

یکی از دلایل وجود مهار قائم (تندون)

دلیل ایجاد پیش کشیدگی

بررسی سختی سرج سکوی پایه کششی

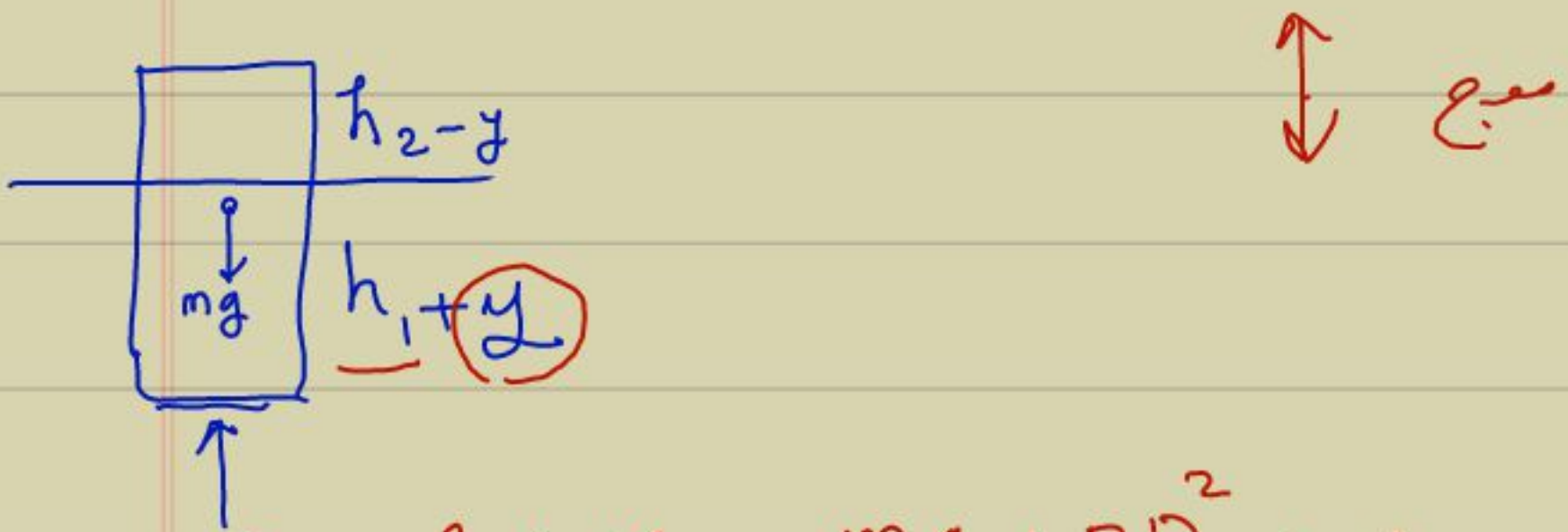
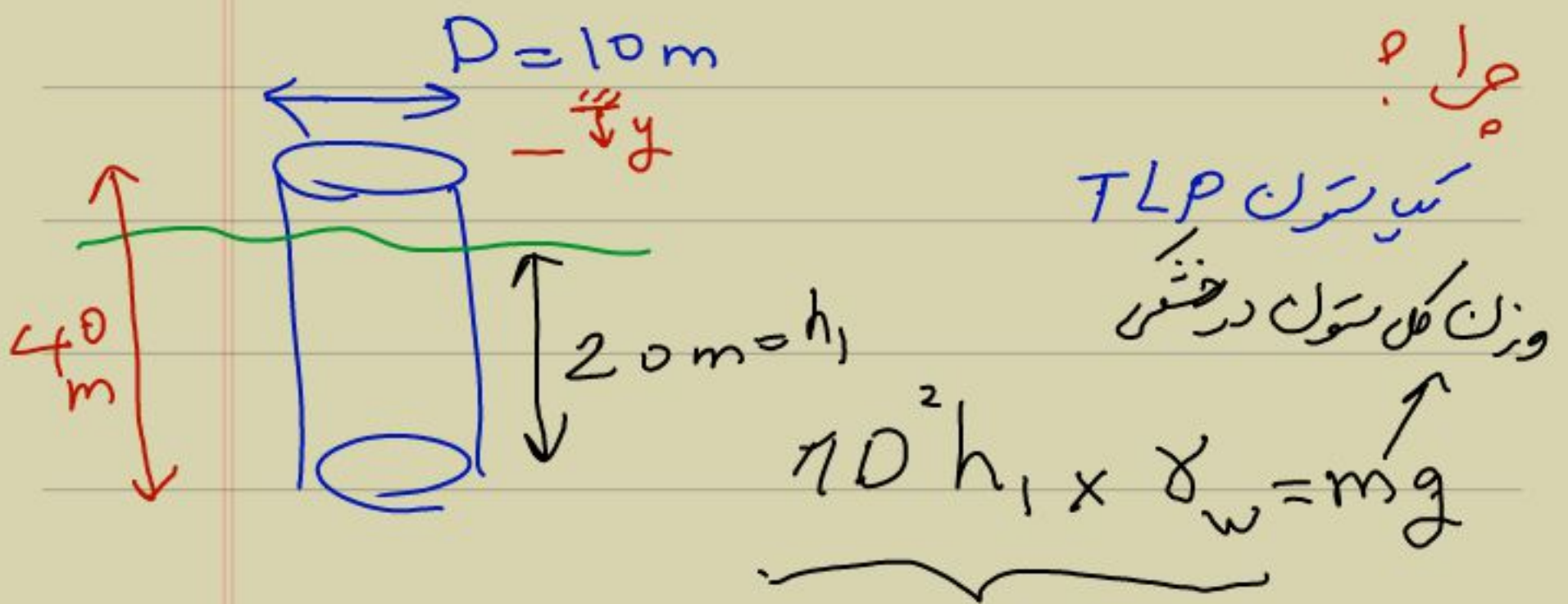
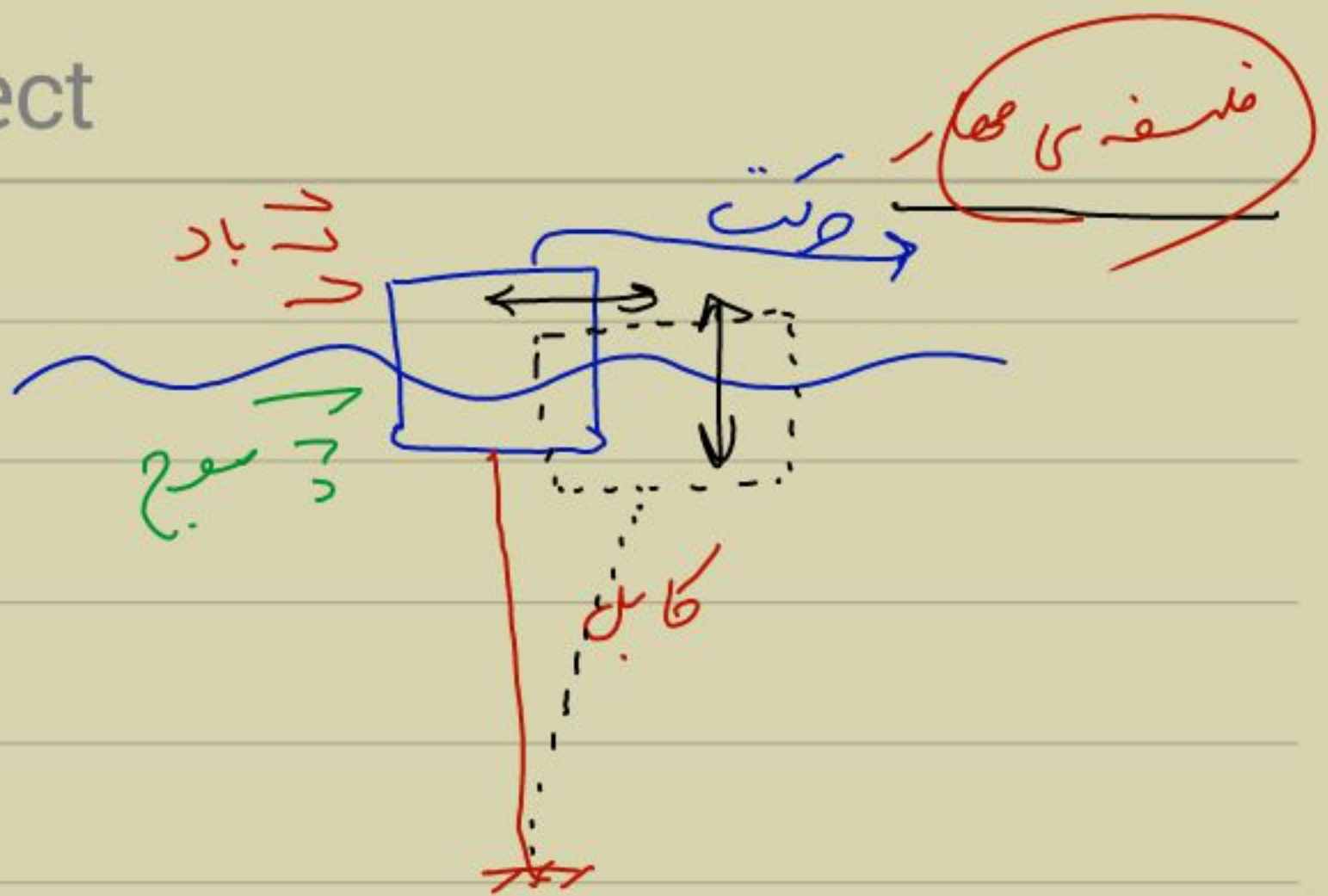
معادله دافینک

