

Per far cadere l'acqua contenuta in una bottiglia basta rovesciare la bottiglia.... naturalmente dopo aver tolto il tappo!

Ma che cosa accade se la bottiglia viene rovesciata in acqua?

Passa alla prossima pagina per scoprirlo...





Dunque la bottiglia piena rovesciata in acqua non si svuota.

Sembra che l'acqua esistente nella bacinella si comporti come un tappo ed eviti l'uscita di quella dentro la bottiglia.

Secondo te, quanta acqua deve esserci nella bacinella per impedire lo svuotamento della bottiglia?

1. Non Importa quanta ve ne sia;
2. Più di quella dentro la bottiglia;
3. Almeno la stessa di quella dentro la bottiglia;

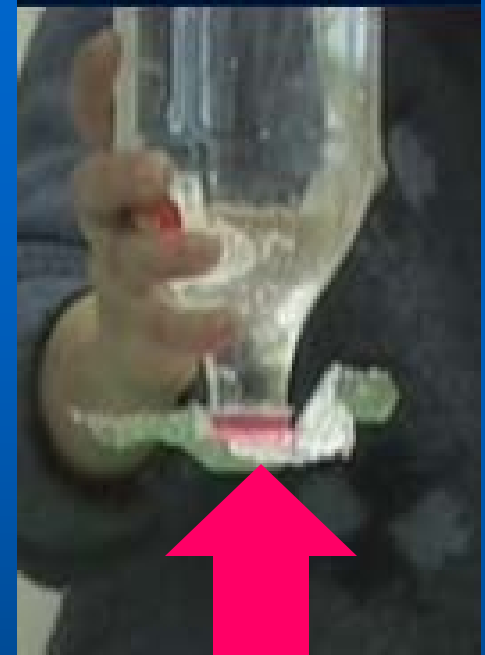




Dunque l'acqua non era indispensabile per evitare lo svuotamento. E' bastato un leggero foglietto di alluminio (o di qualsiasi carta rigida) per ottenere un effetto di tappo.

Ma il foglietto di alluminio è un buon tappo anche in presenza di bottiglie più grandi? Per esempio di damigiane?

In quest'ultimo caso, sarà più importante la dimensione orizzontale o quella verticale della bottiglia? Oppure il foglietto cederà quando ci sarà un certo volume di acqua dentro la bottiglia?



Ma soprattutto: il foglietto ha un peso e cade, per cui chi gli impedisce di cadere?

All'esterno della bottiglia c'è l'aria.

Ad essa non ci resta che attribuire la responsabilità di quanto visto finora.

Ma che cosa essa fa?

Sembra che preme sulle superfici dei corpi e dia luogo a delle forze anche notevoli.

Infatti, nel nostro caso, la forza che produce supera quella esercitata dal peso dell'acqua sommata al peso del foglietto!



Nel prossimo filmato foreremo la bottiglia piena rovesciata in acqua.

Che cosa ci aspettiamo di osservare?

Che cosa farà l'aria? Essa preme sulle pareti di plastica della bottiglia, sulla superficie orizzontale dell'acqua e sulla superficie del foro della bottiglia... cioè sull'acqua ma lateralmente.

Riuscirà a trovarsi un varco tra queste superfici?



Dunque l'aria è entrata dal foro laterale.

Contemporaneamente l'acqua è stata espulsa dall'apertura in basso.

Quindi la bottiglia si è svuotata in quanto l'aria è entrata da una apertura mentre l'acqua usciva da un'altra.

Che cosa succederebbe se avessimo solo una apertura nella bottiglia?





La forza esercitata dall'aria è enorme sebbene non ce ne rendiamo conto.

Nel filmato successivo abbiamo un altro esperimento in cui si vede come l'aria scalza facilmente l'acqua.



Che cosa osserveremmo se l'aria non ci fosse o ce ne fosse di meno, cioè se la sua forza premente è ridotta?

Nel filmato seguente vedremo che cosa accade alla bottiglia piena mentre viene ridotta l'aria che gli è attorno.

Prima di passare alla prossima diapositiva prova ad immaginare che cosa succederà.

