RELAZIONE DI FISICA N*1

CALCOLIAMO LE DENSITA' DEI CILINDRI

OBIETTIVO:

L'esperimento consisteva nel calcolare le rispettive *densità* di ogni cilindro, ognuno composto da un materiale diverso dell'altro (alluminio, Al; ferro, Fe; ottone, CuZn), e dei liquidi utilizzati (acqua e olio da motore) sfruttando il principio della *spinta di Archimede*.

TEORIA:

La **densità** (*d*) di un corpo, equivale al rapporto tra la sua massa (*m*) e il suo volume (*V*), infatti è una grandezza derivata e si misura in chilogrammi al metro cubo $\left(\frac{Kg}{m\text{^}3}\right)$

$$\boldsymbol{d}= \frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{V}}$$

La densità può essere misurata anche in grammi per millilitro $\left(\frac{g}{ml}\right)$ solo per i liquidi, i gas e il vapore. Dato che si tratta di una caratteristica fisica dei corpi, può leggermente variare con l'aumentare o il diminuire della temperatura. La densità è inversamente proporzionale al volume a parità di masse; invece, a parità di volumi, è direttamente proporzionale alla massa. Talvolta è espressa anche in grammi a centimetro cubo $\left(\frac{g}{cm^3}\right)$, come nel caso di questo esperimento.

Secondo la **legge di Archimede**, un corpo immerso in un fluido (liquido o gas), subisce una forza diretta verso l'alto di intensità pari al peso del liquido spostato:

$$\boldsymbol{F_A = g \cdot d \cdot V}$$

Dove *g* è la costante di gravitazione universale $\left(9{,}8\ \frac{N}{Kg}\right)$, *d* è la densità del liquido in cui si immerge il corpo $\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$, e *V* è il volume del liquido spostato (m^3). Affinchè un corpo immerso in un fluido galleggi, è necessario che la spinta di Archimede abbia intensità minore o uguale a quella del peso del corpo $\left(\boldsymbol{P_{corpo \leq F_A}}\right)$, quindi il peso del corpo deve essere minore o uguale al peso del liquido spostato $\left(\boldsymbol{P_{corpo \leq P_{liquido\ spostato}}}\right)$. Se invece il peso del corpo è maggiore di quello del liquido spostato $\left(\boldsymbol{P_{corpo > P_{liquido\ spostao}}}\right)$, il corpo affonderà. Quindi, la condizione di galleggiamento è che la densità del corpo sia uguale o inferiore a quella del fluido nel quale è immerso; in caso contrario il corpo affonderebbe.

$$\boldsymbol{P = F_A}$$

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

$$\boldsymbol{d_{corpo} = d_{liquido}}$$

MATERIALI E STRUMENTI UTILIZZATI:

Il fine dell'esperimento, era quello di calcolare e misurare il più precisamente possibile la densità dei cilindri e dei fluidi (acqua e olio di motore) sfruttando la spinta di Archimede. Per fare ciò è necessario servirsi di alcuni strumenti elencati qui sotto:

- un treppiede composto da una base, un asta metallica lunga 60 cm con sensibilità di 1 mm;

- fillo o gancio metallico;
- 3 cilindri metallici con un gancio e i materiali dei quali questi ultimi sono composti sono i seguenti:
    - 1 cilindro di ferro(Fe);
    - 1 cilindro di alluminio (Al);
    - 1 cilindro di ottone (CuZn);

- 2 becher che, in questo esperimento, sono stati ricavati dal fondo di due bottiglie;
- acqua e olio di motore;
- una bilancia elettronica digitale da laboratorio, per calcolare la massa in grammi (g), di portata 300g. Il valore della misura di quest'ultima si legge secondo una sequenza di cifre, inoltre la bilancia utilizzata è uno strumento con un'elevata prontezza (rapidità con la quale esso risponde alla variazione della grandezza da misurare), la sensibilità dello strumento è di 0,005g e questa cifra equivale alla più piccola variazione dell'ultima cifra a destra del display che la bilancia è in grado di misurare;

PROCEDIMENTO E TABELLA:

Abbiamo a disposizione 3 diversi cilindri, ognuno di materiale diverso dall'altro e, di conseguenza, ciascuno di densità diversa dall'altro. Oltre ai cilindri, dobbiamo utilizzare due liquidi, senza i quali l'esperimento non sarebbe possibile: l'acqua e l'olio.

