$a = 1000\ m/s$

$L = 4\ km$

$V_0 = 2\ m/s$

$T = 12\ s$

$\theta = ?$

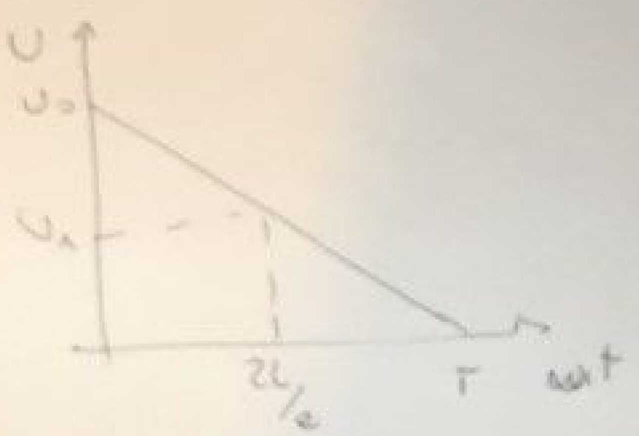
$\Delta h = ?$

$T = \frac{2L}{a} \rightarrow$ $\qquad x = L - \frac{1}{2} \omega t$

$\theta = \frac{2L}{a} = \frac{2 \cdot 4\ km}{1000\ m/s} = \frac{2 \cdot 4000}{1000} = 8\ s$

$T > \theta \Rightarrow$ manovra lenta

$\frac{U}{U_0} = \eta \sqrt{\frac{h}{h_0}}$ rappresentando che la chiusura sia di una linea a battente e che la velocità vari linearmente



$\frac{U_0}{U_0 - U_1} = \frac{T}{2L/a} \Rightarrow U_0 - U_1 = \frac{U_0\, a}{T\, 2L} = \frac{U_0 2L}{aT}$

sapendo che $h - h_0 = -\frac{a}{g}(U - U_0)$

$= \frac{a}{g}(U_0 - U_1)$

$\Delta h = \frac{a}{g} \frac{U_0 2L}{aT} = \frac{U_0 2L}{gT}$

$\frac{a\, U_0}{a(U_0 - U_1)} = \frac{T}{2L}$

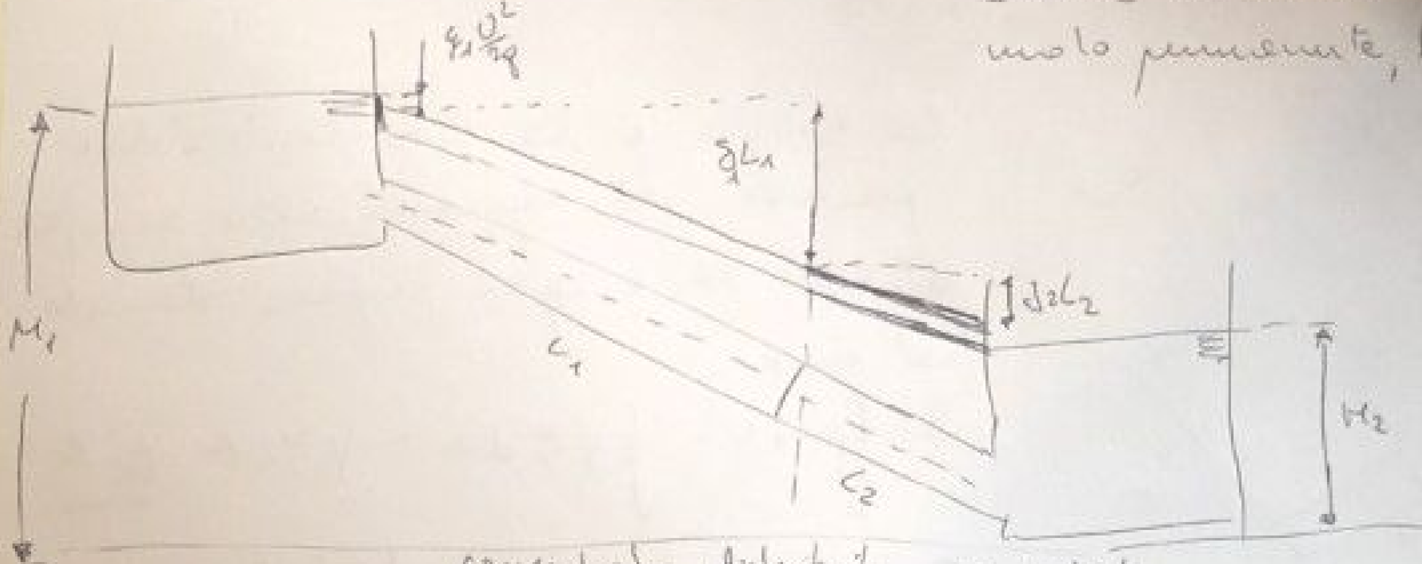
$U_0 - U_1 = \frac{U_0 2L}{aT}$

$= \frac{2\frac{m}{s} \cdot 2 \cdot 4000\ m}{\sim 10\frac{m}{s^2} \cdot 12} =$

$= \frac{16\,000\ m^2/s}{120\ m/s} = \frac{16\,000}{120}$

$= \frac{1600}{12} \approx$

L_1, ε_{s1} e L_2, ε_{s2}
stesso diametro
moto permanente, fluido reale
incomprimibile



