Relazione di fisica

TITOLO: calcolo della densità

OBIETTIVO: calcolare la densità di solidi e liquidi sfruttando il principio della spinta di Archimede

TEORIA: la densità è una grandezza derivata dal rapporto tra massa e volume ($\frac{m}{V}$) ed è una proprietà caratteristica dei corpi. La sua unità di misura è il kg/m^3.

La legge di Archimede dice che: un corpo immerso in un liquido o gas subisce una forza diretta verso l'alto di intensità pari al peso del liquido spostato. Questa legge è espressa dalla formula: F_A= g · d · V , dove g è la costante gravitazionale (9.8 $\frac{N}{kg}$) , d è la densità del liquido in cui si immerge il corpo, e V è il volume di liquido spostato. Purché un corpo immerso in un fluido galleggi, necessita di una spinta di Archimede che abbia la stessa o maggiore intensità del suo peso (P= F_A). Quindi il peso del corpo deve essere inferiore o uguale al peso del liquido spostato. Viceversa, se il peso del corpo è maggiore di quello del liquido spostato, il corpo affonda. La condizione di galleggiamento è quindi che la densità del corpo sia uguale o inferiore a quella del liquido in cui è immerso.

P= F_A

$g \cdot d_{corpo} \cdot V_{corpo} = g \cdot d_{liquido} \cdot V_{liquido\ spostato}$

MATERIALI E STRUMENTI:

- Treppiede con asta metallica
- Asticella metallica fissata all'asta
- 3 cilindri di diverso materiale (ferro,ottone,alluminio) con gancio
- Filo
- 2 becher
- Bilancia elettronica di portata 300 g e sensibilità 0,005 g
- Acqua (199,35 g ± 0,005)
- Olio di motore (197,40 g ± 0,005)

PROCEDIMENTO :

Con la bilancia elettronica è stato misurato il peso di ciascun cilindro metallico (ferro,ottone,alluminio) (P_c), espresso in grammi-peso (g_p), e a ciascuna misura è stato associato il corretto errore assoluto, ovvero la sensibilità della bilancia (0,005 g). Successivamente è stato riempito un becher di acqua, il cui peso era di 199,35 g. Dopo aver fatto la tara, all'asticella (fissata all'asta del treppiede) è stato appeso un filo, legato a sua volta al cilindro di ferro. A questo punto il cilindro è stato immerso nel becher d'acqua posizionato sulla bilancia, in modo che il corpo non toccasse né il fondo né le pareti del becher e rimanesse completamente immerso. Il valore segnato dalla bilancia era il peso del cilindro di ferro in acqua (P_{H2O}), e a ciascuno di questi è stato associato l'errore assoluto (sensibilità della bilancia). Questo procedimento è stato eseguito allo stesso modo per gli altri due cilindri, ottone e alluminio.

In seguito, è stato riempito un altro becher di olio di motore, il cui peso era di 197,40 g, ed è stato eseguito lo stesso procedimento dell'acqua. In questo caso, i valori segnati dalla bilancia erano il peso dei cilindri metallici nell'olio (P_O).

Il peso di un cilindro metallico P_c è dato da P_c= g · $d_{cilindro} \cdot V_{corpo}$

Il peso del cilindro in acqua P_{H2O} è dato da P_{H2O}= g · $d_{liquido} \cdot V_{liquido\ spostato}$

Il peso del cilindro nell'olio P_O è dato da P_O= g · $d_{liquido} \cdot V_{liquido\ spostato}$

Rapportando il peso del cilindro con il peso del cilindro in acqua (e il peso del cilindro nell'olio con il peso del cilindro nell'acqua) troviamo il rapporto tra le due densità (tra quella del cilindro e quella dell'acqua e tra quella del cilindro nell'olio e il cilindro nell'acqua.