- Per prima cosa si è misurato con la bilancia elettronica digitale la massa di ogni cilindro metallico (P_c) espressa in grammi *(gp),* e ad essa è stato associato il corretto errore assoluto (=sensibilità) della bilancia che era pari a 0,005gp;
- Successivamente si è riempito il primo becher con dell'acqua (H_2O); poi il becher riempito è stato posizionato sulla bilancia per trovare la massa di H_2O, pari a 199,35gp;
- Poi ogni singolo cilindro è stato pesato sulla bilancia e sono stati ottenuti i risultati che seguono:
  - P_c *di Fe* (*ferro*) = 24,25gp ± 0,005gp
  - P_c *di Al* (*alluminio*) = 16,10gp ± 0,005gp
  - P_c *di CuZn* (*ottone*) = 93,45gp ± 0,005gp
- Dopo è iniziata l'immersione di ogni singolo cilindro nell'acqua in modo che il corpo non toccasse né il fondo né le pareti del becher. Per fare ciò ciascun cilindro è stato attaccato all'asta orizzontale del treppiede grazie a un filo metallico che venne attaccato sia al gancio posto sulla faccia superiore del cilindro che alla riga metallica del treppiede;
- Ogni cilindro venne immerso nell'acqua contenuta dal becher, che a sua volta si trovava sopra la bilancia. A questo punto è iniziato il calcolo in grammi peso*(gp)* della massa di ogni cilindro:
  - $P_{C\ in\ H_2O}$ *di Fe* (*ferro*) =11,85gp ± 0,005gp
  - $P_{C\ in\ H_2O}$ *di Al* (*alluminio*) = 5,50gp ± 0,005gp
  - $P_{C\ in\ H_2O}$ *di CuZn* (*ottone*) = 2,90gp ± 0,005gp
- Una volta trovati tutti i pesi di ogni cilindro immerso nell'acqua, il becher è stato pulito e nuovamente riempito, però questa volta con dell'olio di motore *(o);*
- Il becher riempito è stato poggiato sopra la bilancia per verificare, anche questa volta, la massa del liquido in esso contenuto, ossia la massa dell'olio di motore (P_o) che venne poi tradotta in *gp* , grammi peso. La massa di quest' ultimo venne misurato più volte durante questa parte dell'esperimento perché l'olio di motore, essendo molto denso, si attaccava alle "pareti" del cilindro metallico che se ne portava via qualche milligrammo a poco a poco.
  - P_{o1} = 197,40gp ± 0,005gp
P_c *in o di Fe* (*ferro*) = 10,65gp ± 0,005gp
  - P_{o2} = 196,70gp ± 0,005gp
P_c *in o di Al* (*alluminio*) = 5,25gp ± 0,005gp
  - P_{o3} = 196,37gp ± 0,005gp
P_c *in o di CuZn* (*ottone*) = 2,55gp ± 0,005gp

MATERIALE	$P_c\ (gp)$	$P_c\ in\ H_2O\ (gp)$	$P_c\ in\ o\ (gp)$
Ferro (Fe)	93,45gp ± 0,005gp	11,85gp ± 0,005gp	10,65gp ± 0,005gp
Alluminio (Al)	16,10gp ± 0,005gp	5,50gp ± 0,005gp	5,25gp ± 0,005gp
Ottone (CuZn)	24,25gp ± 0,005gp	2,90gp ± 0,005gp	2,55gp ± 0,005gp

- Peso acqua= 199,35gp ± 0,005gp
- Peso olio di motore:
  1. Prima dell'immersione del cilindro di Fe = 197,40gp ± 0,005gp
  2. Prima dell'immersione del cilindro di Al = 196,70gp ± 0,005gp
  3. Prima dell'immersione del cilindro di CuZn = 196,37gp ± 0,005gp

- Per calcolare la densità dei 3 cilindri e dell'olio di motore, si usano i rapporti tra le misure fatte:

- $\frac{P_c}{P_{H_2O}} = \frac{d_c}{d_{H_2O}}$

$d_c = \frac{P_c \cdot d_{H_2O}}{P_{H_2O}}$ formula da utilizzare per calcolare la densità dei cilindri

$d_{cFe} = \frac{93{,}45gp}{11{,}85gp} \cdot 1\ \frac{g}{cm^3} = 7{,}89\frac{g}{cm^3}$ $\left(d_{cFe} = 7{,}96\frac{g}{cm^3}\right)$

$d_{cAl} = \frac{16{,}10gp}{5{,}50gp} \cdot 1\ \frac{g}{cm^3} = 2{,}93\frac{g}{cm^3}$ $\left(d_{cAl} = 2{,}7\frac{g}{cm^3}\right)$