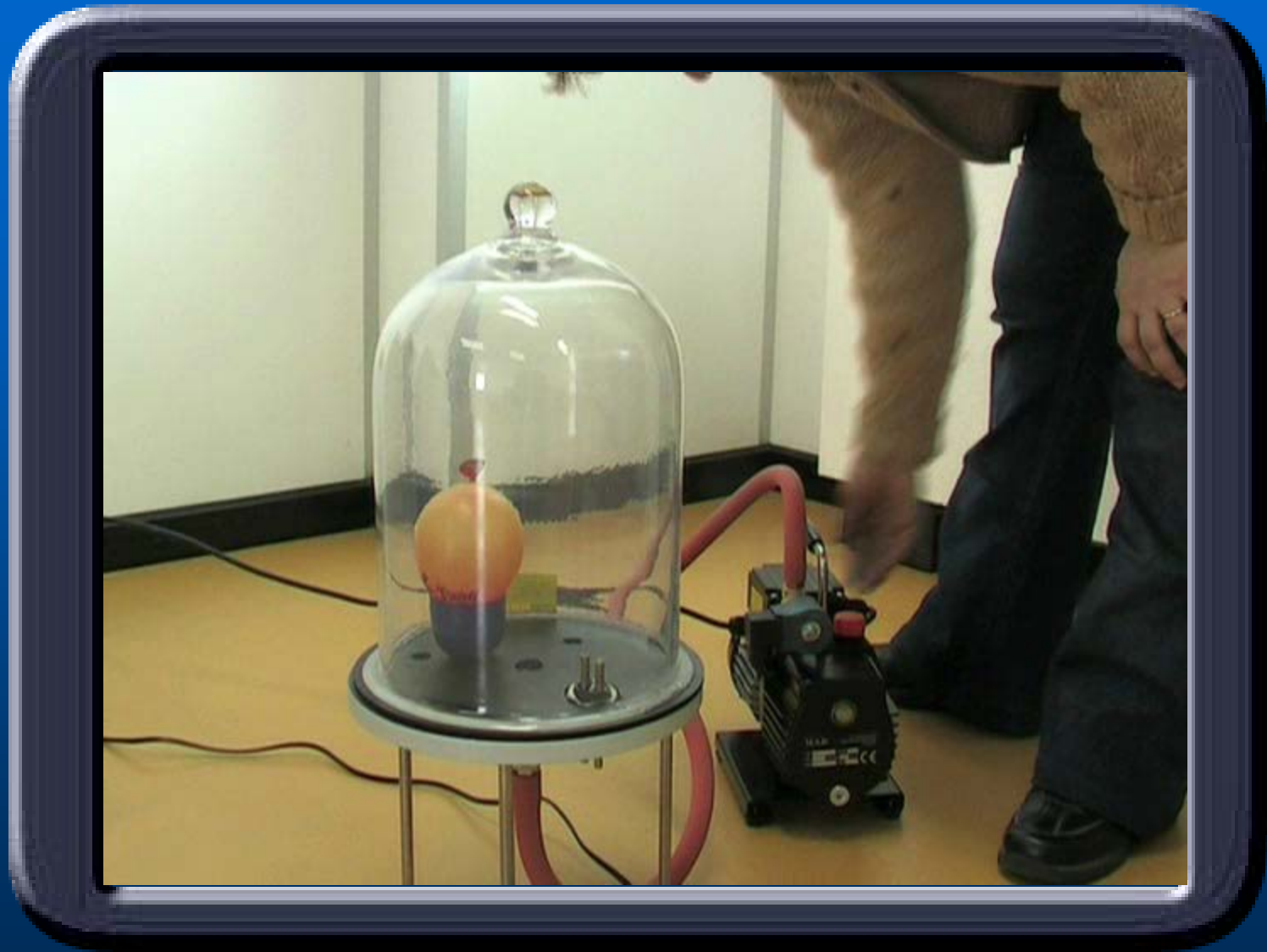


In assenza di aria l'acqua nella bottiglia non è più bloccata e quindi può svuotarsi liberamente.

