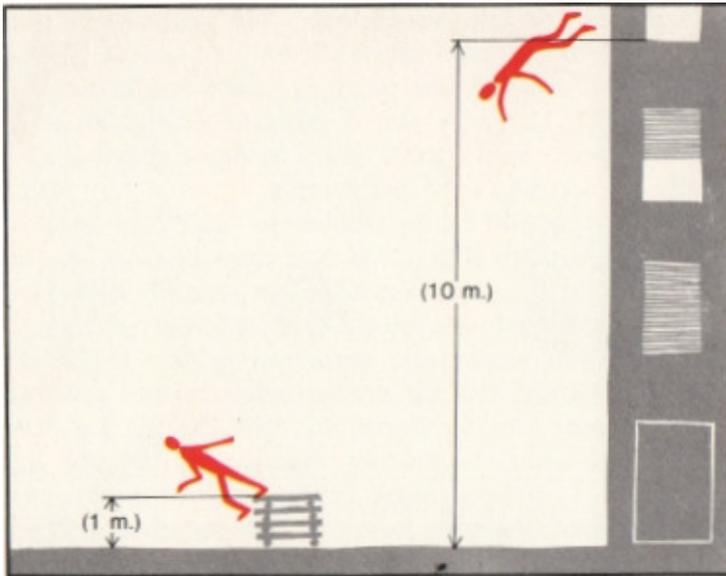


SULLE ORME DI GALILEO

LE GOCCE DI PIOGGIA (PARTE II)

La velocità di una goccia che sta cadendo aumenta o resta uguale?

Se noi lasciamo cadere un sassolino da fermo, questo dapprima non va tanto forte e se arriva sulla testa di una persona da un metro di altezza non le fa molto male; però la velocità di un sassolino che cade aumenta molto rapidamente e se esso colpisce una persona dopo dieci metri di caduta le fa molto più male.



Per fare due conti, seguendo la scoperta di Galileo, l'aumento di velocità di un qualunque grave che cade liberamente (nel vuoto) è di 9,8 m/s, cioè più di 35 km/h, per ogni secondo di caduta e, dato che per cadere per 10 m ci vogliono più di 1,4 secondi, alla fine il sassolino ha acquistato una velocità di più di 14 m/s, ossia di quasi 51 km/h.

Anche noi, se cadiamo da un metro d'altezza non ci facciamo molto male, perché raggiungiamo una velocità di soli 4,4 m/s cioè di quasi 16 km/h, mentre se cadiamo da dieci metri possiamo anche morire, nonostante la presenza dell'aria che rallenta la nostra caduta.

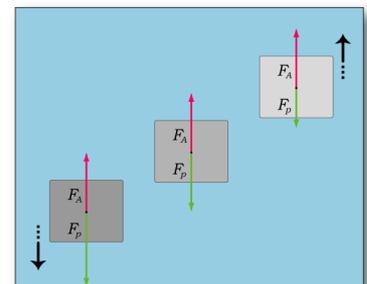
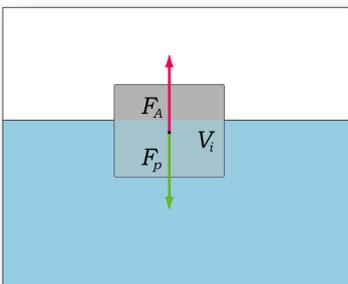
Anche una goccia di pioggia che cada senza perdere acqua per evaporazione, e senza acquistarne per condensazione del vapore che le sta intorno, e quindi senza cambiare di peso (cosa che però capita raramente, e mai in modo completo) acquisterebbe una velocità sempre maggiore. Una goccia di pioggia di raggio 1 mm, dopo una caduta da 1 km d'altezza raggiungerebbe la velocità di 140 m/s, vale a dire più di 500 km/h: ogni pioggia sarebbe un massacro! Per fortuna che c'è l'aria! ☺ In realtà, la velocità è inferiore a 1 m/s, circa 4 km/h...



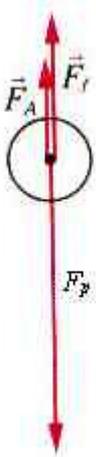
L'azione dell'aria è doppia: da una parte c'è la forza di Archimede, che sarebbe presente anche se le gocce fossero ferme, e dall'altra c'è la resistenza al loro moto, una specie di forza di attrito "viscoso".

Come sappiamo, la forza di Archimede F_A è la spinta che la goccia riceve dal basso verso l'alto, pari al peso del volume V_i di

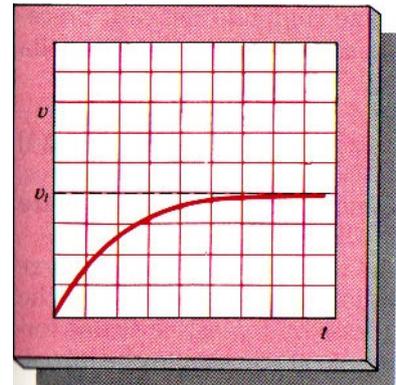
fluido (liquido o gas) spostato (immerso) e nel caso della goccia di pioggia F_A è pari al peso dell'aria spostata. Quindi la differenza tra il peso F_p e la spinta idrostatica F_A è ancora diretta verso il



basso, in pratica è come se la goccia fosse solo un po' più leggera.



