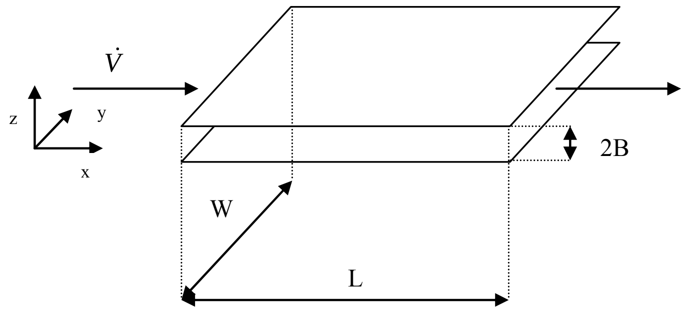
Esercizi sul moto laminare stazionario di fluidi newtoniani incomprimibili in uno strato e in coordinate rettangolari

A. Dell'acqua (avente densità ρ_w e viscosità μ_w) scorre attraverso una fenditura rettangolare di spessore 2B, lunghezza L e larghezza W. La portata volumetrica di fluido che attraversa la fenditura è $\dot{V}$.



Calcolare:

a. La velocità media del fluido;
b. La perdita di carico tra la sezione di ingresso e di uscita;
c. La velocità massima del fluido;
d. Lo sforzo alla parete;
e. La forza di taglio esercitata dal fluido sulla parete della fenditura.

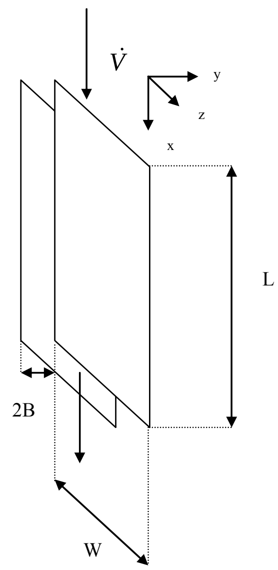
Si trascurino gli effetti dovuti alla sezione di imbocco.

Calcolare le stesse grandezze richieste in precedenza se all'interno della fenditura viene fatta scorrere glicerina con la stessa portata volumetrica $\dot{V}$, avente densità ρ_g e viscosità μ_g.

Dati.*2B=2 cm, W=3 m, L=10 m,* ρ_w=1 g·cm^{-3}, μ_w= *10*$^{-3}$ Pa·s, $\dot{V}$ =50 cm^3·s^{-1}, ρ_g=1.26 g·cm^{-3}, μ_g=1.49 Pa·s.

Risultato.v_m=8.33·10^{-4} *m·s*$^{-1}$, ΔP=-0.25 *Pa*, v_{max}=1.25·10^{-3} *m·s*$^{-1}$, τ_{xz}=2.5·10^{-4} *Pa*, F=7.5·10^{-3} *N*.
v_m=8.33·10^{-4} *m·s*$^{-1}$, ΔP=-372.5 *Pa*, v_{max}=1.25·10^{-3} *m·s*$^{-1}$, τ_{xz}=0.373 *Pa*, F=11.175 *N*.

B. Un fluido (avente densità ρ e viscosità μ) scorre attraverso una fenditura rettangolare disposta verticalmente di spessore 2B, lunghezza L e larghezza W. La portata volumetrica di fluido che attraversa la fenditura è $\dot{V}$.



Calcolare:

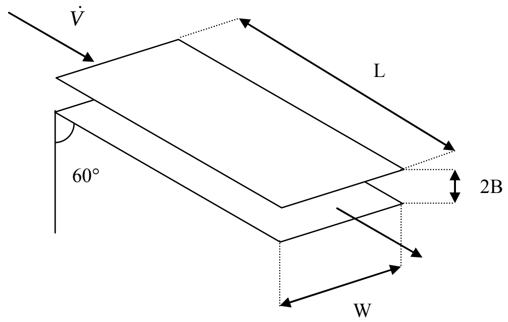
a. La velocità media del fluido;
b. La velocità massima del fluido;
c. Lo sforzo alla parete;
d. La forza di taglio esercitata dal fluido sulla parete della fenditura.

Si consideri la pressione all'imbocco della fenditura uguale a quella all'uscita e pari alla pressione atmosferica.

Dati. *2B=2 cm, W=3 m, L=10 m,* ρ=1.26 g·cm^{-3}, μ= 1.49 Pa·s, $\dot{V}$ =50 cm^3·s^{-1}.