$d_{cCuZn} = \frac{24{,}25gp}{2{,}90gp} \cdot 1\ \frac{g}{cm^3} = 8{,}36\frac{g}{cm^3}$ $\left(d_{cCuZn} = 8{,}44\frac{g}{cm^3}\right)$

- $\frac{P_o}{P_{H_2O}} = \frac{d_o}{d_{H_2O}}$

$d_o = \frac{P_o \cdot d_{H_2O}}{P_{H_2O}}$ formula da utilizzare per calcolare la densità dell'olio di motore

$d_{oFe} = \frac{10{,}65gp}{11{,}85gp} \cdot 1\ \frac{g}{cm^3} = 0{,}89\frac{g}{cm^3}$

$d_{oAl} = \frac{5{,}25gp}{5{,}50gp} \cdot 1\ \frac{g}{cm^3} = 0{,}95\frac{g}{cm^3}$

$d_{oCuZn} = \frac{2{,}55gp}{2{,}90gp} \cdot 1\ \frac{g}{cm^3} = 0{,}88\frac{g}{cm^3}$

MATERIALE	$d_c\ \left(\frac{g}{m\text{^}3}\right)$	$d_o\ \left(\frac{g}{m\text{^}3}\right)$
Ferro (Fe)	$7{,}89\frac{g}{cm^3}$	$0{,}89\frac{g}{cm^3}$
Alluminio (Al)	$2{,}93\frac{g}{cm^3}$	$0{,}95\frac{g}{cm^3}$
Ottone (CuZn)	$8{,}36\frac{g}{cm^3}$	$0{,}88\frac{g}{cm^3}$

$$x_{media\ d_o} = \frac{d_{oFe} \cdot d_{oAl} \cdot d_{oCuZn}}{3} = \frac{0{,}89 + 0{,}95 + 0{,}88}{3} = \frac{2{,}72}{3} = 0{,}91\ \frac{g}{cm^3} \qquad \left(d_o = 0{,}88\frac{g}{cm^3}\right)$$

- A questo punto devo calcolare gli errori della densità di ogni cilindro e della densità dell'olio grazie a questa formula:

$$\boldsymbol{C = \frac{A}{B} \pm eC = \frac{A}{B} \pm \left[\frac{A}{B} \cdot \left(\frac{eA}{A} + \frac{eB}{B}\right)\right]}$$

- Per trovare l'intervallo della densità dei cilindri, dovrò fare:

$$\boldsymbol{I = \left(\frac{A}{B} - eC - \frac{A}{B} + eC\right)}$$

Quindi, applichiamo la regola per trovare gli errori dei cilindri:

$$e\ d_{Fe} = \frac{93{,}45}{11{,}85} \pm \left[\frac{93{,}45}{11{,}85} \cdot \left(\frac{0{,}005}{93{,}45} + \frac{0{,}005}{11{,}85}\right)\right] = 7{,}89 \pm [7{,}89 \cdot (0{,}00005 + 0{,}0004)]$$
$$= 7{,}89 \pm (7{,}89 \cdot 0{,}00045) = 7{,}89 \pm 0{,}0035 = 7{,}89\frac{g}{cm^3} \pm 0{,}004\frac{g}{cm^3}$$

$$I\ d_{Fe} = \left(7{,}89\frac{g}{cm\text{^}3} \pm 0{,}004\right) = \left(7{,}886\frac{g}{cm^3}; 7{,}894\frac{g}{cm^3}\right)$$

$$e\ d_{Al} = \frac{16{,}10}{5{,}50} \pm \left[\frac{16{,}10}{5{,}50} \cdot \left(\frac{0{,}005}{16{,}10} + \frac{0{,}005}{5{,}50}\right)\right] = 2{,}93 \pm [2{,}93 \cdot (0{,}0003 + 0{,}0009)]$$
$$= 2{,}93 \pm (2{,}93 \cdot 0{,}0012) = 2{,}93 \pm 0{,}0035 = 2{,}93\frac{g}{cm^3} \pm 0{,}004\frac{g}{cm^3}$$

$$I\ d_{Al} = \left(2{,}93\frac{g}{cm^3} \pm 0{,}004\right) = \left(2{,}926\frac{g}{cm^3}; 2{,}934\frac{g}{cm^3}\right)$$

$$e\ d_{CuZn} = \frac{24{,}25}{2{,}90} \pm \left[\frac{24{,}25}{2{,}90} \cdot \left(\frac{0{,}005}{24{,}25} + \frac{0{,}005}{2{,}90}\right)\right] = 8{,}36 \pm [8{,}36 \cdot (0{,}0002 + 0{,}002)]$$
$$= 8{,}36 \pm (8{,}36 \cdot 0{,}0022) = 8{,}36 \pm 0{,}018 = 8{,}36\frac{g}{cm^3} \pm 0{,}02\frac{g}{cm^3}$$