تنگرام سازه های فراساحلی

<https://telegram.me/joinchat/CD7cEQihKGre970qkySxrQ>

تابش پور

# Subject



$$mg + Ay \gamma_w = mg + \frac{\pi D^2}{4} y \gamma_w$$

$$\sum F_y = m \ddot{y} \Rightarrow mg + Ay \gamma_w = m \ddot{y}$$



در مسائل آزاد ارتدانه  $m\ddot{y} + A\delta_w y = 0$

|||

در سطح آب

$$m\ddot{y} + k y = 0$$

$$k_b = A \delta_w$$

فهرست  $\delta_w$  هندسه مقطع  $\delta_w$

$$\ddot{y} + \omega_n^2 y = 0 \Rightarrow \omega_n = \sqrt{\frac{A \delta_w}{m}}$$

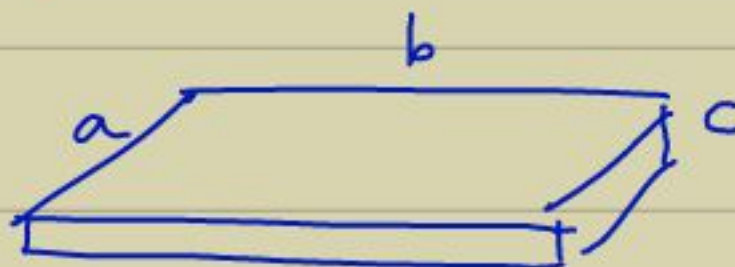
تغییر  $F = k y$   
 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  خفگی

هندسه مقطع  
 هندسه خفگی

تغییر  $\delta_w$  مهم :

$$\omega = \sqrt{\frac{A \delta_w}{m}} = \sqrt{\frac{\pi D^2 \delta_w}{4 h_1 \delta_w}} = \sqrt{\frac{g}{h_1}}$$

$$\frac{2\pi}{T} = \omega = \sqrt{\frac{10}{30}} = \sqrt{\frac{1}{3}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{3} = 10 \text{ Sec!!!}$$



تمرین

$$\omega = \sqrt{\frac{k_b}{m + m_a}}$$

$\delta A$  به طول جسم افزوده  
به جسم افزوده



مهار قائم : Tendon, Tether

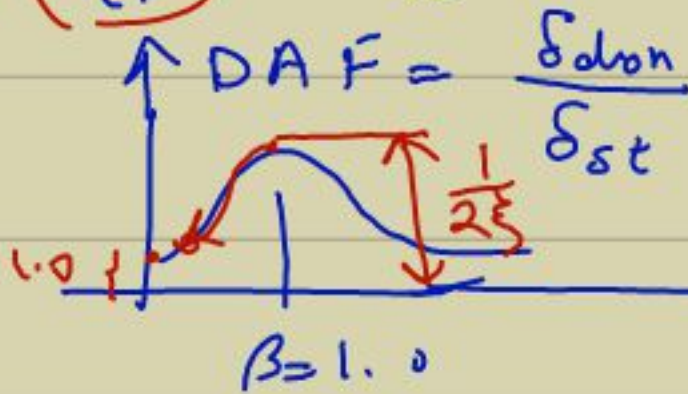
ضرورت مهارت قائم

انتخاب ← ضرب ↑  
مجاز  $f = k \delta$

منفذ وجود مهار

دسترسی ← قائم یا از مربع یا به اندازه کافی دور شود.

$\omega_{\text{مربع}} > \omega_{\text{قائم}} = \frac{2\pi}{10} = 0.6$



$\beta = \frac{\omega}{\omega_{\text{مربع}}} = \frac{\omega_{\text{قائم}}}{\omega_{\text{مربع}}}$

$1.0 < DAF < \frac{1}{2\xi} \quad \xi = 0.05 \quad 10$

گزینه

$\beta = \frac{\omega_{\text{مربع}}}{\omega_{\text{قائم}}} = 0.2 \xrightarrow{T=10} T=2 \text{ sec}$

$k_b \rightarrow 25k_b = 24k_b + k_b$

$\frac{EA}{L} = \text{معلوم}$   
معلوم  $\rightarrow EA$   
معلوم  $\rightarrow L$

تبدیل

گزینه

کاملاً منطقی است از کتر برایش کنار حذف و قائم

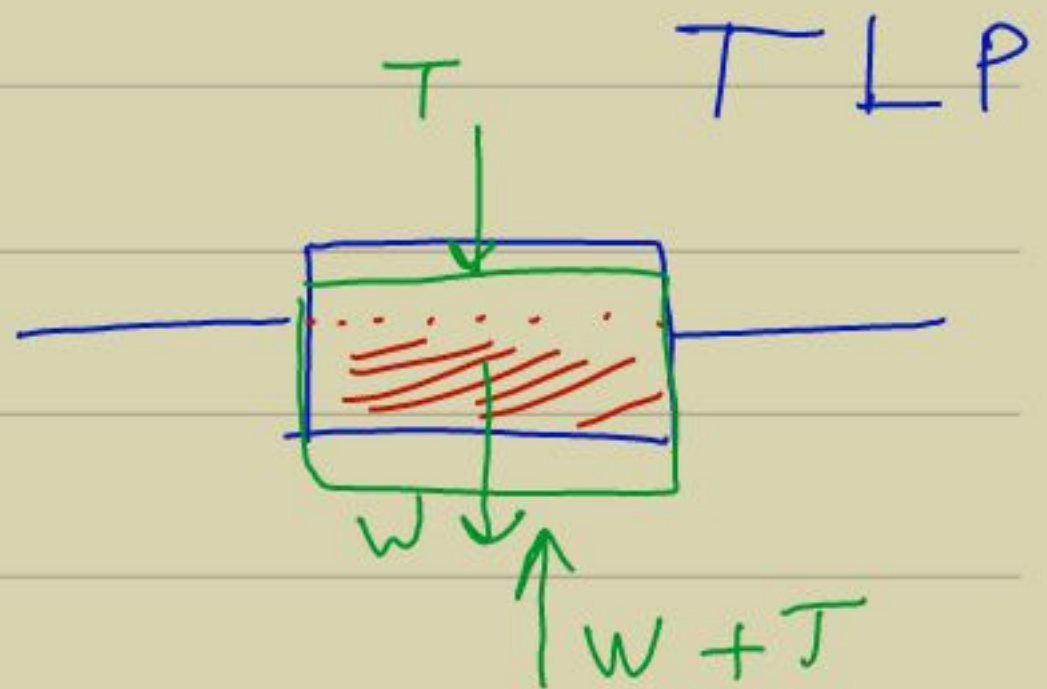
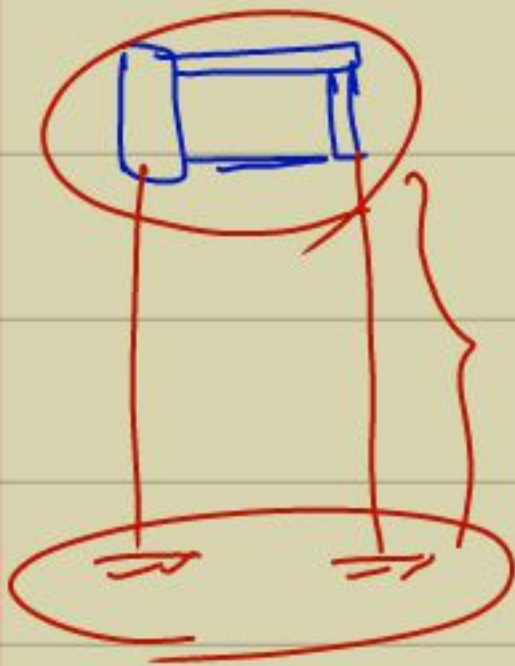
صرف تکرار 4%



$$\omega = \sqrt{\frac{g}{h_1}} = \sqrt{\frac{g A_w \rho}{h_1 A_w \rho}} = \sqrt{\frac{k_b}{m}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k_b}{m + m_a}}$$