$$\frac{P_c}{P_{H2O}} = \frac{g \cdot d_c \cdot V_{corpo}}{g \cdot d_{H2O} \cdot V_{liquido\ spostato}} = \frac{d_c}{d_{H2O}} \qquad \frac{P_c}{P_{H2O}} = \frac{d_c}{d_{H2O}}$$

$$\frac{P_O}{P_{H2O}} = \frac{g \cdot d_O \cdot V_{corpo}}{g \cdot d_{H2O} \cdot V_{liquido\ spostato}} = \frac{d_O}{d_{H2O}} \qquad \frac{P_O}{P_{H2O}} = \frac{d_O}{d_{H2O}}$$

Da qui possiamo ricavare le formule per calcolare la densità dei 3 cilindri e quella dell'olio, conoscendo la densità dell'acqua (1 g/cm^3).

$$d_c = \frac{P_c \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}}$$

$$d_O = \frac{P_O \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}}$$

CALCOLI E TABELLE:

	$P_c(g_p)$	$P_{H2O}(g_p)$	$P_O(g_p)$
Ferro	93,45 g_p ± 0,005	11,85 g_p ± 0,005	10,65 g_p ± 0,005
Ottone	24,25 g_p ± 0,005	2,90 g_p ±0,005	2,55 g_p ± 0,005
Alluminio	16,10 g_p ± 0,005	5,5 g_p ± 0,005	5,25 g_p ± 0,005

	d_c(g/cm^3)	d_O(g/cm^3)
Ferro	7,89 g/cm^3± 0,004	0,89 g/cm^3± 0,0008
Ottone	8,36 g/cm^3± 0,02	0,88 g/cm^3± 0,004
Alluminio	2,93 g/cm^3± 0,004	0,95 g/cm^3± 0,002

CALCOLO DENSITA' CILINDRI:

- Ferro d_c Fe = $\frac{P_c \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}} = \frac{93{,}45\ g_p}{11{,}85\ g_p} \cdot$ 1 g/cm^3= 7,89 g/cm^3

  (7,96 g/cm^3)

  Errore densità ferro $[\frac{x}{y} \cdot \left(\frac{e_{ax}}{x} + \frac{e_{ay}}{y}\right)]$

$e_{d_c\ \mathrm{Fe}} = [\frac{93{,}45}{11{,}85} \cdot \left(\frac{0{,}005}{93{,}45} + \frac{0{,}005}{11{,}85}\right)]$ = [7,89 · (0,00005 + 0,0004)] = 7,89 · 0,00045 = 0,004

d_c Fe = 7,89 g/cm^3± 0,004 intervallo di misura (7,886; 7,894)

- Ottone d_c CuZn = $\frac{P_c \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}} = \frac{24{,}45\ g_p}{2{,}90\ g_p} \cdot$ 1 g/cm^3= 8,36 g/cm^3

  (8,44 g/cm^3)

$e_{d_c\ \mathrm{CuZn}} = [\frac{24{,}25}{2{,}90} \cdot \left(\frac{0{,}005}{24{,}25} + \frac{0{,}005}{2{,}90}\right)]$ = [8,36 · (0,0002 + 0,002)] = 8,36 · 0,0022 = 0,02

$d_{c\ CuZn}$ = 8,36 g/cm^3± 0,02 intervallo di misura (8,34; 8,38)

- Alluminio d_c Al = $\frac{P_c \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}} = \frac{16{,}10\ g_p}{5{,}5\ g_p} \cdot$ 1 g/cm^3= 2,93 g/cm^3

  (2,7 g/cm^3)

$e_{d_c\ \mathrm{Al}} = [\frac{16{,}10}{5{,}5} \cdot \left(\frac{0{,}005}{16{,}10} + \frac{0{,}005}{5{,}5}\right)]$ = [2,93 · (0,0003 + 0,0009)] = 2,93 ·

0,0012 = 0,0035= 0,004

$d_{c\ Al}$ = 2,93 g/cm^3± 0,004 intervallo di misura (2,926; 2,934)