Anche i palloncini si gonfierebbero di più.

Nel prossimo filmato vedremo un palloncino e della schiuma da barba (entrambi contengono aria) gonfiarsi semplicemente eliminando l'aria che gli sta attorno.





A che temperatura bolle l'acqua?

La domanda precedente è mal posta. Bisogna precisare a che pressione.

Alla pressione di una atmosfera bolle a  $100^{\circ}\text{C}$ . Se la pressione è diversa bollirà a temperature diverse.

Nel filmato successivo vedremo l'acqua bollire alla temperatura ambiente ( $15^{\circ}\text{C}$ ) semplicemente diminuendo la pressione dell'aria. Ciò si ottiene naturalmente rimuovendo l'aria per mezzo di una pompa all'interno di una campana di vetro.



Per effettuare un travaso tra due recipienti di cui uno contiene dell'acqua non è sufficiente collegarli con un tubo.

Infatti l'aria presente nel tubo impedirà il passaggio dell'acqua per cui occorre toglierla preliminarmente.

Infine, uno dei due recipienti deve trovarsi ad una altezza superiore a quello dell'altro, cioè l'acqua deve trovarsi su piani a diverse altezze per permettere alla forza di gravità di spingerla da un punto a quello più in basso.



Il cosiddetto “diavoletto di Cartesio” è un dispositivo in condizione di galleggiamento limite e che a comando varia il proprio volume. Al di sotto di un certo volume la spinta di Archimede non è più in grado di equilibrare il peso ed il dispositivo affonda. Si tratta quindi di un minuscolo sommergibile.

Nel filmato seguente è mostrata una sua realizzazione (con una comune siringa zavorrata) in cui la variazione di volume è comandata attraverso l'aumento di pressione provocato premendo le pareti di una bottiglia quasi piena d'acqua.



# Definizione di importanti grandezze fisiche

---

Peso = massa x accelerazione di gravità

$$P = m g$$

$$[m] = \text{kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$[P] = \text{N} = \text{kg m/s}^2$$

Esempio:

$$m = 1.03 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$P = 1.013 \times 10^5 \text{ N}$$

Densità = massa / Volume

$$\rho = m / V$$

$$[m] = \text{kg}$$

$$[V] = \text{m}^3$$

Esempio:

$$m = 1.2 \text{ kg}$$

$$V = 1.0 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1.2 \text{ kg /m}^3$$

$$\rho \text{ aria (15}^\circ\text{C s.l.m)} = 1,2250 \text{ kg /m}^3$$

## Esempio:

i) Qual è la massa d'aria contenuta in una stanza di dimensioni (8m x 5m x 2,5m)?

ii) Quanto pesa (qual è la forza di attrazione terrestre) la massa precedente?

-----

$$m = \text{Volume} \times (\text{densità aria})$$

$$= (8\text{m} \times 5\text{m} \times 2,5\text{m}) \times 1,225 \text{ kg/m}^3 = 122,5 \text{ kg}$$

$$P = m g = 1201,75 \text{ N}$$

Pressione

$$p = \frac{F}{A} \quad (1)$$

$$[F] = \text{N}$$

$$[p] = \text{N/m}^2 = \text{Pa}$$

$$[A] = \text{m}^2$$

Esempio: Calcolare la pressione sapendo che  $F = 1.013 \times 10^5 \text{ N}$

e  $A = 1.0 \text{ m}^2 \Rightarrow p = 101300 \text{ Pa} = 101,300 \text{ kPa}$

Esempio: La pressione che il nostro peso esercita sulla superficie dei piedi è circa 15 kPa.

Esempio: Quanto vale la forza esercitata dalla pressione atmosferica al l.d.m. sullo schermo di un televisore di 24 pollici (61 cm di diagonale)?

-----  
All'interno del tubo catodico c'è il vuoto.

$$\Delta F = F(\text{esterna}) - F(\text{interna}) =$$

$$= p A = 101300 \text{ Pa} \times 0.186 \text{ m}^2 =$$

$$= 18850 \text{ N} = 18,85 \text{ kN}$$

Equivalente al peso di una massa di 28 persone da 68 kg ciascuno!!!