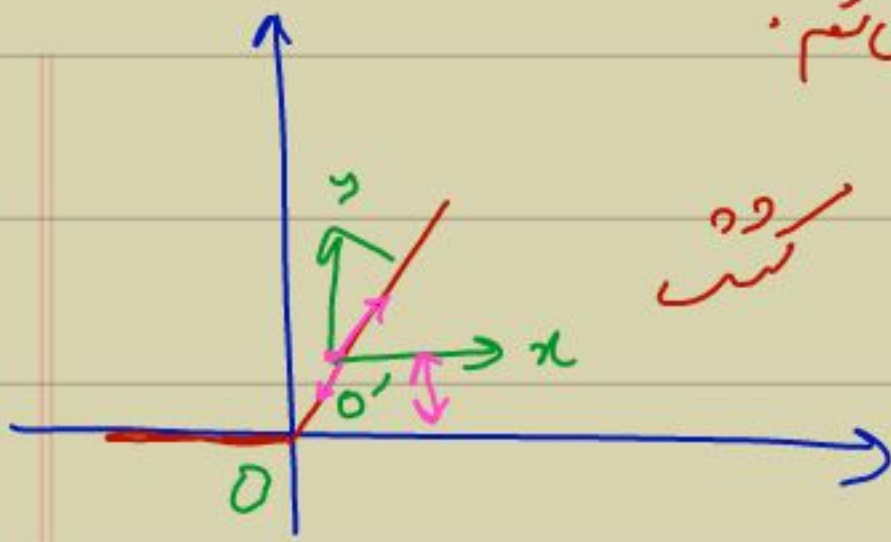
**تمرین:** وزن یک TLP مساوی 40000 ton می باشد.  
 می خواهم برورد حرکت هیدرودین 2 sec باشد.  
 در عمق آب مساوی 800m باشد این نیروی که وارد می شود



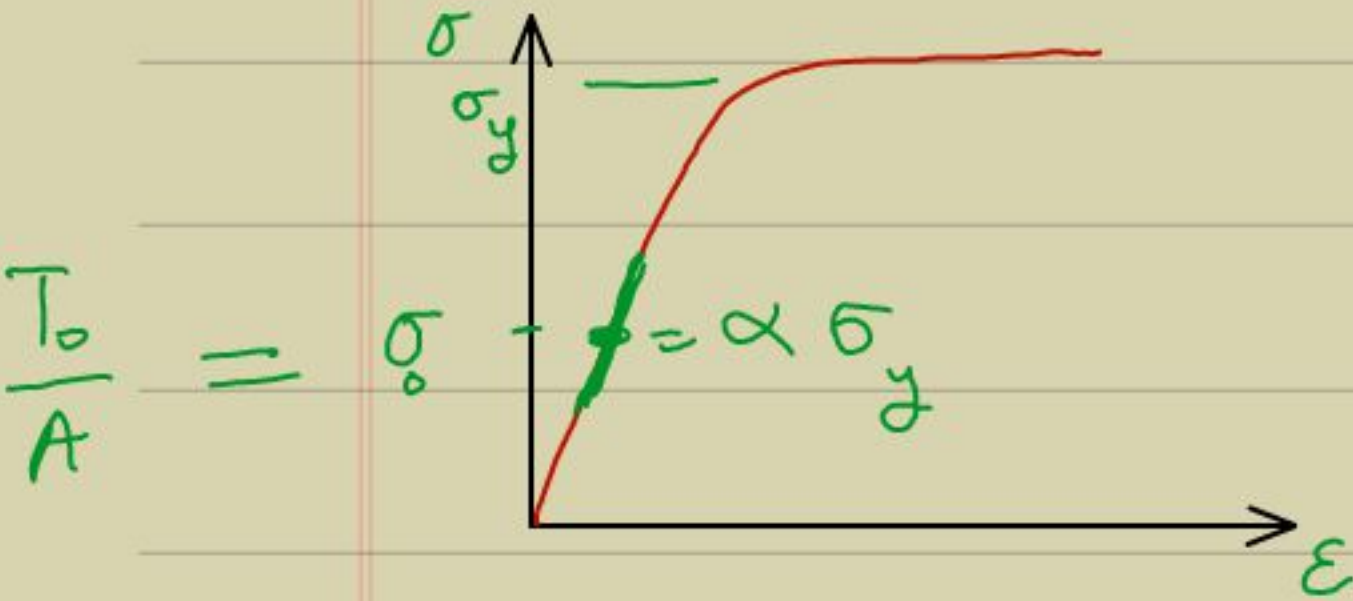
Pretension  $T_0$

$$\bar{T} + W = B$$

فصله بین کشیدی مهار قائم.

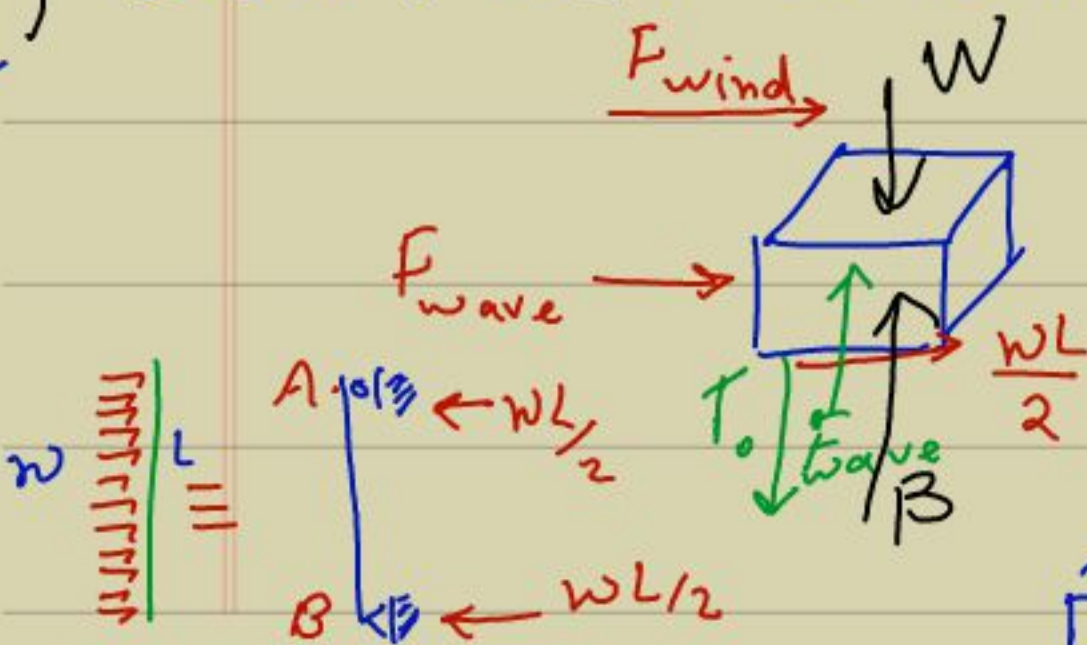


کش

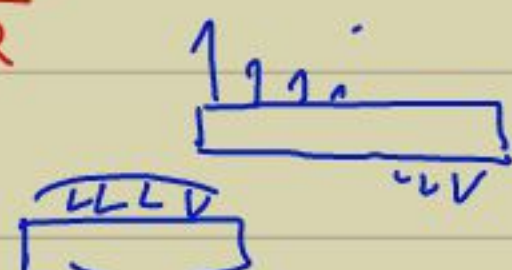


تمام این حرکات به دو صورت باید مورد بررسی قرار گیرند:

$\sigma \leftrightarrow F$   
 $\epsilon \leftrightarrow \delta$



ج. ر  
هیدرو  
بیچ





$$\int x^2 dm$$

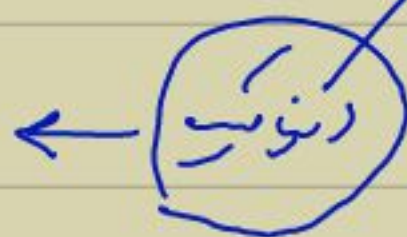


$$\sum M = I \alpha \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{موج} \\ \text{رول} \\ \text{یو} \end{array} \right.$$

$$\sum F = ma \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{سرج} \\ \text{سوی} \\ \text{هید} \end{array} \right.$$

$$m_{\text{افزوده سرج}} + m_{\text{خفی سرج}}$$

$$m_{\text{افزوده هید}} + m_{\text{خفی هید}}$$



استاتیک

$$(m+m) \ddot{x} + C \dot{x} + (kx + k'x^3)$$

$$= F_{\text{Surge}}$$

نیروی بازگرداننده

مقاومت سرج

افزوده

سرج

کمی سرج

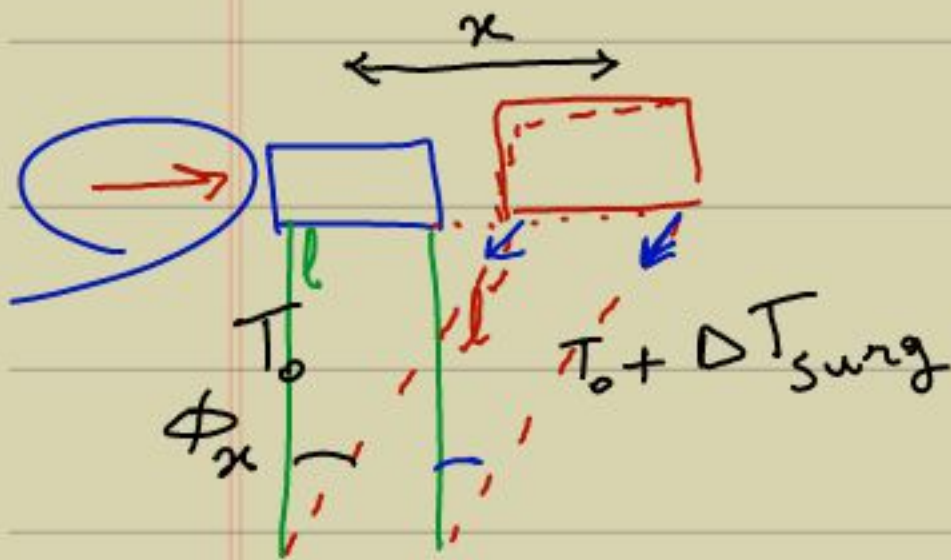
$$\delta_{\text{surge}} = \frac{F_{\text{Surge}}}{k_{\text{Surge}}}$$

تعیین سفتی هالت



# تعیین سفتی سرج TLP

تمرین: ص ۳۱۴ فزاسطی



$$\delta = \frac{FL}{AE}$$

$l-l$

$$l' = \sqrt{l^2 + x^2}$$

$$\Delta T_{surge} = \left( \sqrt{l^2 + x^2} - l \right) \frac{AE}{l} = \left( \sqrt{1 + \frac{x^2}{l^2}} - 1 \right) AE$$

$$k_{ss} \cdot x = n (T_0 + \Delta T_{surge}) \sin \phi_x$$



$$\sin \phi_x = \frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}} \approx \frac{x}{l}$$

$$k_{ss} = \frac{n (T_0 + \Delta T_{surge}) \sin \phi_x}{x} = \frac{n (T_0 + \Delta T_{surge})}{\sqrt{l^2 + x^2}}$$

$$k_{ss} = \frac{n \left( T_0 + \left[ \sqrt{1 + \frac{x^2}{l^2}} - 1 \right] AE \right)}{l \sqrt{\frac{l^2 + x^2}{l^2}}} = \frac{n T_0}{l} +$$

$$\frac{n \left[ \sqrt{1 + \frac{x^2}{l^2}} - 1 \right] AE}{\sqrt{1 + \frac{x^2}{l^2}}} = \frac{n \left[ \cancel{x} + \frac{x^2}{2l^2} - \cancel{1} \right] AE}{1 + \frac{x^2}{2l^2}} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{n T_0}{l} + \\ \frac{n x^2}{2 l^2 AE} \end{array} \right.$$



$$k = \frac{AE}{l}$$

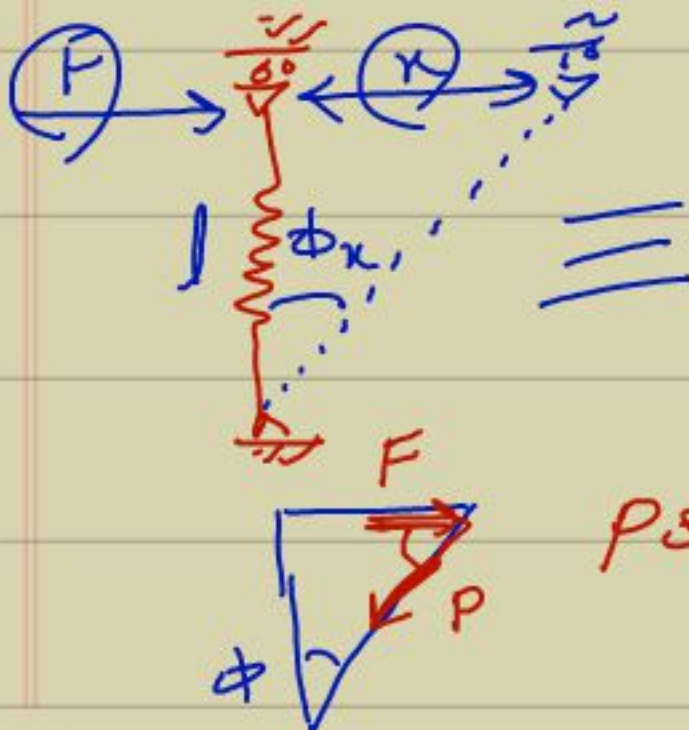
$$k_{ss} = \underbrace{\frac{n T_0}{L}}_1 + \underbrace{\frac{n AE}{2 l^2} x^2}_{\gamma n \frac{AE}{L} \frac{1}{2} \frac{x}{l}} x$$

$$k_{ss} x = \underbrace{\frac{n T_0}{l}}_1 x + n \underbrace{\frac{AE}{2 l^2} x^3}_{\text{غير خطي}}$$

$$k_{ss} x = A x + B x^3$$

$$k_{sr} = \frac{n T_0}{l}$$

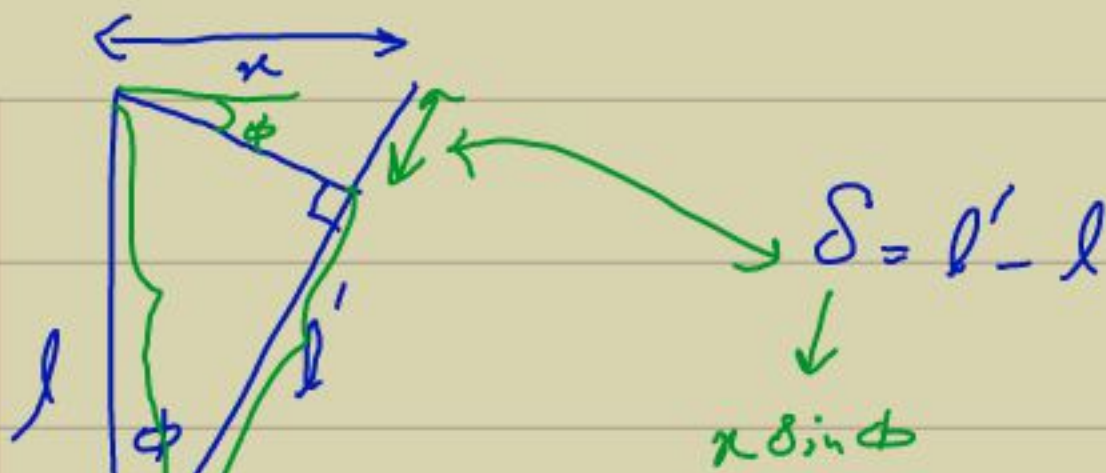
$$\frac{F}{k} = \frac{F}{AE/l} = FL/AE$$

$$k' = F/x$$

$$\phi_x = \frac{x}{l}$$

$$P \sin \phi = F \Rightarrow P \frac{x}{l} = F$$



$$\delta = \frac{Pl}{AE} \Rightarrow x \sin \phi = \frac{Pl}{AE} = \frac{Fl^2}{\pi AE}$$

$$P = \frac{Fl}{x} \quad \frac{x^2}{l} = \frac{Fl^2}{\pi AE}$$

$$Fl^3 = AE x^3 \rightarrow F = \frac{AE x^3}{l^3}$$

سوال فلسفی

$$k_{ss} = \underbrace{n \frac{T_0}{L}}_{\text{سختی پری کبیہ}} + \underbrace{n \frac{AE}{L} \frac{1}{2} \left( \frac{x}{L} \right)^2}_{\text{سختی مصالح}}$$

