

**UNA ESPERIENZA SU CUI
RIFLETTERE**

IL "GALLEGGIAMENTO"

L' OSSERVAZIONE FENOMENOLOGICA

PORTA AD AFFRONTARE ALCUNI PROBLEMI

0 – A CHE SERVE LAVORARE SUL GALLEGGIAMENTO???

1 - OGGETTI O MATERIALI?

MATERIALI OMOGENEI O MATERIALI ETEROGENEI?

PESO O PESO SPECIFICO? CHE COSA SIGNIFICA “DENSITA’”?

PESO SPECIFICO O PESO SPECIFICO MEDIO?

2 - QUALI IDEE DI STRUTTURA DELLA MATERIA?

L'ACQUA COME E' FATTA? CHE E' LA “PRESSIONE IDROSTATICA”?
COSA GUARDARE NEGLI OGGETTI?

3 - QUALI FORZE IN GIOCO NEL GALLEGGIAMENTO?

QUALE EQUILIBRIO TRA (QUALI) FORZE?

4 - QUALI MISURE?

QUALI RELAZIONI TRA MISURE? LE PROPORZIONI

5 - QUALI MODELLI?

0 - ASPETTI METODOLOGICI

CERCARE SPIEGAZIONI PER FENOMENI APPARENTEMENTE OVVI

SVILUPPARE LA CAPACITA' DI COSTRUIRE ESPERIENZE PER OTTENERE RISPOSTE più PRECISE A PARTICOLARI DOMANDE

INDIVIDUARE I SISTEMI COINVOLTI, INDIVIDUARE LE VARIABILI IN GIOCO

GUARDARE GLI OGGETTI PER PROPRIETA', IMPARANDO A DISTINGUERE QUELLE SIGNIFICATIVE PER IL PROBLEMA CHE SI STA CERCANDO DI RISOLVERE

METTERE RELAZIONI QUALITATIVE TRA PROPRIETA'

CONFRONTARE E MISURARE ALCUNE PROPRIETA' DEGLI OGGETTI

METTERE RELAZIONI QUANTITATIVE TRA PROPRIETA'

FAR EMERGERE LA SPIEGAZIONE DALLA INTERPRETAZIONE DEI DATI

Un po' di domande

- IL GALLEGGIAMENTO DIPENDE:

- DALLA QUANTITA' DI ACQUA NEL RECIPIENTE?
- DALLA FORMA DEL RECIPIENTE?
- DALLA FORMA DELL'OGGETTO?
- DAI "BUCHI" DELL'OGGETTO?
- DAL PESO DELL'OGGETTO?
- C'ENTRA LA FORZA DI GRAVITA'?

PROBLEMI DIVERSI

(O E' SEMPRE LO STESSO?)

GLI OGGETTI COI BUCHI

LE CIAMBELLE

LE TAZZE CON I BUCHI

LE NAVI CON I BUCHI.....

GLI OGGETTI CON L'ARIA

LA PAGLINA D'ACCIAIO

LE SPUGNE

I GESSI

I SALVAGENTE

LE NAVI

1 - OGGETTI O MATERIALI?

TRA LE CARATTERISTICHE DI UN **OGGETTO**
BISOGNA INDIVIDUARE QUELLE
CHE CARATTERIZZANO IL **MATERIALE** DA CUI è COMPOSTO

OGGETTI OMOGENEI E OGGETTI ETEROGENEI
(PER MATERIALE)

MATERIALI OMOGENEI O MATERIALI ETEROGENEI?

UNA LINEA DI LAVORO: Dalle RELAZIONI D'ORDINE alle CLASSIFICAZIONI

Si comincia con oggetti fatti con **materiali omogenei**

Si possono soppesare e **mettere in ordine per peso**

Si possono **mettere in ordine per volume**

Si possono mettere nell'acqua e vedere se **galleggiano**

Come si dispongono gli oggetti in acqua?

Si può vedere se qualcosa galleggia di più o di meno?

DALLA FENOMENOLOGIA: LE OPERAZIONI LOGICHE

Classificare

- Chi galleggia e chi no su di un liquido preso come riferimento
- Liquidi diversi su cui un certo materiale galleggia o meno
- Relazioni transitive: olio, alcol, acqua...

Ordinare

Logica del **CONFRONTO** secondo una **VARIABILE**.

Quale?

Che non basti solo il peso diventa rapidamente evidente...

Forse c'entra la “**pesantezza**”?

Cosa dicono i bambini

PROPRIETA' OGGETTO

- il tappo è leggero e resta a galla
- il martello è pesante e va a fondo
- la patata più grossa può andare a fondo
- gli oggetti rotondi galleggiano
- la barca galleggia perché ha forma concava
- il chiodo va a fondo perché è appuntito

OGGETTO-ACQUA

- la mela forse è più leggera dell'acqua
- la pallina di piombo è andata a fondo perché è più pesante dell'acqua

AZIONE DELL'OGGETTO

- le cose che pesano di più non ce la fanno a stare a galla perché devono scendere
- forse dentro c'è qualcosa che lo regge a galla

MODALITA' DI IMMERSIONE

- la tavoletta affonda se tu la immergi di taglio
- bisogna portare l'alluminio fino in fondo e poi vedere se torna su
- se lo appoggi piano piano potrebbe galleggiare

AZIONE DELL'ACQUA

- è l'acqua che ha la forza di tenere su gli oggetti
- l'acqua del secchio è potente anche se è stretta
- se c'è poca acqua non ce la fa a tener su le cose

MATERIALE

- il ferro va a fondo
- il legno galleggia

CAMBIAMENTI NEL TEMPO

- il legno dopo molto tempo affonda perché si infradicia
- il gesso prima galleggia e poi c'entra l'acqua e va a fondo

**GALLEGGIARE NON È LA PROPRIETÀ DI
UN OGGETTO
MA
È UNA FORMA DI RELAZIONE TRA ALMENO
DUE SISTEMI...**

QUALI SISTEMI SONO COINVOLTI?

UN SISTEMA SOLIDO (OGGETTO – MATERIALE)

UN SISTEMA LIQUIDO (NON SOLO ACQUA!)

...MA BISOGNA SODDISFARE ANCHE ALTRE RELAZIONI...

- **LIQUIDO-LIQUIDO (LIQUIDI NON MISCIBILI, OMOGENEI, NON SOLUBILI...)**

SOLIDO-SOLIDO (CAMMINARE SULLA SABBIA?..)

GALLEGGIARE **NON DIPENDE
DALLE QUANTITÀ DEI SISTEMI IN GIOCO
MA DAL CONFRONTO DI UNA NUOVA**

VARIABILE COMPLESSA...

CHE DOBBIAMO COSTRUIRE A PARTIRE DA DUE

VARIABILI SEMPLICI

- **DISINTRECCIO E RICOSTRUZIONE DELLE VARIABILI
(DIFFERENZE DI PESO A PARITÀ DI VOLUME,
DIFFERENZE DI VOLUME A PARITÀ DI PESO...)**
- **APPRODO ALLA **PROPORZIONE**
(OMOGENEA, NON OMOGENEA)**

2 – GUARDIAMO I SISTEMI IN GIOCO

LE CARATTERISTICHE DEL LIQUIDO (L'ACQUA?)