$I\ d_{CuZn} = \left(8{,}36\frac{g}{cm^3} \pm 0{,}02\right) = \left(8{,}34\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}; 8{,}38\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right)$

Ora applichiamo la medesima regola per calcolare gli errori dell'olio di motore:

$$e\ d_{oFe} = \frac{10{,}65}{11{,}85} \pm \left[\frac{10{,}65}{11{,}85} \cdot \left(\frac{0{,}005}{10{,}65} + \frac{0{,}005}{11{,}85}\right)\right] = 0{,}89 \pm [0{,}89 \cdot (0{,}0005 + 0{,}0004)]$$

$$= 0{,}89 \pm (0{,}89 \cdot 0{,}0009) = 0{,}89\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}0008\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$$

$$e\ d_{oAl} = 0{,}95 \pm \left[0{,}95 \cdot \left(\frac{0{,}005}{5{,}25} + \frac{0{,}005}{5{,}50}\right)\right] = 0{,}95 \pm [0{,}95 \cdot (0{,}001 + 0{,}001)]$$

$$= 0{,}95 \pm (0{,}95 \cdot 0{,}002) = 0{,}95 \pm 0{,}0019 = 0{,}95\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}002\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$$

$$e\ d_{oCuZn} = 0{,}88 \pm \left[0{,}88 \cdot \left(\frac{0{,}005}{2{,}55} + \frac{0{,}005}{2{,}90}\right)\right] = 0{,}88 \pm [0{,}88 \cdot (0{,}002 + 0{,}002)]$$

$$= 0{,}88 \pm (0{,}88 \cdot 0{,}004) = 0{,}88 \pm 0{,}0035 = 0{,}88\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}004\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$$

$$\boldsymbol{e\ d_{media} = \left(\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}\right) \pm \left(\frac{e_1 + e_2 + e_3}{3}\right)}$$

$$e\ d_{media} = \left(\frac{0{,}89 + 0{,}95 + 0{,}88}{3}\right) \pm \left(\frac{0{,}0008 + 0{,}002 + 0{,}004}{3}\right) = \frac{2{,}72}{3} \pm \frac{0{,}0068}{3}$$

$$= 0{,}91 \pm 0{,}0023$$

$$= 0{,}91\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}002\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$$

tabella delle densità con gli errori:

MATERIALE	$e\ d_c$	$e\ d_o$
Ferro (Fe)	$7{,}89\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}004$	$0{,}89\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}0008$
Alluminio (Al)	$2{,}93\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}004$	$0{,}95\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}002$
Ottone (CuZn)	$8{,}36\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}02$	$0{,}88\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}004$

CONSIDERAZIONI PERSONALI:

La densità che è stata trovata per il ferro è di $7{,}89\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, valore che si avvicina molto a quella effettiva del materiale, pari a $7{,}96\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$.

La densità che è stata trovata per l'alluminio, è invece di $2{,}93\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, anche questo, valore molto simile a quello effettivo del materiale, pari a $\mathrm{d_{cAl}} = 2{,}7\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$.

Lo stesso vale per la densità dell'ottone, che equivale a $8{,}36\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, quasi uguale a quella reale del materiale di $8{,}44\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$.

Per l'olio del motore si è fatto un procedimento leggermente diverso, perché prima si è trovata la densità di quest'ultimo con ogni materiale e poi si è fatta una media dei risultati ottenuti per vedere se il risultato si avvicinasse all'effettiva densità dell'olio di motore. Il risultato finale della media è risultato pari a $0{,}91\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, valore molto simile a quello che si può trovare su internet dell'olio di motore, equivalente a $0{,}88\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$.

Per concludere c'è da dire che l'esperimento lo si è potuto realizzare grazie al filo che era legato ad ogni cilindro e alla riga del treppiede. Infatti senza di esso il cilindro sarebbe affondato perché, secondo le condizioni di galleggiamento, le quali dicono che un corpo immerso in un fluido per galleggiare deve avere densità minore o uguale a quella del fluido, se il cilindro immerso nell'acqua o nell'olio non fosse stato legato al filo, sarebbe affonadto perché:

- $d_c > d_{H_2O}$; $d_c > d_O$