CALCOLO DENSITA' OLIO DI MOTORE:

- Ferro $d_o = \frac{P_o \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}} = \frac{10,65\ g_p}{11,85\ g_p} \cdot$ 1 g/cm^3= 0,89 g/cm^3

  Errore densità olio $[\frac{x}{y} \cdot \left(\frac{e_{ax}}{x} + \frac{e_{ay}}{y}\right)]$

$e_{d_o} = [\frac{10,65}{11,85} \cdot \left(\frac{0,005}{10,65} + \frac{0,005}{11,85}\right)]$ = [0,89 · (0,0005 + 0,0004)] = 0,89 · 0,0009 = 0,0008

d_o = 0,89 g/cm^3± 0,0008

$d_1 \quad \pm \quad e_1$

- Ottone $d_o = \frac{P_o \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}} = \frac{2,55\ g_p}{2,90\ g_p} \cdot$ 1 g/cm^3= 0,88 g/cm^3

$e_{d_o} = [\frac{2,55}{2,90} \cdot \left(\frac{0,005}{2,55} + \frac{0,005}{2,90}\right)]$ = [0,88 · (0,002 + 0,002)] = 0,88 · 0,004 = 0,004

d_o = 0,88 g/cm^3± 0,004

$d_2 \quad \pm \quad e_2$

- Alluminio $\quad d_o = \frac{P_o \cdot d_{H2O}}{P_{H2O}} = \frac{5{,}25\ g_p}{5{,}5\ g_p} \cdot 1\ g/cm^3 = 0{,}95\ g/cm^3$

$e_{d_o} = [\frac{5{,}25}{5{,}5} \cdot \left(\frac{0{,}005}{5{,}25} + \frac{0{,}005}{5{,}5}\right)]$ = [0,95 · (0,0009 + 0,0009)] = 0,95 · 0,002 = 0,002

$d_o = 0{,}95\ g/cm^3 \pm 0{,}002$

$d_3 \quad \pm \quad e_3$

$$\boxed{densità\ media_{olio} = \left(\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}\right) \pm \left(\frac{e_1 + e_2 + e_3}{3}\right)}$$

d = $\left(\frac{0{,}89 + 0{,}88 + 0{,}95}{3}\right) \pm \left(\frac{0{,}008 + 0{,}004 + 0{,}002}{3}\right) = 0{,}91\ g/cm^3 \pm 0{,}002$

COMMENTO:

La densità che è stata trovata per il ferro è di 7,89 g/cm^3, risultato che si avvicina a quella effettiva del materiale che è 7,96 g/cm^3.

La densità che è stata trovata per l'ottone, invece, è di 8,36 g/cm^3, anch'essa simile a quella effettiva di 8,44 g/cm^3.

La densità trovata per l'alluminio è di 2,93 g/cm^3, rispetto a 2,7 g/cm^3.

Infine la densità trovata per l'olio di motore è di 91 g/cm^3, rispetto a quella effettiva di 0,88 g/cm^3.

Secondo le condizioni di galleggiamento (per cui un corpo immerso in un fluido, per galleggiare, deve avere una densità inferiore o uguale a quella del fluido), se il cilindro, immerso nell'acqua o nell'olio di motore, non fosse stato appeso al filo sarebbe affondato, perché:

$d\ \mathrm{Fe} > d_{H2O}$ $\qquad$ $d\ \mathrm{Fe} > d_O$

$7{,}96\ g/cm^3 > 1\ g/cm^3$ $\qquad$ $7{,}96\ g/cm^3 > 0{,}90\ g/cm^3$

d CuZn > d_{H2O} d CuZn > d_O

8,44 g/cm^3 > 1 g/cm^3 8,44 g/cm^3 > 0,90 g/cm^3

d Al > d_{H2O} d Al > d_O

2,7 g/cm^3 > 1 g/cm^3 2,7 g/cm^3 > 0,90 g/cm^3