-Può FARE ONDE, GOCCE

- LA SUA SUPERFICIE LIBERA E' SEMPRE ORIZZONTALE

-SI Può DIVIDERE IN PARTI CHE HANNO UN PESO E UN VOLUME

-NON SI COMPRIME, NON E' ELASTICA. Infatti.....

-SE QUALCOSA GLI VA DENTRO:

- SI PUO' SPOSTARE: IL LIVELLO SALE

e PUO' ANCHE USCIRE DAL RECIPIENTE

**- SI PUO' MISURARE IL PESO E IL VOLUME DELLA PARTE DI
ACQUA CHE CORRISPONDE AL VOLUME DELL'OGGETTO
IMMERSO**

LE CARATTERISTICHE DEGLI OGGETTI E DEI MATERIALI

ALCUNE SI POSSONO MISURARE:

PESO, DIMENSIONI, VOLUME, DENSITA'

ALTRE NO: MATERIALE, FORMA, CONSISTENZA

ALTRE ANCORA SONO "PROBLEMATICHE": BUCHI E
CAVITA'

**ALCUNE PROPRIETA' SONO LEGATE
DA REGOLE DI PROPORZIONALITA'**

**PERCHE' CERTI MATERIALI
SONO
PIU' "PESANTI" DI ALTRI?
(a parità di volume, ovviamente)**

I MODELLI DI STRUTTURA DELLA MATERIA:

**le relazioni tra peso e volume
piccolo /leggero; piccolo/ pesante; grande/ leggero; grande/
pesante**

LA STRUTTURA DELLA MATERIA ASPETTI MICROSCOPICI...

- COME SONO FATTI DENTRO I DIVERSI MATERIALI?**
- HANNO TUTTI LE STESSE “PARTICELLE”?**
- PARTICELLE LEGGERE O PARTICELLE PESANTI?**
- MOLTE PARTICELLE LEGGERE
O POCHE PARTICELLE PESANTI?**
- PARTICELLE “MESSE LARGHE”
O PARTICELLE AMMASSATE?**

LA DENSITA'

GIOCHI DI FITTO E RADO

tanti o pochi... nello spazio, nel tempo

COME IMMAGINARE LE COSE DENTRO

- Le particelle: poche pesanti o molte leggere, in uno stesso spazio?

Gli ovetti Kinder riempiti di materiali diversi fino ad avere per tutti lo stesso peso nello stesso volume: come si dispone il "riempimento"?

Volumi di materiali diversi con pesi diversi

LE STRUTTURE DI PROPORZIONALITA'

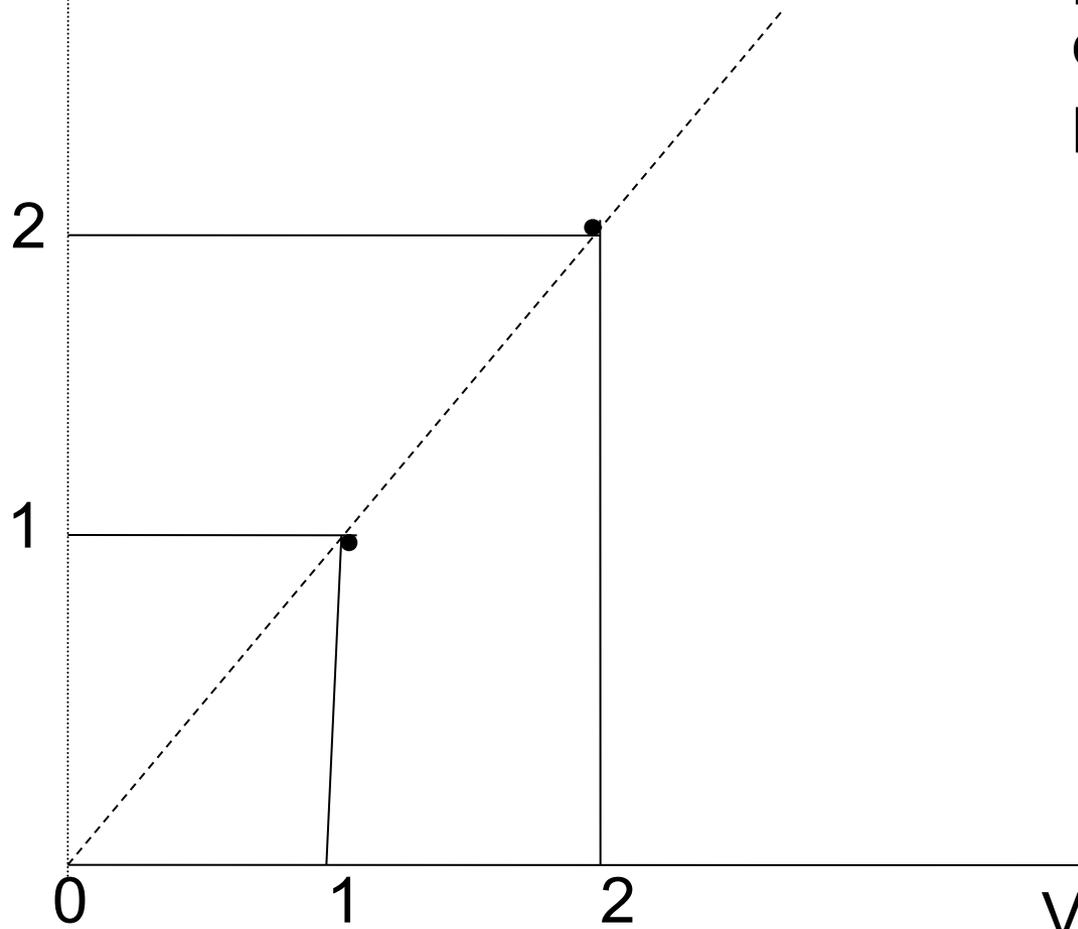
LE PROPORZIONI TRA GRANDEZZE OMOGENEE:

**PER UNO STESSO MATERIALE,
SE IL PESO AUMENTA,
PROPORZIONALMENTE AUMENTA IL VOLUME**

$$P_A : P_B = V_A : V_B$$

Se il peso di A è doppio del peso di B, il volume di A è doppio del volume di B

Peso



Il rapporto p/v
per un materiale
omogeneo
p.es. l'acqua

3 - FORZE ED EQUILIBRIO

QUALI FORZE SONO IN GIOCO QUANDO:

- UN OGGETTO STA A GALLA
(PIU' O MENO IMMERSO NEL LIQUIDO)
- UN OGGETTO STA ANDANDO A FONDO
- UN OGGETTO E' APPOGGIATO SUL FONDO DELLA VASCHETTA

QUALI "EQUILIBRI TRA FORZE" SI POSSONO VEDERE?

