Esperienza con il viscosimetro a caduta

Apparato sperimentale

Recipiente cilindrico di raggio interno circa pari a 4,5cm contenente un liquido saponoso di densità ρ_0=(1,032$\pm$0,001) g/cm^3 e altezza della colonna di tale liquido dell'ordine di 70cm circa. Il recipiente presenta dei traguardi a distanza di 5cm l'uno dall'altro per una altezza complessiva di 50cm, il traguardo superiore essendo ad una distanza di circa 10cm dalla superficie del liquido.

Sfere in acciaio di densità ρ=(7,870$\pm$0,005) g/cm^3 e diametro variabile:

n.5 sfere di diametro D_1=1.5mm
n.5 sfere di diametro D_2=2"/32
n.5 sfere di diametro D_3=2.0mm
n.5 sfere di diametro D_4=3"/32
n.5 sfere di diametro D_5=4"/32
n.5 sfere di diametro D_6=5"/32
n.5 sfera di diametro D_7=6"/32
n.5 sfera di diametro D_8=7"/32
n.5 sfera di diametro D_9=8"/32
n.5 sfera di diametro D_{10}=9"/32

(errore sul diametro σ_D=0.0010 cm).

Procedura

Stimare la velocità limite di caduta delle sfere, **partendo** dalle sfere di diametro inferiore.
Il sistema di rilascio è fatto tramite accessorio di sgancio: quando si preme sulla levetta di sgancio tenere il tubo di plexiglas

1. Lasciare cadere una sfera di diametro D_1 lungo l'asse del cilindro. Registrare i tempi di percorrenza Δt_i necessari per coprire distanze ΔS_i =i×5cm a partire dal traguardo superiore (traguardo i=0), sino al traguardo inferiore (traguardo i=10).

2. Ripetere il punto 1) per le rimanenti 4 sfere di diametro D_1: stimare il tempo medio di percorrenza del tratto ΔS_i per i=0,..,10 come valor medio $\Delta t_{i,medio}$ delle 5 misure effettuate con le 5 sfere di diametro D_1. Attribuire a $\Delta t_{i,medio}$ l'errore della media.

3. Disporre in grafico i tempi di percorrenza $\Delta t_{i,medio}$ in funzione delle ΔS_i: calcolare per interpolazione la velocità v_L come inverso della pendenza della retta $\Delta t_{i,medio}=a+b\,\Delta S_i$. (Nota: a seconda della velocità, si sceglie come ascissa o il tempo o lo spazio, modificare l'interpolazione in modo opportuno a seconda della scelta fatta).

4. Ripetere i punti 1)-2)-3) per le sfere di diametro D_2, D_3, D_4.

5. Ripetere la procedura descritta ai punti 1)-2)-3) per le sfere di diametro D_5 e D_6 acquisendo i tempi di percorrenza $\Delta t'_i$ necessari per coprire distanze $\Delta S'_i$ =i×10cm.

6. Per le sfere di raggio maggiore (D_7, D_8, D_9, D_{10}) acquisire il tempo $\Delta t''$ di percorrenza del tratto totale $\Delta S''$=50cm tra il traguardo superiore e inferiore. Calcolare la velocità v_L= $\Delta S''/\Delta t''$ attribuendo come errore quello fornito dalla propagazione dell'errore.

7. Calcolare la viscosità $\eta_j = D_j^2 g \frac{\rho - \rho_0}{18 v_{L,j}}$ dove $v_{L,j}$ rappresenta la velocità limite per una sfera di diametro D_j, j=1,..,10. Associare a ciascun η_j l'errore fornito dalla propagazione dell'errore. Calcolare la miglior stima di η come media pesata η_{pes} dei valori ($\eta_j \pm \sigma_{\eta j}$) così calcolati

8. Verificare la legge di Stokes. Ad esempio, disporre in grafico l'inverso di v_L in funzione dell'inverso del quadrato dei diametri delle sfere: interpolare con una retta di equazione y=A+Bx le 10 coppie di dati $(D_j^{-2};v_{L,j}^{-1})_{j=1-10}$ associando ad A e B gli errori forniti dall'interpolazione lineare.

   Calcolare la viscosità del mezzo $\eta = \frac{Bg(\rho - \rho_0)}{18}$ associando a η l'errore dato dalla propagazione degli errori (si assuma $g=(9{,}806\pm0{,}001)\,m/s^2$).

9. Confrontare η con η_{pes}.

Note:

- 1 Poise= 0.1 Ns/m^2