Se le forze sono **impulsive**, cioè esistono in brevissimi intervalli di tempo, allora la forza  $F$  deve essere dedotta dalla seconda legge di Newton: la forza è pari alla variazione della quantità di moto per unità di tempo:

$$F = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$q$  = quantità di moto (q.m.) = massa x velocità

E quindi possiamo scrivere per la pressione ( $p = F / A$ ):

$$p = \frac{\Delta q}{\Delta t A} = \frac{m}{A} \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2)$$

Esempio:

Una palla di marmo di massa  $m = 2 \text{ kg}$  tocca il suolo con velocità iniziale pari a  $5 \text{ m/s}$ . Un istante dopo l'urto la sua velocità è diretta verso l'alto ma non è cambiata in modulo. Calcolare la forza subita dal pavimento nell'ipotesi che l'urto sia durato  $1/50$  di secondo.

-----  
 $\Delta V = 5 - (-5) = 10 \text{ m/s},$

$$\Delta t = 1/50 \text{ s},$$

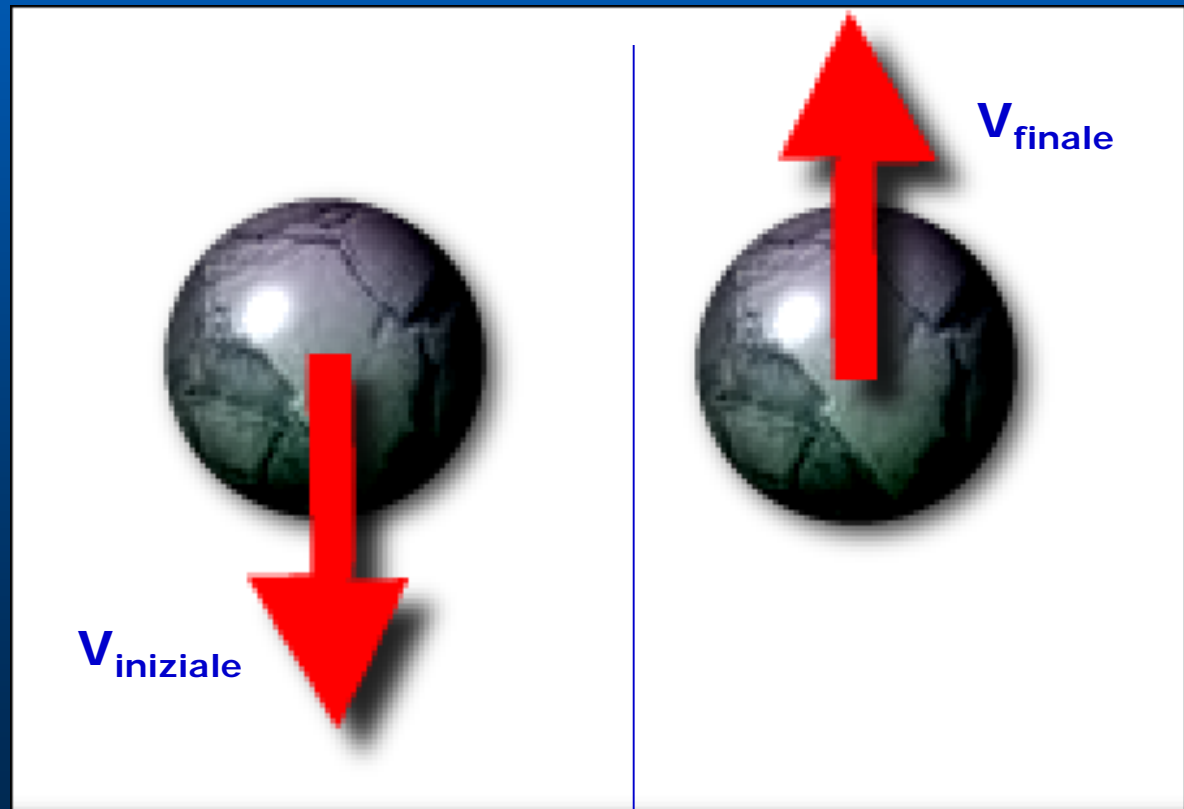
$$m = 2 \text{ kg}$$

$$F = 1000 \text{ N}$$

(pari al peso di un corpo di  $100 \text{ kg}$ )