**OGGETTI CHE VANNO A GALLA,
OGGETTI CHE VANNO A FONDO**

**SIAMO CONVINTI CHE SI TRATTA DI UNA
SITUAZIONE DI EQUILIBRIO?**

CHE COSA È EQUILIBRATO DA CHE?

QUANTO PESA UN OGGETTO NELL'ACQUA?

CHI REGGE IL PESO DELL'OGGETTO NELL'ACQUA?

4- RACCOGLIERE DATI E MISURE

PER CAPIRE QUALCOSA SUGLI EQUILIBRI TRA FORZE
CHE COSA SI PUO' MISURARE?

QUALI DATI SI POTREBBERO RACCOGLIERE PER COSTRUIRE
UNA **TABELLA** O UN **GRAFICO?**

OGGETTI: DIVERSI MATERIALI – ANCHE LIQUIDI

PESO

GRANDEZZA O VOLUME

FORMA – POSIZIONE DI EQUILIBRIO

CAVITA' O BUCHI

.....

LIQUIDO: P. ES. ACQUA

PESO DI VARI VOLUMI DI ACQUA (una retta in un grafico p, v)

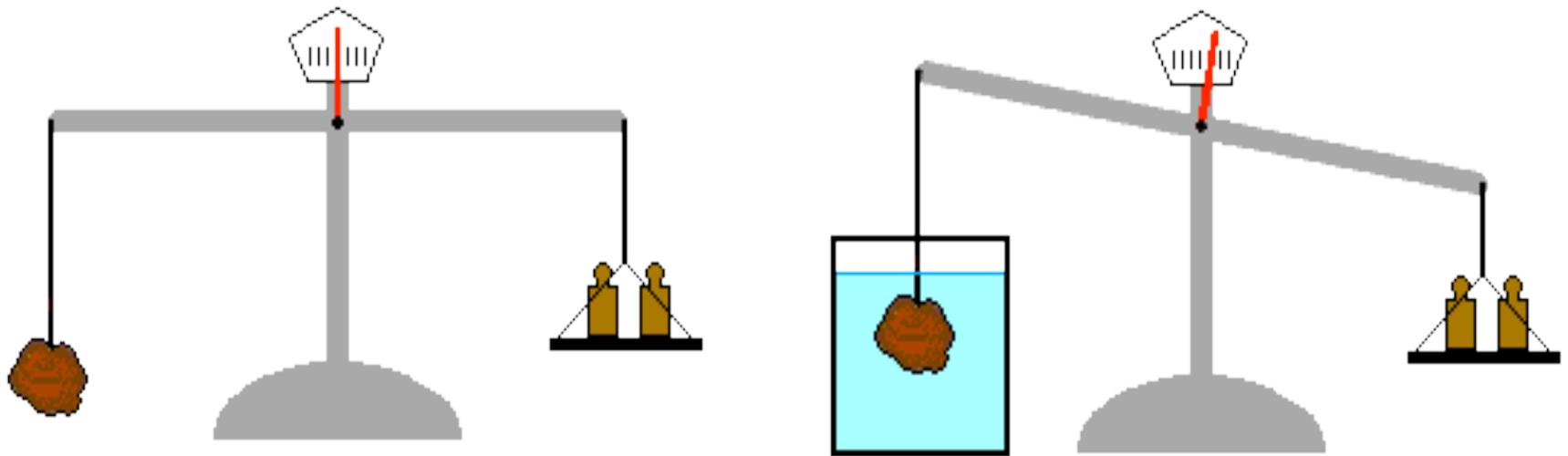
PESO DELL'ACQUA SPOSTATA (da tutto l'oggetto, dalla parte immersa)

VOLUME DELL'ACQUA SPOSTATA (da tutto l'oggetto, dalla parte immersa)

.....

RECIPIENTE

**IMMERGENDO L'OGGETTO IN ACQUA,
SI ROMPE L'EQUILIBRIO SULLA BILANCIA**



**La spinta non dipende dalla forma del volume spostato
ma.... da cosa dipende????**

ESPERIENZE DI FORZE E DI EQUILIBRIO

REGGERE CON UNO SPAGO IL PESO DI UN OGGETTO “CHE VA A FONDO”

REGGERE CON UN ELASTICO IL PESO DELLO STESSO OGGETTO

REGGERE CON UN DINAMOMETRO IL PESO DELLO STESSO OGGETTO

IMMERGERE L’OGGETTO IN ACQUA NEI TRE CASI

DESCRIVERE QUELLO CHE SI OSSERVA

COSA è INTERESSANTE (UTILE) MISURARE?

QUALI SONO LE FORZE IN GIOCO E QUALI I LORO EQUILIBRI?

COSA SI OPPONE ALLA GRAVITA’?

IL VOLUME DELL’OGGETTO INTERFERISCE CON L’EQUILIBRIO?

IL PESO DELL’OGGETTO INTERFERISCE CON L’EQUILIBRIO?

RIPETERE LE STESSHE OPERAZIONI CON UN OGGETTO “CHE VA A GALLA”

QUALI SOMIGLIANZE E QUALI DIFFERENZE CON L’OGGETTO “CHE VA A FONDO”?

OGGETTO	PESO g	VOLUME cc
PATATA	220/290/250/260	200/280/230/250
MELA	175/185/175/200	200/250/190/230
UOVO	60/55/55/60	50/70/50/55
CAROTA	102/110/125/	90/100/130/
BULLONE e DADO	73	10
PEZZO DI LEGNO A	75/	150/
PEZZO DI LEGNO B	225	330
PEZZO DI LEGNO C	7	15
SPUGNA	45	50
TAPPO	5/3/	25/?/
TAPPO DATTIGIANA	25	125
DADO PLASTICA	8,5	7,5
PUPAZZO DI GOMMA	13	10
CANDELA	80	100
PORTAUVAGLILO PLASTICA	20	15
PORTAUVAGLILO LEGNO	15	25
PEZZO DELLA DATA PLASTICA	7	5
MACCHININA PLASTICA	75	50
PALLINA PING-PONG	3	25
LEGNO BUCATO	74	160
CHiodo	4	?
COLTELLO	200	25
STECCHINO	?	?
FOGLIO ALLUMINIO	5	?
BIGLIA DI VETRO	4	≈0
BARATTOLO CHIUSO	90	200

QUELLO CHE SI PUO' MISURARE NEGLI OGGETTI CHE VANNO A FONDO

- IL PESO DI UN OGGETTO CHE VA A FONDO
(MISURA CON BILANCIA)**
- IL VOLUME DI UN OGGETTO CHE VA A FONDO
(MISURA INDIRETTA PER VOLUME DI ACQUA
SPOSTATA EQUIVALENTE)**
- IL PESO DELL'ACQUA SPOSTATA "EQUIVALENTE"**
- IL VOLUME DELL'ACQUA SPOSTATA "EQUIVALENTE"**

QUALI RELAZIONI SI POSSONO VEDERE?