تمرین:

$$f(x) = g(x) + h(x)$$

دک عددی }  
 $\left. \begin{array}{l} g(x) \text{ در } g(x) \\ h(x) \text{ در } h(x) \end{array} \right\}$

$$\frac{g(x)}{f(x)}, \frac{h(x)}{f(x)}, \frac{g(x)}{h(x)}$$

Response dependent System

$$\text{System} \left\{ \begin{array}{c} m \\ k \\ c \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{c} w \\ \xi \end{array} \right\}$$

مهندس: دک ثبت تمام مقادیر بی حد

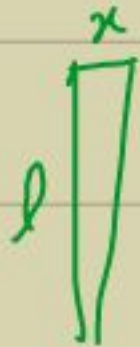


مقادیر به بعد } مفید فیزیکی هم

هندسی  $\frac{x}{l}$  ,  $(\frac{x}{l})^2$

مقادیر

$$k_{ss} = n \frac{T_0}{l} + n \frac{AE}{l} \cdot \underbrace{\frac{1}{2} \left( \frac{x}{l} \right)^2}_{\frac{1}{20,000}}$$



$$l = h - D r$$

$$l = 800 \text{ m}$$

سوال

Order of magnitude

$$\frac{5 \text{ mm}}{\quad} \quad \frac{5 \text{ cm}}{\quad} \quad \frac{5 \text{ dm}}{\quad} \quad \frac{5 \text{ m}}{\quad} \quad \frac{50 \text{ m}}{\quad}$$

$$8 \text{ m} \rightarrow \frac{x}{l} = 0.01$$

تمرین: مقدار  $k_{ss}$  به  $x$  وابسته نیست.

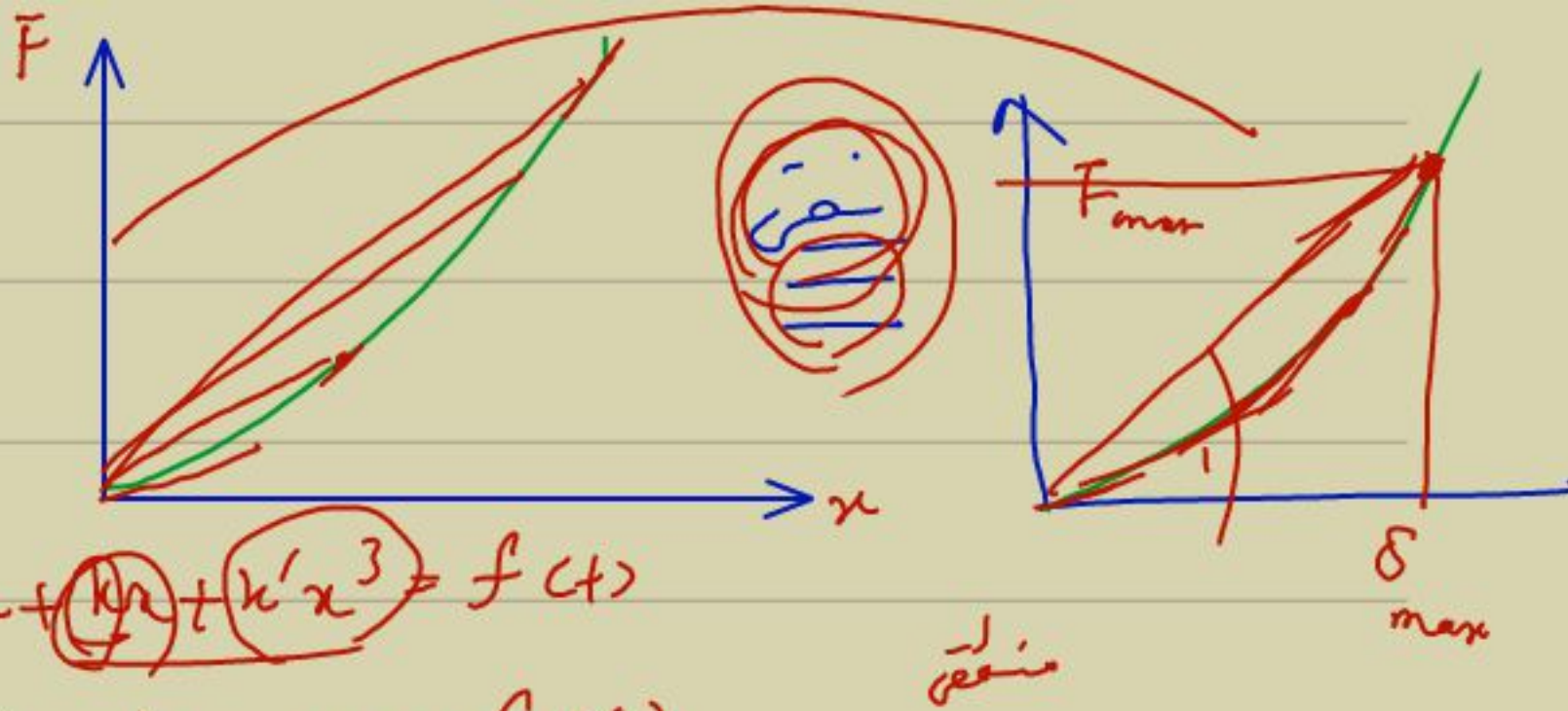
تمرین:  $F_{\text{surge}} = k_{ss} \times x = Ax + Bx^3$

$$\omega_{\text{surge}} = \sqrt{\frac{n T_0 / l}{M + M_a}} = \frac{2\pi}{T_{\text{surge}}}$$

$$T_{\text{surge}} \approx 100 \text{ sec}$$



$$m \ddot{x} + \frac{c}{m} \dot{x} + \frac{k}{m} x + \frac{k'}{m} x^3 = f(t)$$



$$m\ddot{x} + c\dot{x} + \underbrace{k}_{\text{spring}} + \underbrace{k'x^3}_{\text{non-linear}} = f(t)$$

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + \underbrace{k_{eq}}_x = f(t)$$

$$T_{surge} = 100 \text{ sec}$$

$$\frac{\omega_{surge}}{\omega_{sys}} = \frac{2\pi/10}{2\pi/100} = 10 = \beta \gg 1.0$$