Se la palla fosse stata ferma sul pavimento avremmo avuto

$$F = mg = 20 \text{ N}$$



Esempio:

Nell'esempio precedente calcolare la pressione esercitata sul pavimento da un chiodo cilindrico di sezione  $A = 0.1 \text{ cm}^2$  se la palla cade proprio sulla testa del chiodo e rimbalza con la medesima modalità.

-----

$$p = F / A = 1000 / 0.1 \times 10^{-4} =$$
$$= 1000 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Pari alla pressione esercitata da 1000 atmosfere!



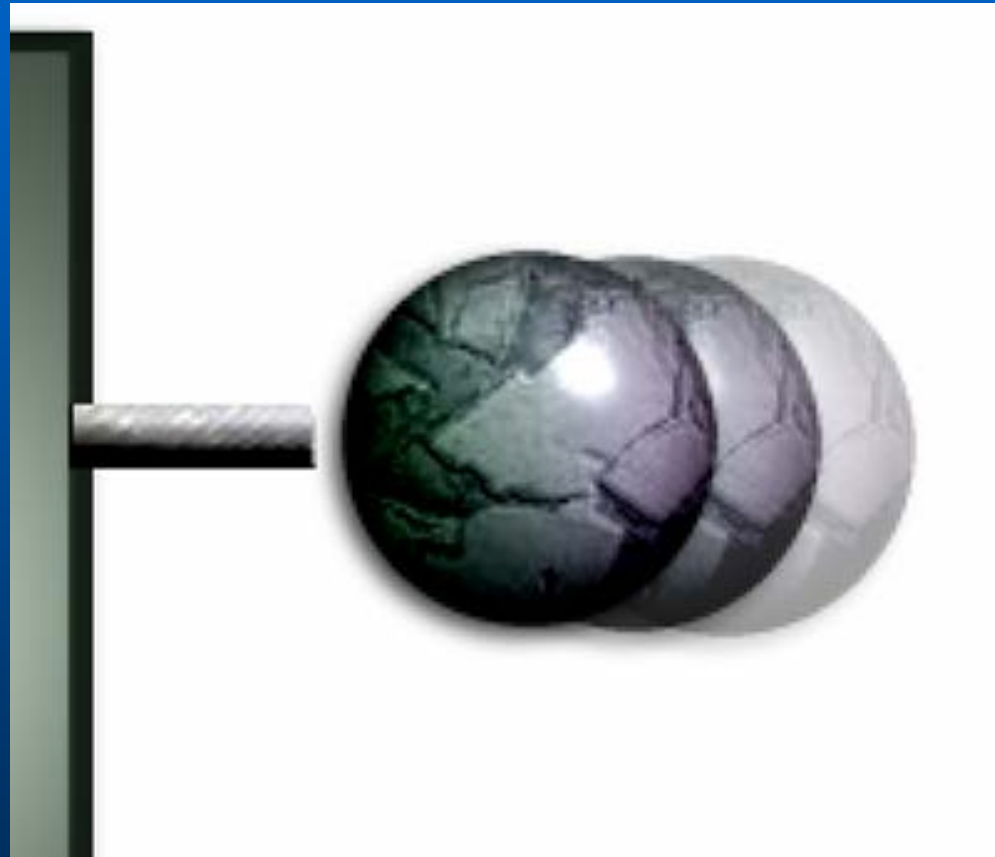
Esempio:

Che cosa accade se la palla dell' esempio precedente colpisce elasticamente il chiodo ma lateralmente?

-----

$$p = F / A = 1000 / 0.1 \times 10^{-4} = 1000 \times 10^5 \text{ Pa}$$

lo stesso risultato.



pressione e peso sono concetti diversi!

# Sperimentiamo la pressione atmosferica

## Ingredienti:

- 1) lattina qualsiasi
- 2) vapore
- 3) acqua fredda

## Preparazione:

riempire la lattina di vapore e quindi riporla nell'acqua fredda.