QUELLO CHE SI PUO' MISURARE NEGLI OGGETTI CHE VANNO A GALLA

- IL PESO DI UN OGGETTO CHE VA A GALLA
(MISURA CON BILANCIA)
- IL VOLUME DI UN OGGETTO CHE VA A GALLA
(MISURA INDIRETTA PER VOLUME DI
ACQUA SPOSTATA EQUIVALENTE)
- IL VOLUME DELLA PARTE IMMERSA
(MISURA INDIRETTA PER VOLUME DI
ACQUA SPOSTATA EQUIVALENTE)
- IL PESO DELL'ACQUA SPOSTATA
"EQUIVALENTE" ALLA PARTE IMMERSA
- IL VOLUME DELL'ACQUA SPOSTATA
"EQUIVALENTE" ALLA PARTE IMMERSA

QUALI RELAZIONI SI POSSONO VEDERE?

UNA VOLTA FATTE LE MISURE,

TROVARE LE RELAZIONI

USANDO LE UNITA' DI MISURA CONVENZIONALI,

IL PESO DI UN CM³ DI ACQUA E' UN GRAMMO

RICORDATE LA PROPORZIONE
tra grandezze OMOGENEE

$$P_A : P_B = V_A : V_B$$

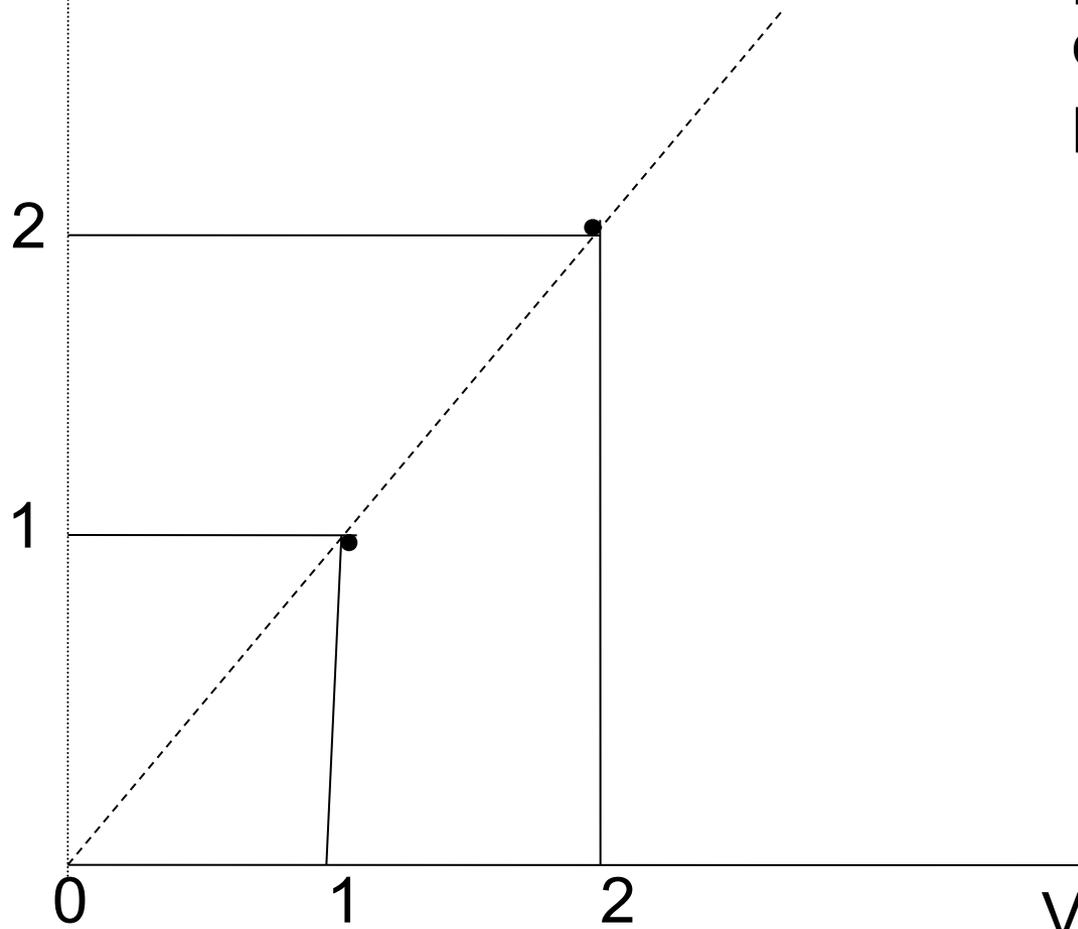
LE PROPORZIONI tra grandezze NON OMOGENEE
portano alla nuova variabile complessa “**peso specifico**”