$$DAF \ll \frac{1}{2\zeta}$$

$$DAF < 1.0$$

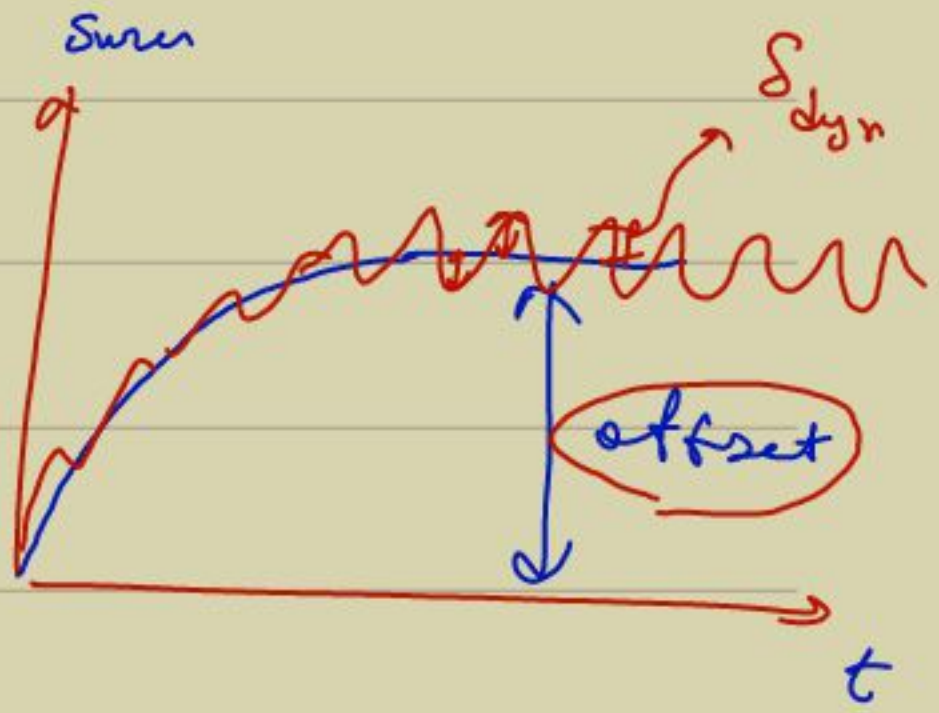
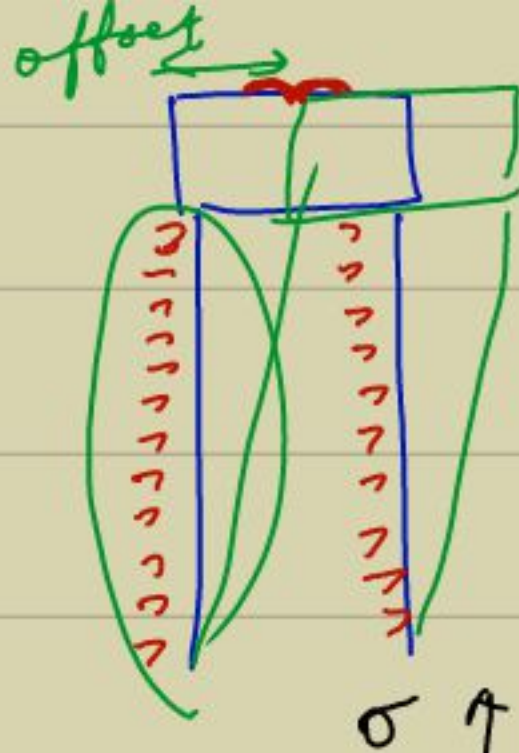
$$k_{surge} \propto \frac{1}{T_{surge}^2} \Rightarrow T_{surge} \propto \frac{1}{\sqrt{k_{surge}}}$$

Compliant:

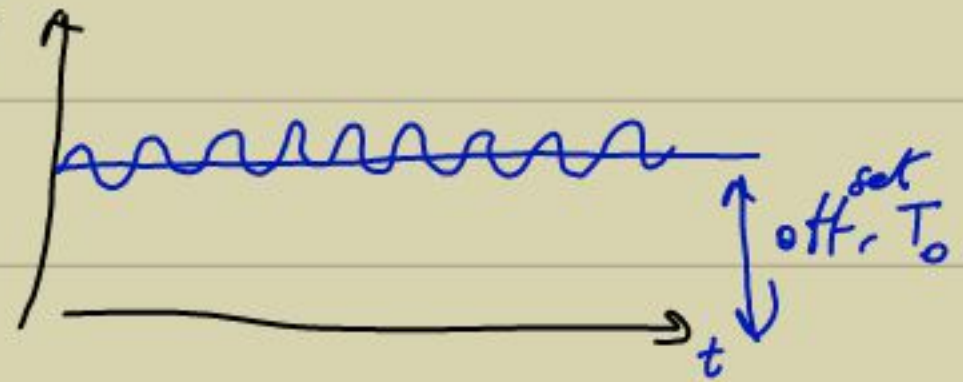
$$\begin{cases} 1) \quad (k \downarrow) \quad (\delta \uparrow) \\ 2) \quad (\beta \gg 1) \quad , \quad (DAF < 1) \end{cases}$$

$$\delta_{dyn} < \delta_{st}$$

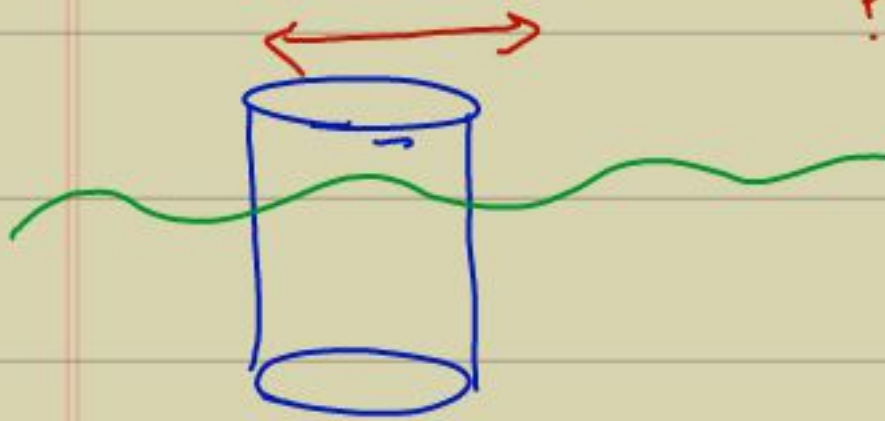




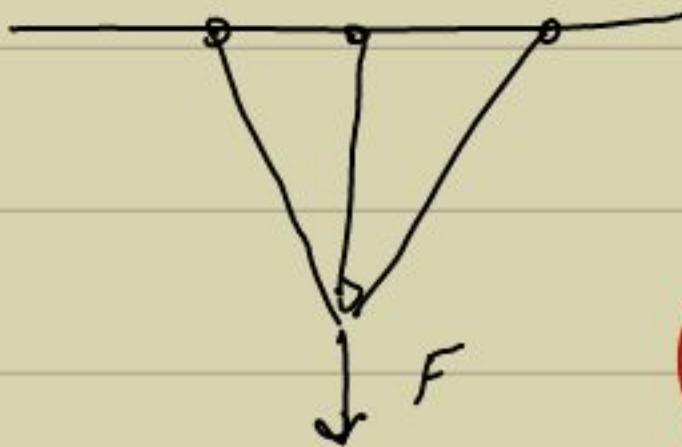
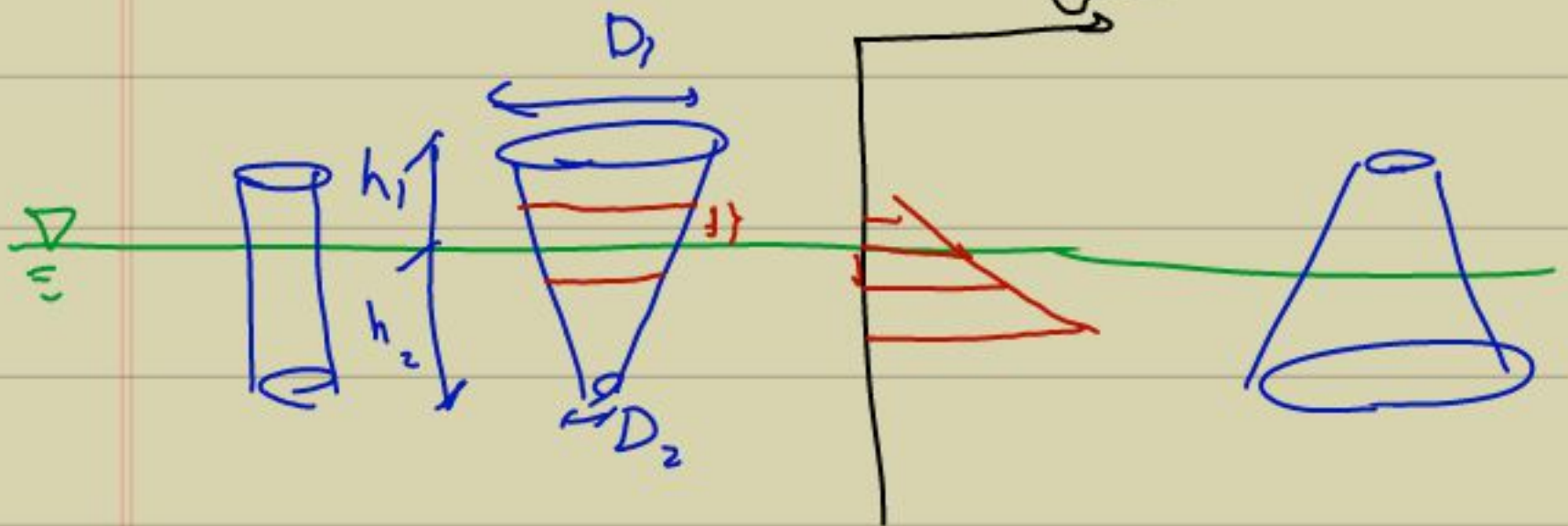
توقف تطابق!