Che cosa è successo alla lattina?

Centra il peso dell'atmosfera  
soprastante con il fenomeno visto?

Se la stanza fosse stata sigillata e  
separata dall'atmosfera avremmo  
osservato lo stesso fenomeno?

# Peso e Pressione sono concetti diversi!

(altro esperimento ma... “pensato”)

Riempiamo con aria un contenitore rigido e sigilliamolo.

Ad una data altezza il peso del gas è la forza esercitata su di esso dal campo gravitazionale terrestre. Il peso varia con l'altezza.

Ad una data altezza se riscaldiamo il contenitore la pressione dell'aria all'interno aumenterà mentre il peso rimarrà lo stesso.

Se il contenitore viene portato molto lontano dalla terra, l'aria sarà senza peso, ma sarà anche senza pressione?

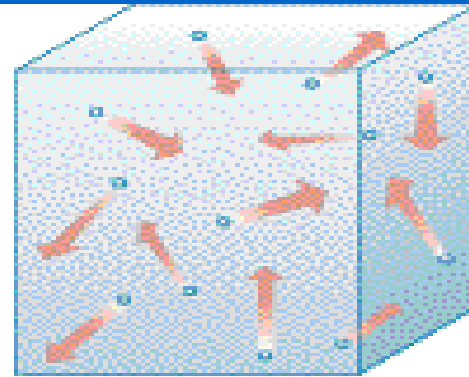
# La pressione atmosferica che misuriamo a che cosa è dovuta?

L'atmosfera è un gas composto da molecole in moto continuo.

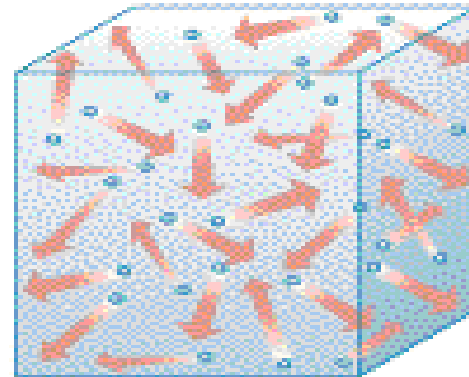
La pressione è quindi dovuta all'azione di moltissime microscopiche forze impulsive esercitate su una superficie.

La Pressione *misurata* è la forza per unità di area esercitata dal gas su un solido o superficie liquida.

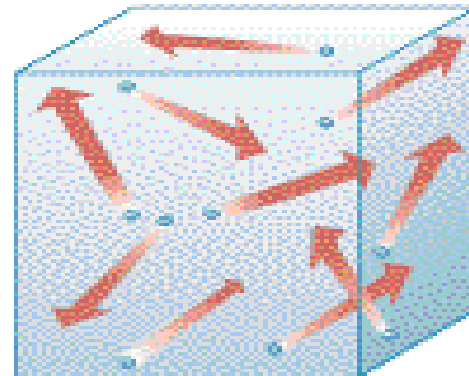
La Pressione in un gas perfetto non ha (quasi) niente a che vedere con gli urti che le molecole compiono tra di loro.



(a)



(b)

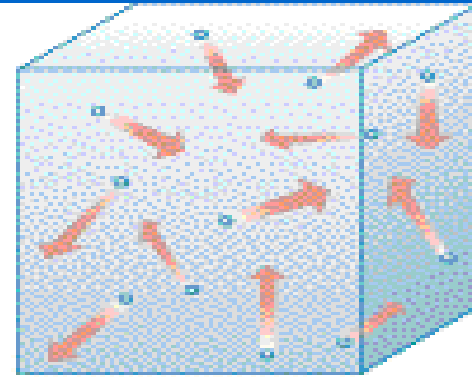


(c)

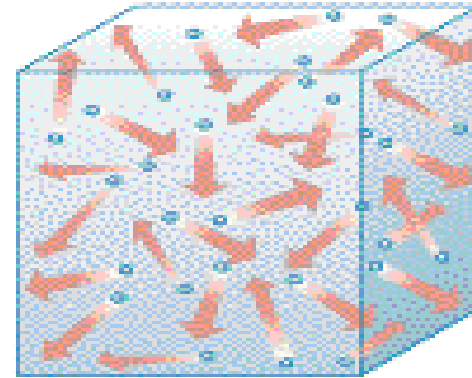
## La pressione atmosferica che cosa è in realtà?