$$P_A : V_A = P_B : V_B = ps \text{ (grammi/cm}^3\text{)}$$

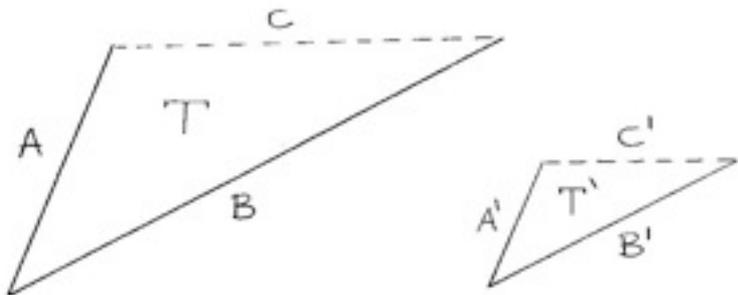
SE PER L'ACQUA IL RAPPORTO $P:V = 1$

SI PUÒ **CONFRONTARE** QUESTO RAPPORTO CON
QUELLO DI ALTRI MATERIALI PER CAPIRE COSA VA A
GALLA E COSA VA A FONDO

Peso



Il rapporto p/v
per un materiale
omogeneo
p.es. l'acqua

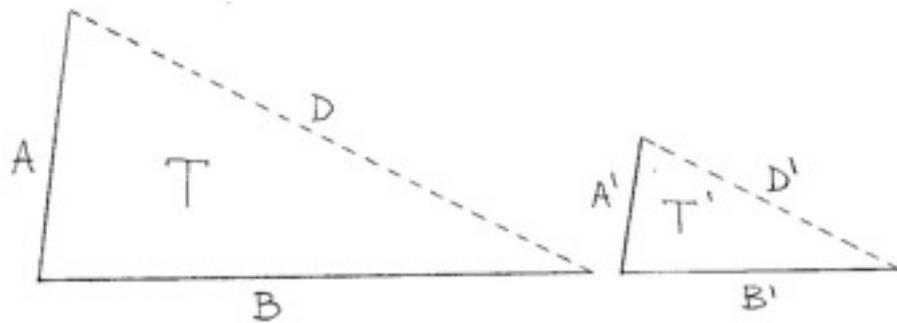


$$\bar{A} : \bar{A}' = \bar{B} : \bar{B}' = \bar{C} : \bar{C}' = 2,0$$

$$\bar{A} : \bar{B} = \bar{A}' : \bar{B}' = 0,50$$

$$\bar{A} : \bar{C} = \bar{A}' : \bar{C}' = 0,71$$

$$\bar{B} : \bar{C} = \bar{B}' : \bar{C}' = 1,4$$



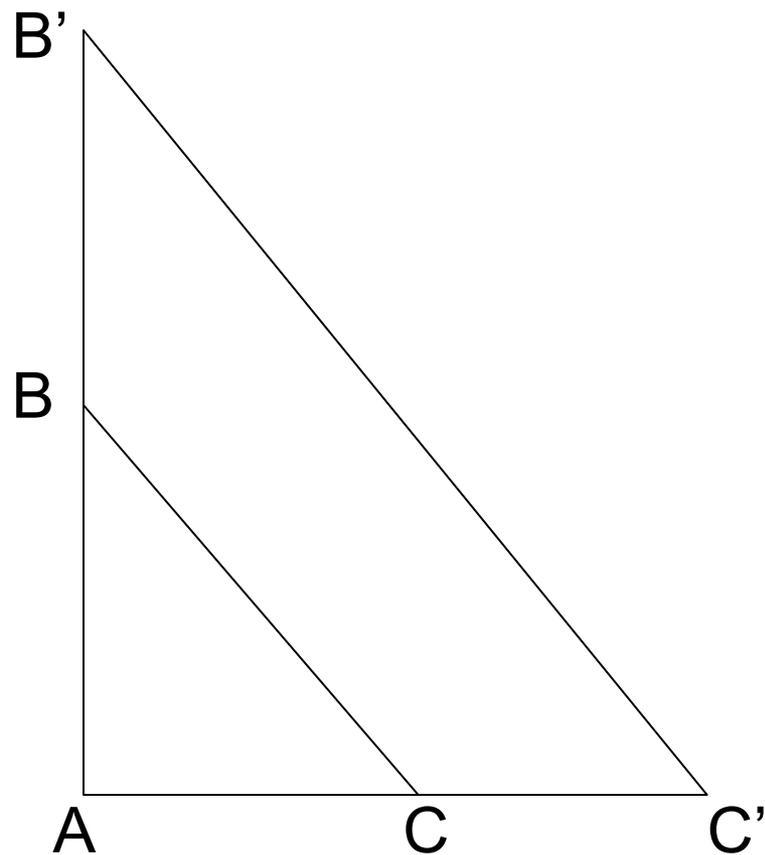
$$\bar{A} : \bar{A}' = \bar{B} : \bar{B}' = \bar{D} : \bar{D}' = 2$$

$$\bar{A} : \bar{B} = \bar{A}' : \bar{B}' = 0,50$$

$$\bar{A} : \bar{D} = \bar{A}' : \bar{D}' = 0,47$$

$$\bar{B} : \bar{D} = \bar{B}' : \bar{D}' = 0,95$$

Le proporzioni omogenee e non omogenee nei triangoli simili



IL SIGNIFICATO DELLE PROPORZIONI

- Proporzioni OMOGENEE E NON OMOGENEE sono cognitivamente NON equivalenti
- Cambia profondamente la *semantica* pur rimanendo invariata la *sintassi*

Comprensione della struttura del **rapporto** in quanto tale

(a prescindere dal significato di “ripartizione” o “contenenza” che caratterizza le divisioni).

E ARCHIMEDE?

Il principio di Archimede
afferma

che ogni corpo immerso in un fluido (liquido o gas)
riceve una spinta verticale dal basso verso l'alto,
uguale per intensità
al peso del volume del fluido spostato.

A COSA E' DOVUTA LA SPINTA
“DAL BASSO VERSO L'ALTO”?

VERIFICARE LA LEGGE?

Forza “dell’oggetto” verso il basso: $F(\text{oggetto}) = d(\text{oggetto}) g V$

Forza “dell’acqua” verso l’alto : $F(\text{acqua}) = d(\text{acqua}) g V$

d è la densità (massa volumica) del fluido o dell’oggetto,

g è l'accelerazione di gravità e V il volume spostato di acqua (uguale al volume immerso del corpo).

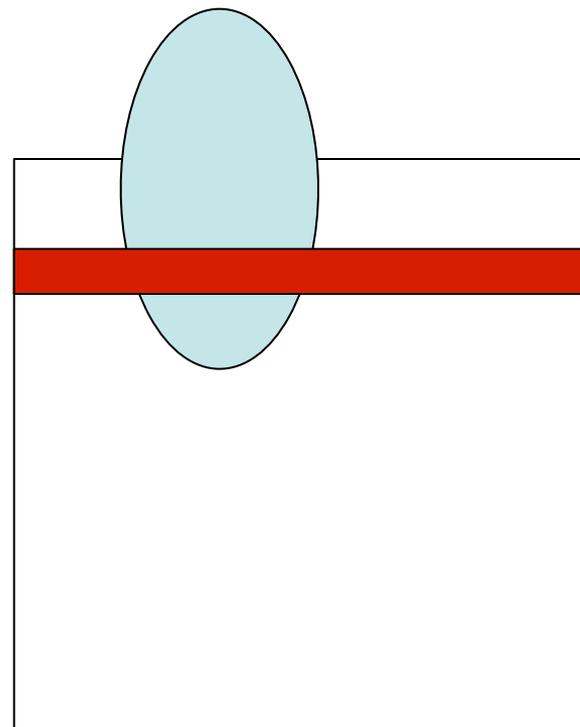
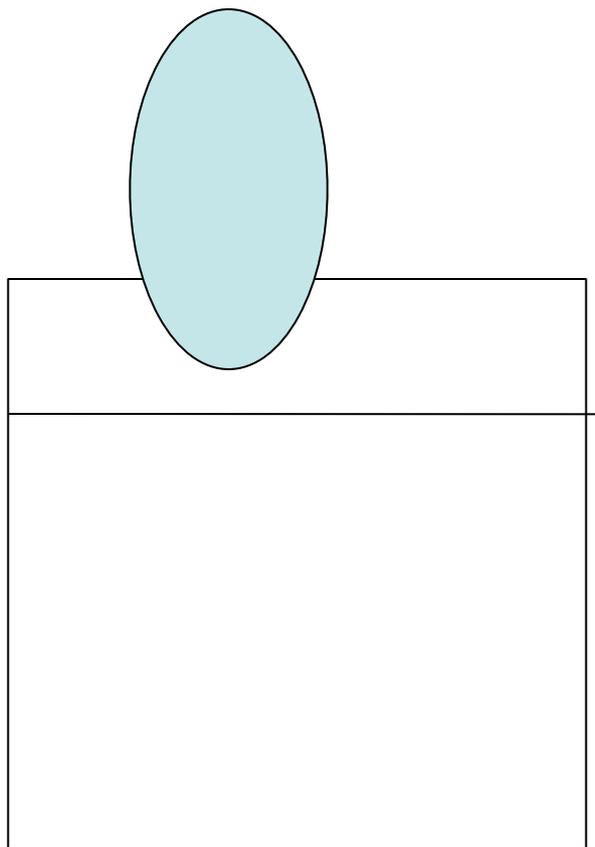
IL RAPPORTO TRA LE “FORZE” SI RIDUCE AD UN RAPPORTO TRA DENSITA’

$$F(\text{acq}) : F(\text{ogg}) = d(\text{acq}) : d(\text{ogg})$$

Il **peso in acqua di un corpo immerso** (parzialmente o totalmente) non è quello totale misurabile fuori dal liquido, ma diminuisce del peso del volume di fluido spostato dalla parte immersa.