$$-\Delta H = H_1 - H_2 = \underbrace{\xi_1 \frac{U_1^2}{2g}}_{\text{concentrate}} + \underbrace{J_1 L_1 + J_2 L_2}_{\text{distribuite}} + \underbrace{\frac{U_2^2}{2g}}_{\text{concentrate}} \qquad J = \frac{\lambda U^2}{D 2g}$$

$$= \xi_1 \frac{U^2}{2g} + \frac{\lambda_1 U^2}{D 2g} L_1 + \frac{\lambda_2 U^2}{D 2g} + \frac{U^2}{2g}$$

In generale, $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{2{,}51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon_s}{D \cdot 3{,}71} \right)$

Posso supporre inizialmente un moto assolutamente turbolento t.c. λ non dipende da Re. Allora J_1 e J_2 dipendono solo da $\varepsilon_1, \varepsilon_2$

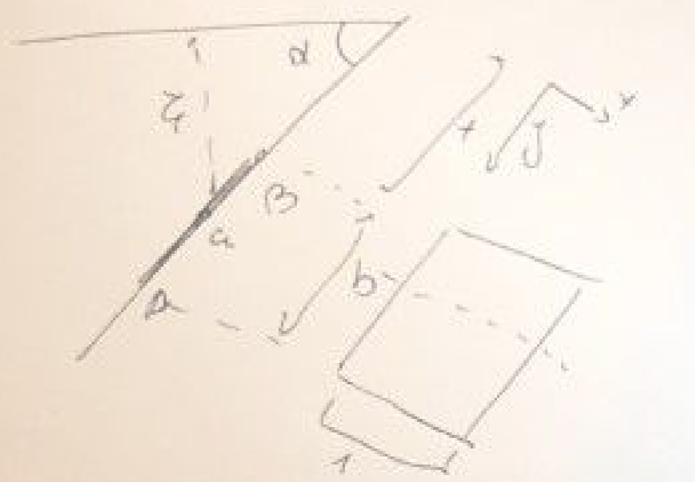
Le rette di H e h si mantengono alle stesse distanze $\frac{U^2}{2g}$ ma con diverse inclinazioni tra il tratto 1 e 2.

Trovato un primo λ_1, posso ricavare U, quindi $Re = \frac{\rho U D}{\mu}$, quindi un secondo coefficiente λ dalla formula di Colebrook completa

La portata è costante, si trova una U_{finale} poi la si moltiplica per $\Omega = \frac{\pi D^2}{4}$.

Se ε_s aumenta, $-2\log(\varepsilon_s)$ diminuisce quindi $\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ diminuisce quindi λ aumenta. Siccome $J \propto \lambda$, in questo caso le rette saranno maggiormente inclinate.

Spinta



La spinta è la risultante delle pressioni che agiscono sulla superficie $dS = p\hat{n}\,dA$ e agisce perpendicolarmente ad essa.

$$S = \int_A p\,dA = \int \gamma\xi\,dA = \gamma\xi_a A = \underline{p_a A}$$

$$\xi_a = \frac{1}{A}\int \xi\,dA \qquad \text{con } A = b\cdot 1, \quad \xi_a = \left(x+\frac{b}{2}\right)\mathrm{sen}\,\alpha$$

per trovare il centro di spinta si considera l'equilibrio di momenti

$$S y_c = \int p y\,dA = \int \gamma\xi y\,dA = \gamma\,\mathrm{sen}\,\alpha\int y^2\,dA \qquad \text{con } \xi = y\,\mathrm{sen}\,\alpha, \quad \int y^2\,dA = I_{xx}$$

$$S = \int \gamma y\,\mathrm{sen}\,\alpha\,dA = \gamma\,\mathrm{sen}\,\alpha\int y\,dA$$

$$\begin{cases} y_c = \dfrac{\gamma\cancel{\mathrm{sen}\,\alpha}\cdot I_{xx}}{\gamma\cancel{\mathrm{sen}\,\alpha}\,y_a\cdot A} = \dfrac{I_{xx}}{y_a\cdot A} = \dfrac{I_{xa}}{y_a A} + y_a \\[2ex] x_c = \dfrac{\gamma\cancel{\mathrm{sen}\,\alpha}\cdot I_{xy}}{\gamma\cancel{\mathrm{sen}\,\alpha}\,y_a\cdot A} = \dfrac{I_{xy}}{y_a\cdot A} \end{cases}$$

$$S x_c = \int p x\,dA = \int \gamma y\,\mathrm{sen}\,\alpha\,x\,dA = \gamma\,\mathrm{sen}\,\alpha\,I_{xy} = x_c\int y\gamma\,\mathrm{sen}\,\alpha\,dA = x_c\,\gamma\,\mathrm{sen}\,\alpha\,y_a\cdot A$$

$$I_{xx} = I_{xa} + y_a^2\cdot A$$

$$I_{xa} = \frac{b\ell}{12} = \frac{b^3}{12}$$