La Pressione, considerata come proprietà del gas (e non sua misura), è la rapidità a cui le molecole trasportano quantità di moto in una data direzione attraverso un'area unitaria perpendicolare a quella direzione (densità di flusso di quantità di moto).

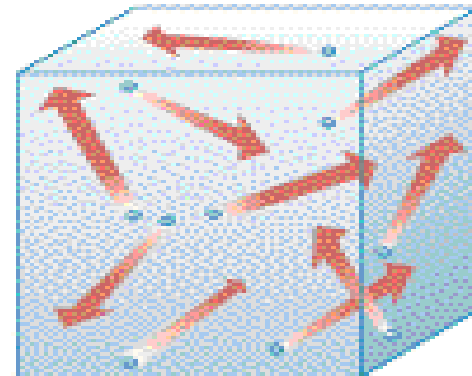
Essa è la stessa indipendentemente dall'orientazione scelta per l'area unitaria. Quindi la pressione è uno scalare.



(a)



(b)

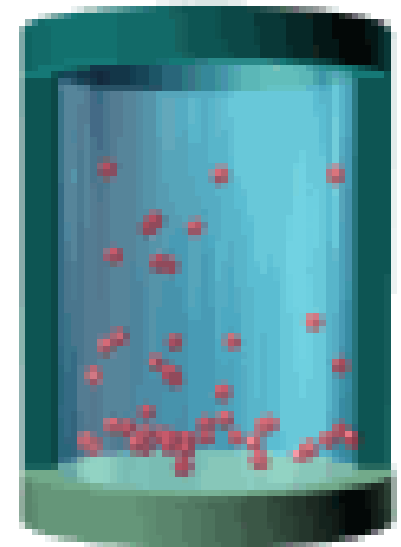
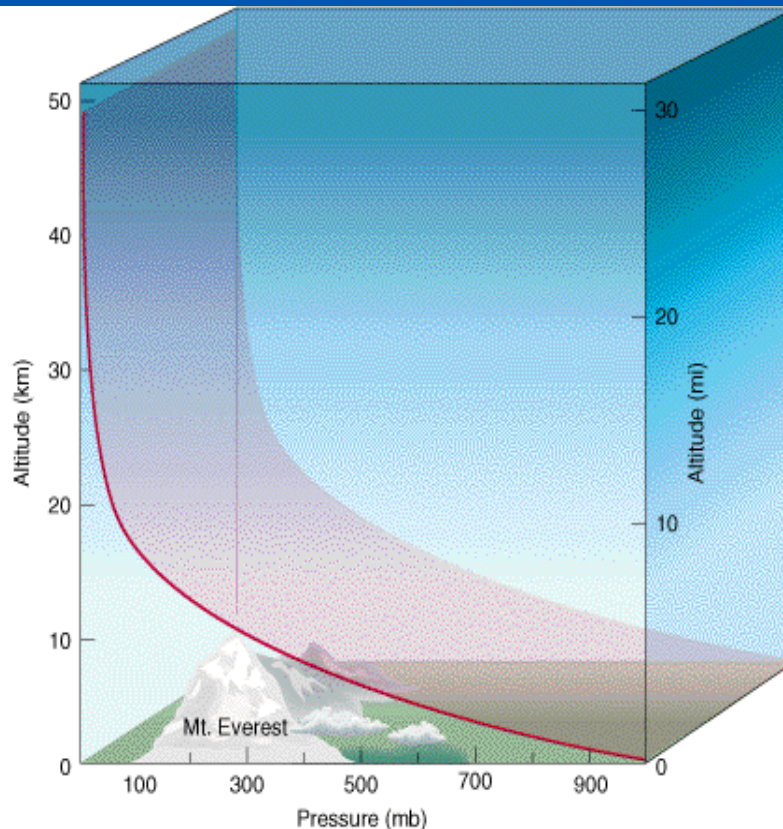


(c)

In atmosfera La Pressione decresce con la quota.