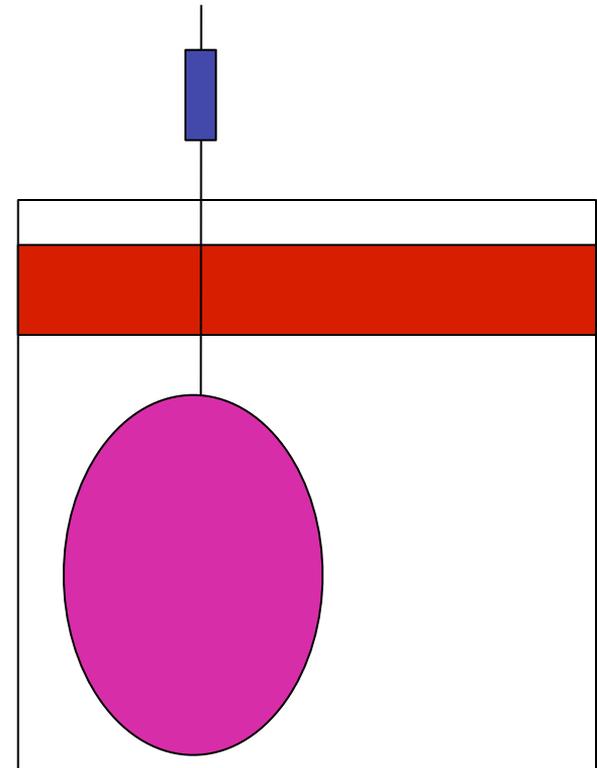
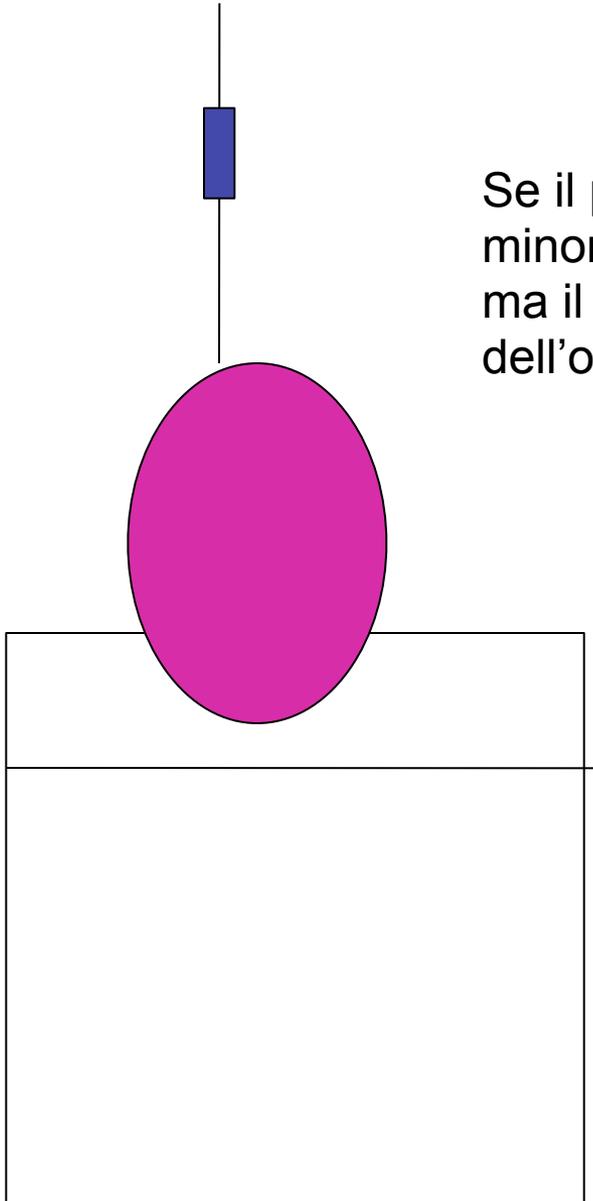
I VOLUMI DI ACQUA SPOSTATI

Immergendo l'oggetto in acqua, il suo volume sposta una certa quantità di liquido che avrà, ovviamente, un certo peso. Se questo peso è maggiore di quello di tutto l'oggetto, l'oggetto galleggia.



I VOLUMI DI ACQUA SPOSTATI

Se il peso del liquido spostato dall'oggetto immerso è minore di quello di tutto l'oggetto, l'oggetto andrà a fondo, ma il dinamometro segnerà la differenza tra il peso dell'oggetto e quello del liquido spostato



PROPORZIONALITA'

La **spinta** verso l'alto esercitata dall'acqua su un oggetto è sempre **proporzionale** al **volume** della parte immersa dell'oggetto, ossia al volume dell'acqua spostata dall'oggetto.

Essendo il **peso** dell'acqua spostata **proporzionale** al suo **volume**, si può formulare l'ipotesi che la **forza** che si oppone al **peso del corpo** quando è immerso in acqua sia esattamente uguale al **peso dell'acqua** spostata (il peso è una forza, ma il volume no).

Questa ipotesi può essere verificata direttamente con misurazioni opportune.

LA SPINTA IDROSTATICA

Un corpo **completamente immerso** in un fluido è soggetto a due forze applicate al suo baricentro.

Il suo peso $P = \gamma(\text{corpo}) V$, diretto verso il basso, e la spinta idrostatica $S = \gamma(\text{fluido}) V$ diretta verso l'alto.

Per la [seconda legge della dinamica](#) il corpo tende a muoversi (ad accelerare) se la forza risultante applicata $F = P - S \neq 0$.

Si possono verificare i seguenti casi:

$P > S$	ovvero $\gamma_c > \gamma_l$	$\gamma_{app} > 0$	si muove verso il basso sembra meno pesante
$P = S$	ovvero $\gamma_c = \gamma_l$	$\gamma_{app} = 0$	rimane fermo sembra privo di peso
$P < S$	ovvero $\gamma_c < \gamma_l$	$\gamma_{app} < 0$	si muove verso l'alto sembra avere un peso negativo

(γ = densità x g ; V = volume; g = gravità)

Archimede inventò la bilancia idrostatica, utilizzata per misurare il peso specifico dei liquidi. Sulla base di quelle rilevazioni, affermò:

« Qualsiasi solido più leggero di un fluido, se collocato nel fluido, si immergerà in misura tale che il peso del solido sarà uguale al peso del fluido spostato »(I, 5)

« Un solido più pesante di un fluido, se collocato in esso, discenderà in fondo al fluido e se si peserà il solido nel fluido, risulterà più leggero del suo vero peso, e la differenza di peso sarà uguale al peso del fluido spostato »(I, 7)

Da un punto di vista matematico, la forza di Archimede può essere espressa nel modo seguente:

$$F_A = \rho_{flu} g V$$

essendo ρ_{flu} la densità (massa volumica) del fluido, g l'accelerazione di gravità e V il volume spostato (che in questo caso è uguale al volume del corpo).