La resistenza F_f del fluido (aria) alla caduta è un po' più complicata, perché dipende dalla velocità della goccia. Però accade che da un certo istante di tempo in poi, la somma della forza di Archimede e della resistenza bilanciano esattamente il peso, e dunque la velocità cessa di aumentare. In pratica da quel momento *la velocità non cresce più*, perché con la velocità è aumentata anche la resistenza dell'aria, che frena la caduta. Questa velocità di caduta che resta sempre uguale si chiama "velocità limite" v_l o velocità di regime.



Un paracadutista, da un certo momento in avanti, scende con velocità più o meno uniforme, al punto che può anche regolare la direzione di caduta e collegarsi con altri paracadutisti in questa figura circolare. Ma i quattro uomini fra poco dovranno staccarsi, allontanarsi notevolmente gli uni dagli altri, e ridurre fortemente la loro velocità di caduta, aprendo il loro paracadute.



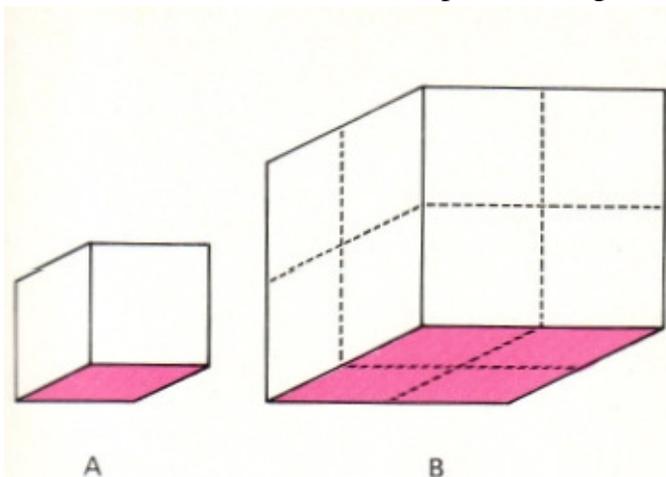
Succede dunque alla goccia qualcosa di simile a quello che capita ad un uomo che si lancia con un paracadute da un aereo; scende, sì, ma con una velocità

abbastanza uniforme; questa velocità limite non è troppo alta, così che l'uomo può arrivare a terra senza farsi troppo male. (Anche un uomo che si lanci *senza* paracadute, da grandi altezze, finirebbe con il raggiungere una velocità che non cresce più, e cioè una velocità limite; ma questa velocità sarebbe così alta che l'uomo, toccando terra, si sfracellerebbe).

Le gocce più piccole raggiungono la loro velocità limite (cioè una velocità di caduta ormai costante) molto prima di quelle più grandi, perciò le loro velocità limite sono più piccole. Continuando il paragone con l'uomo col paracadute, dovrebbe essere il contrario, dov'è l'errore?

Perché le gocce più sono grandi e più cadono velocemente?

Torniamo un momento indietro. Il peso della goccia e la forza di Archimede sono direttamente



proporzionali al suo volume, invece la forza di attrito dipende anche dalla superficie esposta, non sarà questo il nodo della questione? In effetti lo è!

Pensiamo a gocce “cubiche”. Il cubo B è otto volte più grande, quindi otto volte più pesante del cubo A. Però la sua faccia inferiore rosa (e cioè la superficie che può frenare la caduta attraverso l'aria) è divenuta solo quattro volte più grande. Il cubo B, dunque, ha una velocità limite più alta, e perciò cade più in fretta. Ecco perché

una goccia più grossa, e più pesante, cade attraverso l'aria più in fretta di una piccola. Nel caso dell'uomo con il paracadute, il peso cambia di poco mentre la superficie che frena la caduta è aumentata moltissimo, per questo l'uomo col paracadute raggiunge prima la velocità limite e dunque cade più lentamente.

Certe volte però accade che anche l'aria attraverso la quale scendono le gocce sta essa stessa scendendo, è cioè un vento che dall'alto discende velocemente verso terra. Questo capita durante i temporali, e allora le gocce cadono con una grande velocità perché sono trasportate in basso non solo dal loro peso ma anche dal vento. E poiché sono molto veloci, accade allora che, in pochi secondi, ce ne arrivano addosso moltissime, così che, se siamo senza ombrello, ci troviamo di colpo interamente bagnati (contrariamente a quanto accade di solito quando dobbiamo camminare per alcuni secondi sotto la pioggia solita). È in questi casi che si parla di pioggia torrenziale.

Abbiamo così imparato parecchie cose sulle gocce: la loro forma, le loro dimensioni, la loro velocità di caduta. Però restano adesso altre domande, per esempio: <<come e quando si formano le gocce di pioggia?>>.