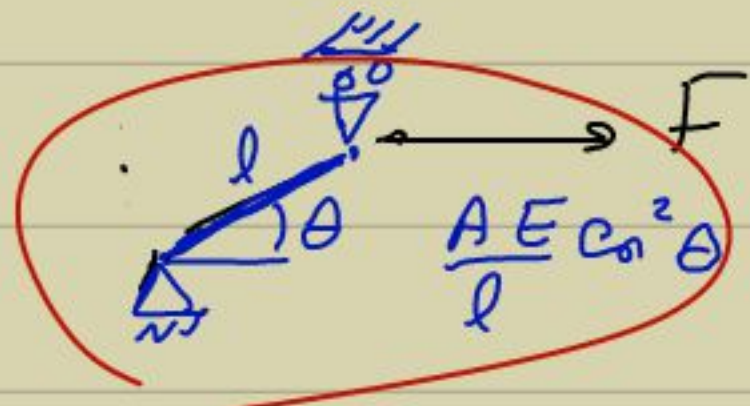
تمرین: جسم افزوده چیست؟



$T_{heave}$   $T_{surge}$   
 $w_{surge}$



تمرین



$$\frac{AE \cos^2 \theta}{l}$$



انتخاب - نایک سوار - نایک سوار هندی

سوار!

منصف





تمرین

اگر قرار باشد برای درزی خرد در لخت ۸۰۰ متره سکره اسپر لقب شود، برای سس کل مطالبی که تا کنون مرور کرده ایم مطلوب است:

- مقوا و ارتفاع سکو

- محق آنبور

- پر یود حرکت هوی

- سفی بویانی

- بیلدن مناسب برای خطوط چهار گوش ص ۲۶۵ فاستین ۸ چهار

ص ۱۲ و لی ۱۲

- با فرض ارتفاع صبح ۱۲m اولاً پر یود مناسب به ثانیا

نیز مودسیون به صورت تکلیف شد انزیرس ددر

- تغییر ابعاد مناسب و چالها و طول مناسب برای خطوط چهار

آز؟ در تغییر رخت باید به ص ۲۶-۸ ص ۲۶۶ فاستین

مراجعه شود.

- تغییر  $H(w)$  سیم

- تعیین را نوی تبدیل  $\lambda$  به نیرو

- تعیین را نوی تبدیل نیرو به جای سرج

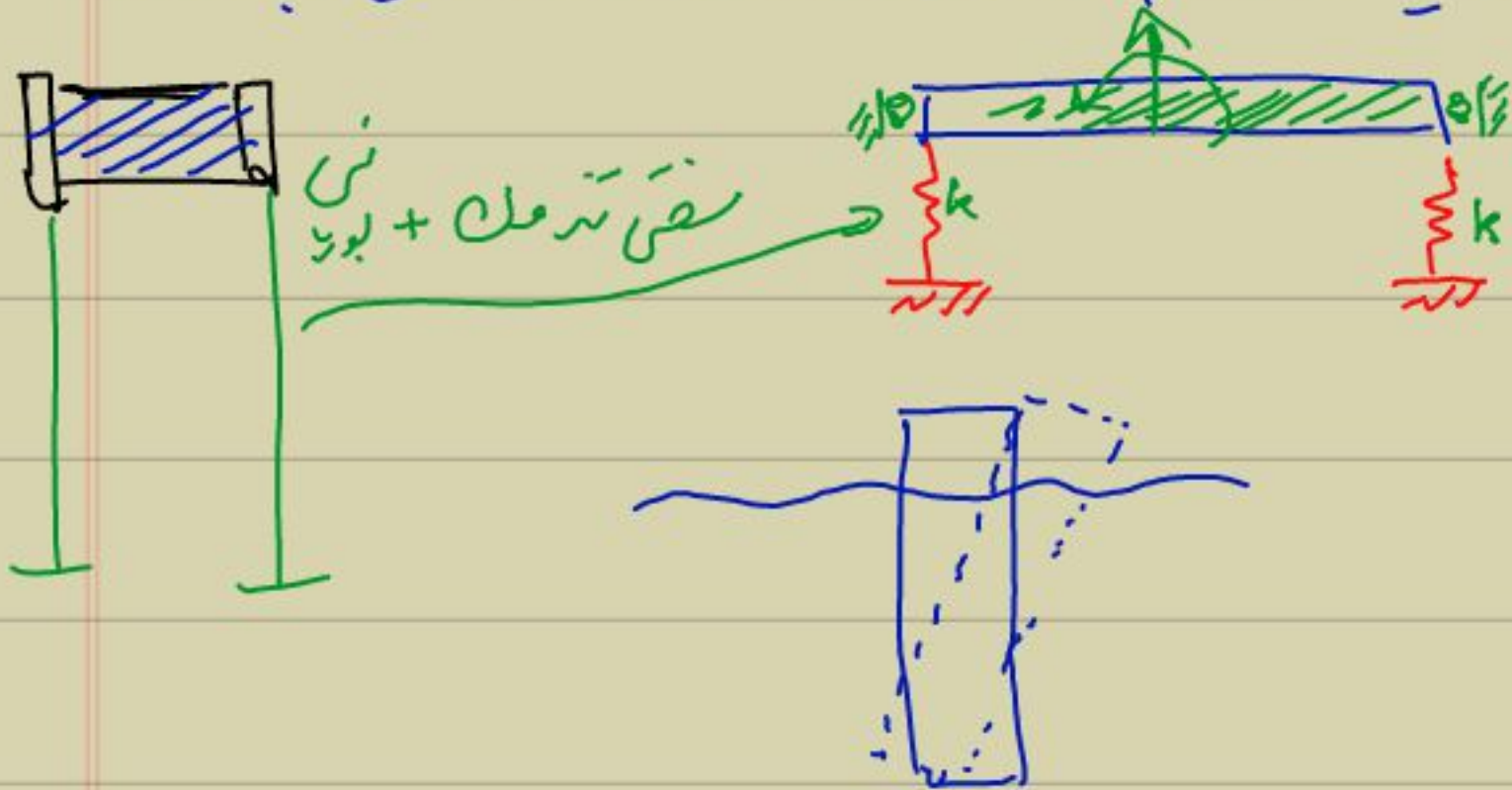


- تعیین راوی ۱ به سرج

راخانی : مثلاً این سه خواسته اگر در کتاب جواب می شود

- تعیین مَقَر pitch

راخانی : در تمام کتب ارسطو مثال زیر موجود دارد :



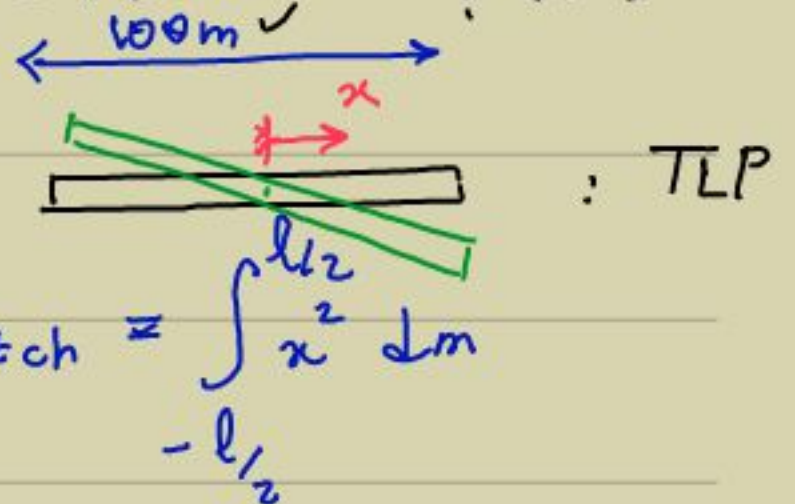
راخانی : چه بعد از ارضای لور ! مَقَر پیچ

هیدروستاتیک

فرض : مَقَر پیچ  $\left\{ \begin{array}{l} TLP \\ \text{اوپر} \end{array} \right.$