Allo stesso modo, il peso del corpo F_p è dato da

$$F_p = \rho_{sol} g V$$

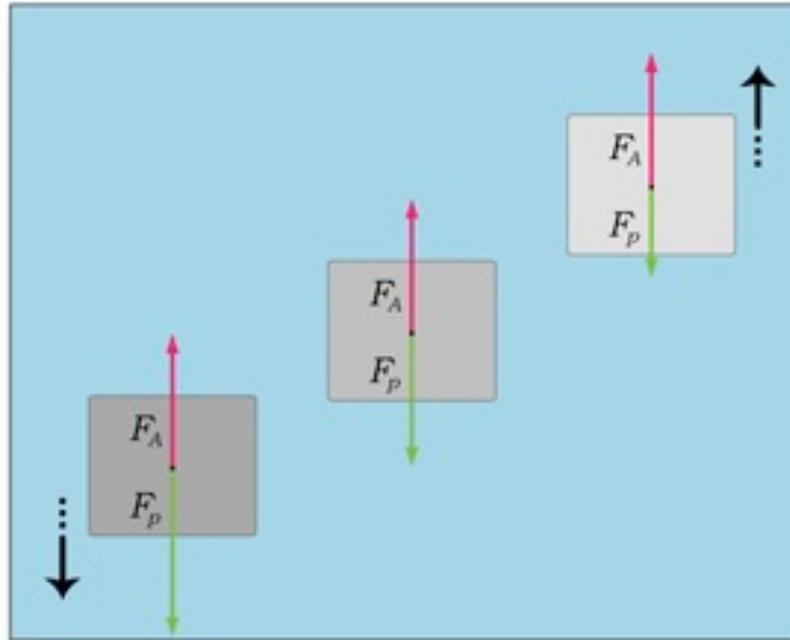
essendo ρ_{sol} la densità media del solido immerso.

La spinta è indipendente dalla profondità alla quale si trova il corpo.

La densità relativa (del corpo immerso nel fluido rispetto alla densità del fluido) è facilmente calcolabile senza misurare alcun volume

Densità relativa in percentuale =

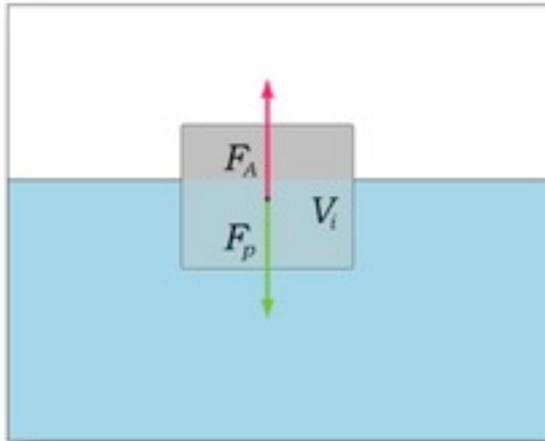
$$\frac{\text{Peso del corpo nello spazio vuoto}}{\text{Peso del corpo nello spazio vuoto} - \text{Peso della parte immersa nel fluido}} \cdot 100$$



1) Il corpo tende a cadere fino a raggiungere il fondo se la forza di Archimede è *minore* del peso, $F_A < F_p$, ovvero se $\rho_{flu} < \rho_{sol}$.

2) Il corpo si trova in una situazione di *equilibrio* se la forza di Archimede è *uguale* al peso, $F_A = F_p$, ovvero se $\rho_{flu} = \rho_{sol}$.

Se il corpo era in quiete rimarrà in quiete, se era in moto si muoverà di moto decelerato fino a fermarsi per effetto dell'[attrito](#).



3) Il corpo tende a risalire fino alla superficie dove *galleggia* se la forza di Archimede è maggiore del peso, $F_A > F_p$, ovvero se $\rho_{flu} > \rho_{sol}$.

In questo caso il *volume immerso* V_i sarà tale da spostare un volume di fluido che equilibri il peso del corpo, ovvero:

$$\rho_{flu} g V_i = \rho_{sol} g V$$

da cui si deriva la *formula del galleggiamento*:

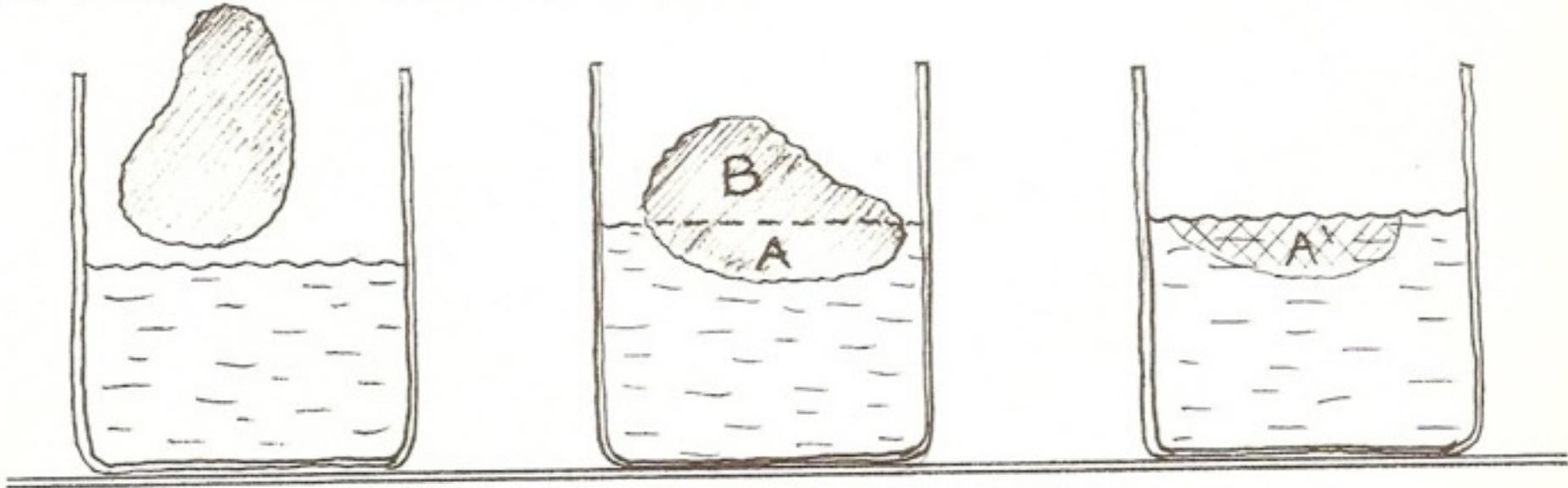
$$\frac{V_i}{V} = \frac{\rho_{sol}}{\rho_{flu}}$$

La frazione di volume immerso è quindi uguale al rapporto tra le densità del corpo e del liquido.