Risultato. v_m=0.27 *m·s*$^{-1}$, v_{max}=0.415 *m·s*$^{-1}$, τ_{yx}=123.6 *Pa*, F=3708.18 *N*.

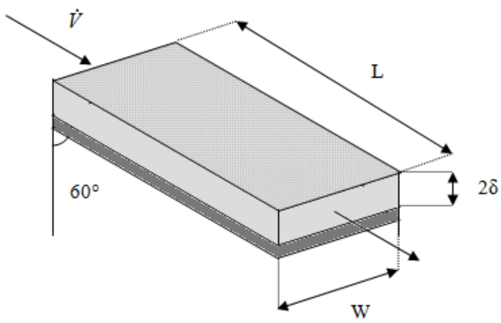
C. Un fluido (avente densità ρ e viscosità μ) scorre attraverso una fenditura inclinata di 60°, avente spessore 2B, lunghezza L e larghezza W. Se $\dot{V}$ è la portata volumetrica entrante, calcolare la perdita di carico fra la sezione di ingresso e quella di uscita e descrivere il profilo di velocità.



Dati. *2B=2 cm, W=3 m, L=10 m,* ρ=1.26 $g \cdot cm^{-3}$, μ=1.49 *Pa·s*, $\dot{V}$ =50 $cm^3 \cdot s^{-1}$.

Risultato. ΔP=0.614 bar.

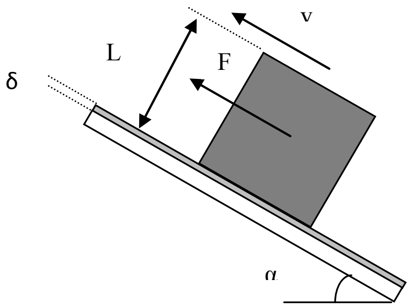
D. Un fluido (avente densità ρ e viscosità μ) scorre su di un piano inclinato di 60° di lunghezza L e larghezza W formando un film di spessore 2δ. Descrivere il profilo di velocità del fluido, calcolare la velocità massima del fluido e la sua portata volumetrica $\dot{V}$.



Dati. *2δ=1 cm, W=3 m, L=10 m,* ρ=1.26 $g \cdot cm^{-3}$, μ=1.49 *Pa·s*.

Risultato. v_{max}=0.83 $m \cdot s^{-1}$, $\dot{V}$ =3.3·$10^{-2} m^3 \cdot s^{-1}$.

E. Una pietra cubica di lato L e densità ρ viene trascinata con una forza F lungo un piano inclinato di un angolo α rispetto all'orizzontale. Fra la pietra ed il piano è presente uno strato di olio (avente densità ρ_o e viscosità μ_o) di spessore δ. Calcolare la velocità v con la quale viene trasportato il cubo.



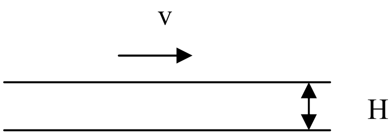
Si consideri la resistenza dell'aria trascurabile.

Dati. L=25 cm, F=193 N, ρ=2.5 $kg \cdot dm^{-3}$, α=30°, ρ_o=880 $kg \cdot m^{-3}$, $\mu_o=10^{-2}$Pa·s, δ=0.5 mm.

Risultato. v=1.17 $m \cdot s^{-1}$.

F. Un fluido (avente densità ρ e viscosità μ) scorre tra due piani paralleli orizzontali tra loro H. Uno dei due piani si muove ad una velocità v mentre l'altro è fermo. Calcolare la distanza x dal piano in cui si ha il massimo della velocità se si applica un gradiente di pressione ΔP nella direzione di v.

Si consideri la superficie dei due piani infinita.



Dati. ρ=1.26 g·cm^{-3}, μ= 1.49 Pa·s, H=1 cm, v=0.1 m·s^{-1}, ΔP=2 bar·m^{-1}.

Risultato. x=4.93 mm

G. Un fluido (avente densità ρ e viscosità μ) scorre tra due piani paralleli verticali tra loro H. Uno dei due piani si muove verso l'alto mentre l'altro è fermo. Calcolare la velocità v a cui deve muoversi il piano affinché si abbia una portata di fluido verso l'alto.

Si consideri la superficie dei due piani infinita.

Dati. ρ=1.26 g·cm^{-3}, μ= 1.49 Pa·s, H=1 cm.

Risultato. v=0.138 m·s^{-1}.