بروز برای ترک (مانند انزلی سطح) ← (این سبک : حال انزلی جوی)

$$I_x = \int y^2 dA$$



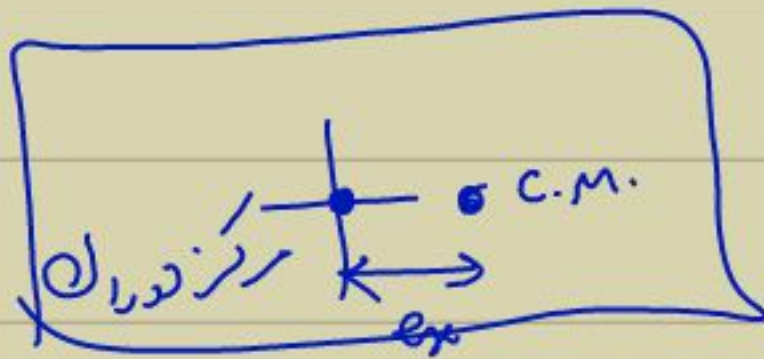
$$I_{pitch} = \int_{-l/2}^{l/2} x^2 dm$$

$$P = \frac{40000 \text{ ton}}{100 \text{ m}} = 400 \text{ ton/m} : \text{حس نسبت به عدد}$$

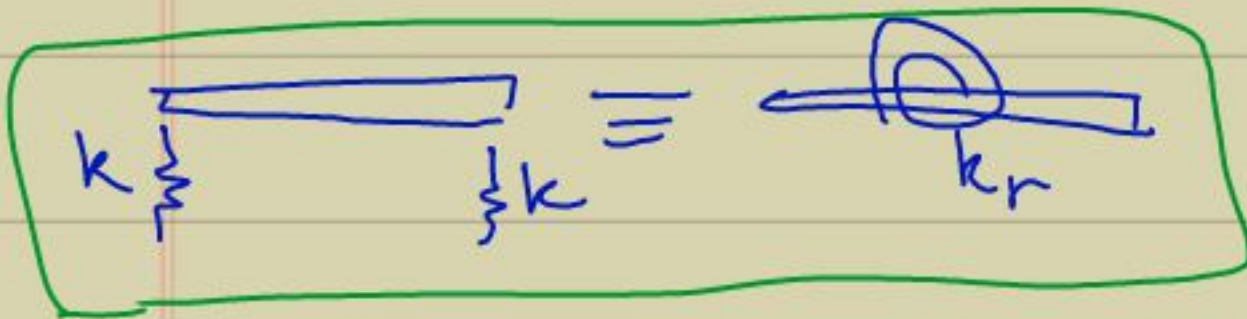


$$I_{pitch} = \frac{1}{12} \rho L^3 + M \cdot e_x^2$$

$\swarrow$   $400 \frac{ton}{m}$        $\searrow$   $100m$   
 ← جرم سکون



$$I \ddot{\theta} + k_r \theta = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{حل تحت نبرد} \\ \omega_{pitch} = \sqrt{\frac{k_r}{I}} \end{array} \right.$$



کنده پیل در پیچ دهی در TLP بی اثر یک هم 1.5 sec 2 sec

$$2 \text{ sec} < 10 \text{ sec}$$

← صبع

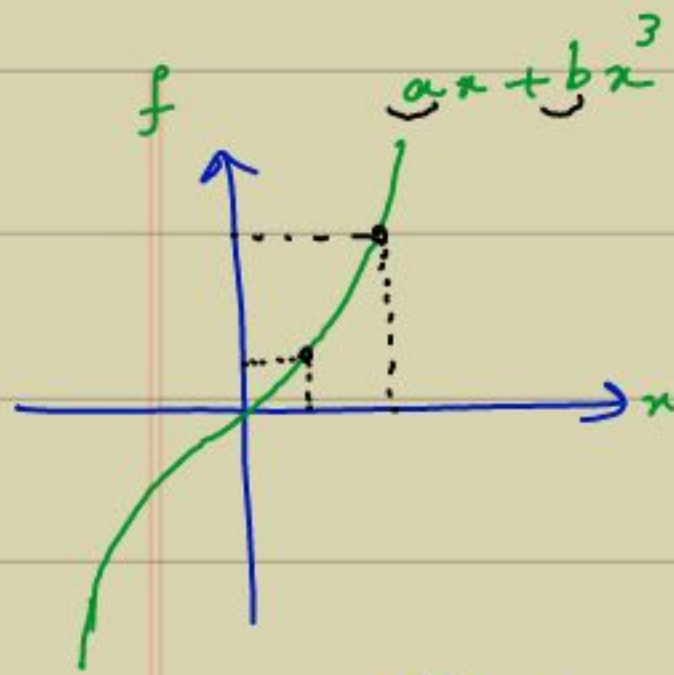


$$T_{heave} \approx 25-30 \text{ sec} \leftarrow \text{SPAR}$$

$$T_{pitch} \approx 50-60 \text{ sec}$$

تا پیل در مانتی!

ص ۴۹ کتاب ویلون



سرج TLP ، موردی لاین صحن

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx + k'x^3 = f(t)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

کتاب: تخمین خطی

$$TLP \rightarrow \alpha = n \frac{T_0}{L}$$

تمرین :

نقص خطی شده  
پیش کشیده شده با بار متغیر متیسه نماید  
C.M.L.  $\rightarrow \alpha = ?$

$$3.52 \times 10^5 \ddot{v} + \underbrace{20300v + 400v^3}_{f(v)} = 0 \quad 2.72$$



$$\frac{\partial f}{\partial v} = k = \frac{20300}{I} + \frac{1200v^2}{II}$$

Duffing: Highly nonlinear  $\neq$  Perturb<sup>th</sup>

معادله دافینگ

$$\ddot{x} + \omega_n^2 x + \mu x^3 = 0$$

معمول

ارتباط مکانی گراو







هدف: تعیین  $x_1(t)$

$$f(x) = 0 \Rightarrow x^2 + 3x - 2x^3 = 0$$

$$x = g(u) \Rightarrow 3x = 2x^3 - x^2$$

$$g(x) = \frac{2}{3}x^3 - \frac{1}{3}x^2$$



$x_0$ : مرکز

هدف: تعیین  $x_1$

$$x = x_0 + \mu x_1$$

$$\omega^2 = \omega_n^2 + \mu \alpha_1 \Rightarrow$$

$$\omega_n^2 = \omega^2 - \mu \alpha_1$$

$$\ddot{x} + \omega_n^2 x + \mu x^3 = 0$$

$$\ddot{x}_0 + \mu \ddot{x}_1 + (\omega_n^2 - \mu \alpha_1)(x_0 + \mu x_1) + \mu (x_0 + \mu x_1)^3 = 0$$

$$x_0^3 + 3\mu x_1 x_0^2$$

$$\begin{cases} \ddot{x}_0 + \omega^2 x_0 = 0 \quad (I) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \ddot{x}_1 + \omega^2 x_1 = \alpha_1 x_0 - x_0^3 \quad (II) \end{cases}$$

$$\vec{a} + \vec{b} = 0$$

$$\vec{a} = 0 \quad \vec{b} = 0$$



$$x_0 = A \cos \omega t$$

$$\ddot{x}_1 + \omega^2 x_1 = \alpha_1 x_0 - x_0^3$$

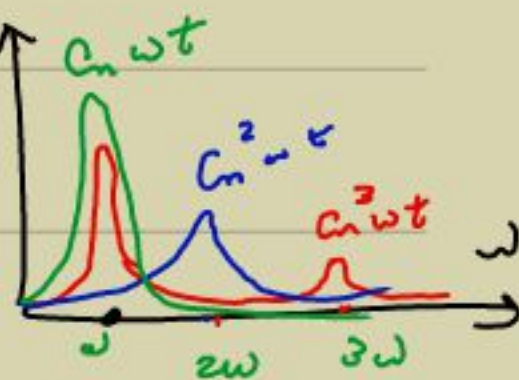
$$\ddot{x}_1 + \omega^2 x_1 = \alpha_1 A \cos \omega t - (A \cos \omega t)^3$$

$$\begin{cases} \cos \omega t \\ \cos^2 \omega t = \frac{1 + \cos 2\omega t}{2} \\ \cos^3 \omega t = \end{cases}$$

$$\cos \omega t \cdot \cos^2 \omega t = \cos \omega t \cdot \frac{1 + \cos 2\omega t}{2} = \frac{\cos \omega t}{2}$$

$$+ \frac{1}{2} \cos \omega t \cdot \cos 2\omega t = \dots$$

$$\cos^3 \omega t = \frac{3}{4} \cos \omega t + \frac{1}{4} \cos 3\omega t$$



$$\ddot{x}_1 + \omega^2 x_1 = \left( \alpha_1 - \frac{3}{4} A^2 \right) A \cos \omega t - \frac{A^3}{4} \cos 3\omega t$$

$x_1$

$$x = x_0 + \mu x_1$$