5 – Modelli per visualizzare la legge di ARCHIMEDE

NOTE SULLA SITUAZIONE DI EQUILIBRIO

FIG. 1 — Il peso totale dell'oggetto è uguale al peso dell'acqua in A'.



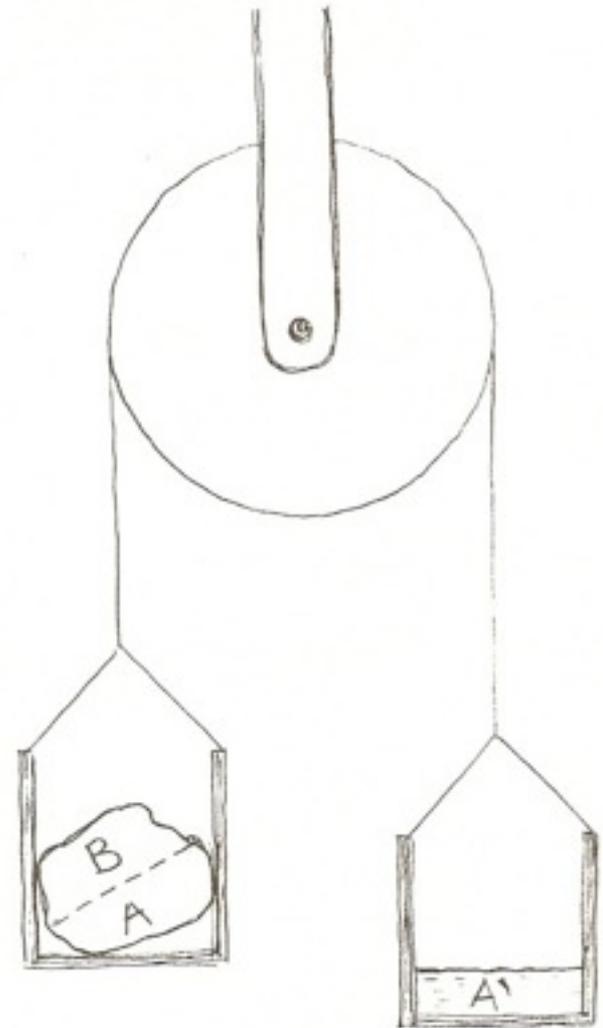
L'importante è saper guardare separatamente pesi e volumi e saper astrarre dagli oggetti ciò che determina il galleggiamento.

Modello a contrappesi

In ogni momento,
mentre l'oggetto affonda,
il **volume** di A
è uguale al **volume** di A'.

La carrucola è in equilibrio
(indipendentemente dalla lunghezza
della corda)
quando il **peso** di A'
è uguale al **peso** di A più B
($B, A \times d = A' \times d$)

FIG. 6 — In ogni momento, mentre l'oggetto affonda, il volume di A è uguale al volume di A'; la carrucola è in equilibrio quando il peso di A' è uguale al peso di A + B.



PER CAPIRE CHE.....
SE L'OGGETTO STA A GALLA
IL SUO PESO COMPLESSIVO
(che spinge verso il basso)
E' EQUILIBRATO
DA UNA FORZA (che spinge verso l'alto)

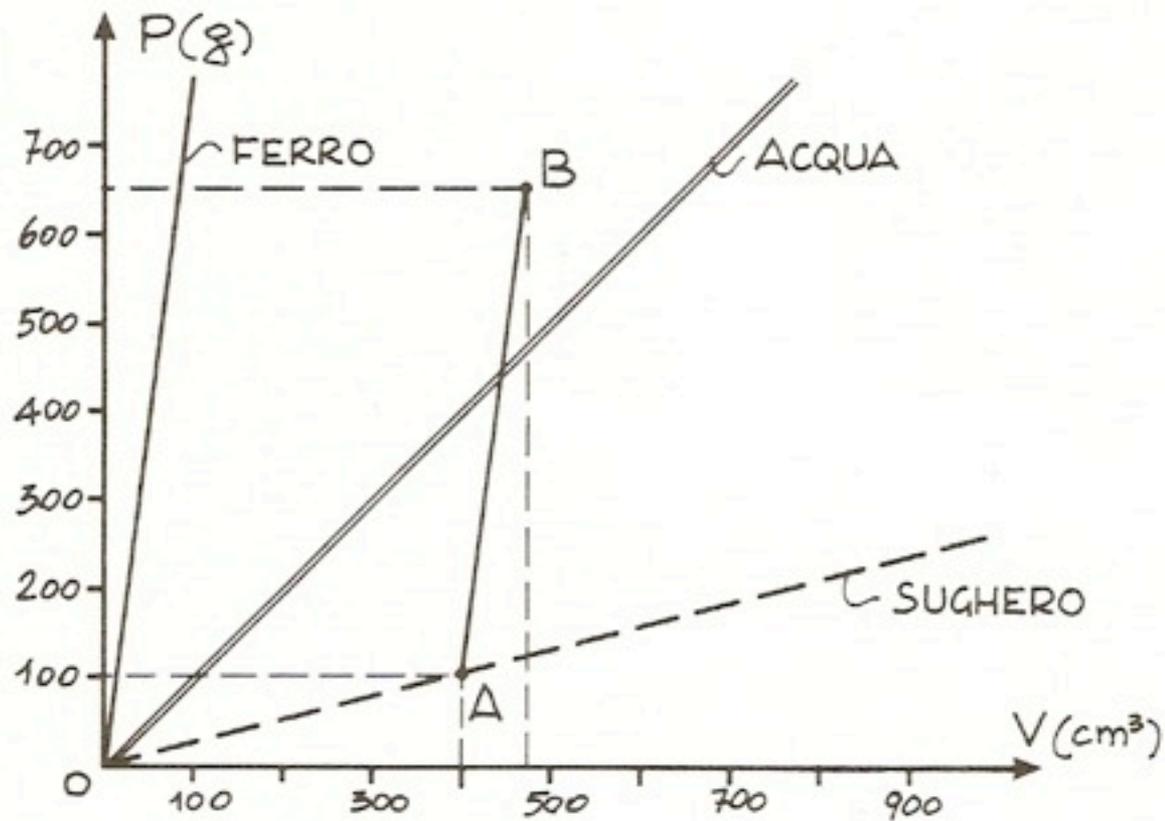
LA FORZA E' PARI AL PESO DEL VOLUME D'ACQUA
CHE SALE VERSO L'ALTO
MENTRE LA PARTE IMMERSA DELL'OGGETTO
SCENDE VERSO IL BASSO

(IL FAMOSO PESO DEL LIQUIDO SPOSTATO!)

LA FORZA-PESO DELL'OGGETTO E' CONTRAPPOSTA
ALLA FORZA-PESO DELL'ACQUA SPOSTATA
(come in un tiro alla fune in verticale, dicono i bambini)
ANCHE SE L'OGGETTO STA A FONDO

DAGLI OGGETTI AI MATERIALI: UN GRAFICO

a)



UN ALTRO PROBLEMA

Cosa succede

Quando un liquido galleggia su un liquido?

Vale ancora la legge di Archimede?

Dove sta il liquido spostato?

