lambda^2}\right)=-0{,}664+\pi=\underline{\underline{2{,}478}}\,[rad]$$

Ez alapján az állandósult megoldás:

$$y_p(t)=0{,}0266\sin(52{,}36t-\underbrace{1{,}297}_{\text{az út egyenetlenségeihez képesti lemaradás}})$$

4, Csillapítóerő: $F_{d\,max}=?$ („állandósult" rezgés esetén)

$F_d(t)=c(\dot{y}_p(t)-\dot{r}(t))$, ahol $\dot{y}_p(t)=Y\omega\cos(\omega t+\delta-\vartheta)$

$\dot{r}(t)=R\omega\cos(\omega t)$

Behelyettesítve:

$$F_d(t)=c\omega(\underbrace{Y\cos(\omega t+\delta-\vartheta)-R\cos(\omega t)}_{=Y^*\cos(\omega t+\delta^*)})$$

$$\left[Y\cos(\omega t)\cos(\delta-\vartheta)-Y\sin(\omega t)\sin(\delta-\vartheta)-R\cos(\omega t)\right]=Y^*\cos(\omega t)\cos\delta^*-Y^*\sin(\omega t)\sin\delta^*$$

Így:

$$\left.\begin{aligned}Y\sin(\delta-\vartheta)&=Y^*\sin\delta^*\\Y\cos(\delta-\vartheta)-R&=Y^*\cos\delta^*\end{aligned}\right\}/()^2+ \quad\Rightarrow\quad Y^*=\sqrt{Y^2\cos^2(\delta-\vartheta)+Y^2\sin^2(\delta-\vartheta)-2Y\cos(\delta-\vartheta)\cdot R+R^2}$$

$$=\sqrt{Y^2-2RY\cos(\delta-\vartheta)+R^2}$$

$$=\underline{\underline{0{,}0416}}\,[m]$$

$F_{d\,max}=c\omega Y^*=\underline{\underline{20257}}\,[N]$