La densità di flusso di quantità di moto è maggiore in prossimità della superficie piuttosto che in alta quota.

La variazione della densità di flusso della quantità di moto è causata da una forza: quella gravitazionale.

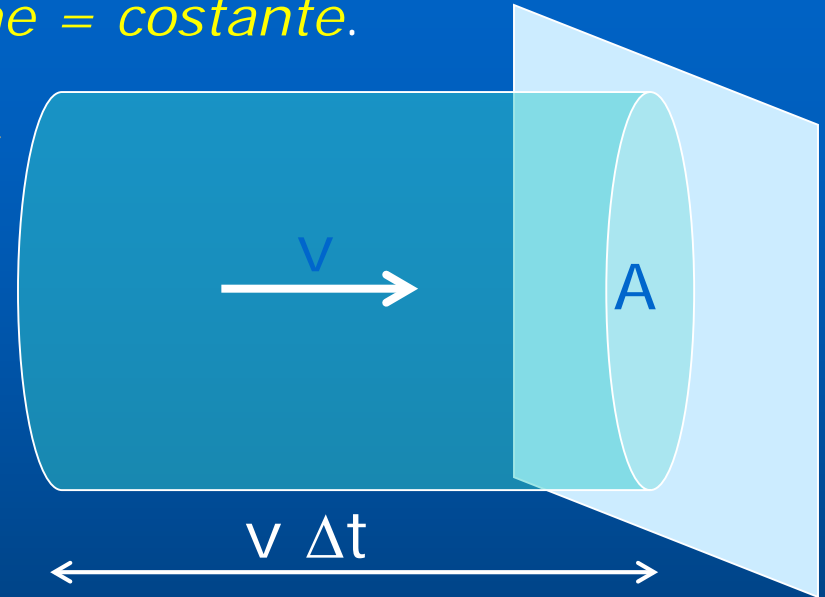


## Alcuni risultati importanti...

Consideriamo un gas le cui molecole si muovono a velocità  $v$  verso una parete. Supponiamo costante nello spazio la densità del gas  $n = \# \text{ molecole in un volume} / \text{volume} = \text{costante}$ .

Quante molecole  $N$  urtano la generica area  $A$  della parete in  $t$  secondi?

$$N = nvtA$$



Quante molecole attraversano l'area  $A$  nell'unità di tempo?

$$\frac{\# \text{ molecole}}{\text{superficie}} = \frac{N}{t} = \frac{nvtA}{t} = nvA$$

## Alcuni risultati importanti...

Quante molecole urtano l'area unitaria nell'unità di tempo?

$$\frac{\# \text{ molecole}}{\text{superficie} \times \text{tempo}} = J = \frac{nv t A}{t A} = nv$$

Se ogni molecola ha massa  $m$ , qual è la massa totale, l'energia cinetica totale e la quantità di moto totale che arrivano sull'unità di superficie nell'unità di tempo?

$$\frac{\text{massa}}{\text{superficie} \times \text{tempo}} = mJ = nvm$$

$$\frac{\text{energia cinetica}}{\text{superficie} \times \text{tempo}} = \frac{mv^2}{2} J = n \frac{mv^3}{2}$$

$$\frac{\text{quantità di moto}}{\text{superficie} \times \text{tempo}} = mvJ = nmv^2$$

## Alcuni risultati importanti...

Se ogni molecola compie un urto ed inverte la direzione della velocità ma lasciando invariato il modulo, quanto vale la variazione totale di quantità di moto per unità di superficie ed unità di tempo trasferita alla parete?

$$\frac{\text{variazione quantità di moto}}{\text{superficie x tempo}} = m[v - (-v)]J = 2nmv^2$$

Quanto vale la **pressione** subita dalla parete?

$$p = \frac{\text{variazione quantità di moto}}{\text{superficie x tempo}} = 2nmv^2$$