

La Fisica in Casa

di

Carlo Cosmelli

Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza

carlo.cosmelli@roma1.infn.it

**Esperimento #3 La bottiglia sopra la candela. Argomenti:
Combustione, Ossigeno nell'aria, Respirazione.**

CODICE COLORE: GIALLO

E' necessario accendere una candela, fare attenzione a non svolgere l'esperienza vicino a materiali infiammabili.

Materiale necessario:

Una vaschetta dal fondo piatto

Una bottiglia di vetro dal collo largo

Una candela galleggiante, tipo le candeline scaldavivande.

Cosa si vuole vedere:

Come si alimenta una fiamma ed alcuni degli effetti prodotti.

Come eseguire l'esperimento:

Versare nella vaschetta dell'acqua fino ad un'altezza di 2-3 cm dal fondo (circa 250 cc). Appoggiare sulla superficie dell'acqua la candelina ed accenderla. Capovolgervi sopra il bicchiere e osservare il fenomeno: la fiamma si riduce a poco a poco fino a spegnersi mentre sale il livello dell'acqua nella bottiglia.

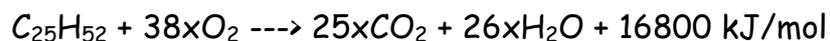
Suggerimenti ed astuzie:

Lo stoppino della candela deve essere abbastanza lungo. Se fosse troppo corto tenderebbe a spegnersi appena la quantità di ossigeno nella bottiglia diminuisse.

Approfondimento:

Questo esperimento consente di verificare due importanti aspetti della combustione, ovvero della reazione chimica in cui un "combustibile" ha una reazione chimica con un "comburente" e come risultato si ha produzione di calore, oltre ai prodotti della combustione. In genere, il comburente è l'ossigeno che sta nell'aria. Spesso questa reazione avviene ad alta temperatura (la candela che brucia, un camino, il motore a scoppio, ma non sempre (la respirazione umana è una combustione di glucosio e ossigeno a bassa temperatura, senza fiamma).

Il fuoco non è altro che una delle manifestazioni della combustione che in questo esperimento avviene tra il materiale di cui è fatta la candela (una sostanza detta paraffina, la cui formula è $C_{25}H_{52}$) e l'ossigeno dell'aria:



La reazione quindi consuma l'ossigeno dell'aria per produrre anidride carbonica e acqua che vengono rilasciati sotto forma di gas ed una gran quantità di energia che viene rilasciata sotto forma di luce e di calore (16800 kJ/mole).

Allo stesso modo possono bruciare materiali diversi (legno, carta, eccetera), ma in questo caso la reazione inizia solo se provocata con un innesco.

In quanto all'esperienza presentata, la salita dell'acqua all'interno della bottiglia è dovuta alla diminuzione della pressione che si crea nella bottiglia rispetto a quella esterna (la pressione atmosferica $\cong 1000$ mbar). Così l'acqua viene spinta all'interno del bicchiere per compensare il calo di pressione che si verifica in seguito al consumo di ossigeno dell'aria, dal momento che la pressione dipende dal numero di molecole presenti e quindi diminuisce man mano che l'ossigeno viene consumato dalla fiamma. In un secondo momento, quando la fiamma si spegne, interviene anche il raffreddamento dell'aria che causa una ulteriore diminuzione della pressione. Questa diminuzione provoca quindi un ulteriore salita dell'acqua nella bottiglia. Tale effetto è lo stesso che si osserva durante la preparazione di confetture, dove il "sottovuoto" che garantisce una corretta conservazione del prodotto viene realizzato per raffreddamento graduale dell'aria presente nel barattolo, che era stato chiuso mantenendolo ad alta temperatura per la sterilizzazione.

Osservazioni ed altre misure possibili:

Osservando attentamente il fenomeno si possono osservare tre fasi distinte:

a) All'inizio esce dell'aria da sotto la bottiglia: è l'aria all'interno della bottiglia che viene scaldata non appena si copre la candela. Scaldandosi aumenta di volume ($pV=nRT$) ed esce fuori.

b) La candela comincia a bruciare l'Ossigeno, la pressione del gas nella bottiglia diminuisce, e l'acqua sale.

c) L'Ossigeno finisce, la candela si spegne, ma l'acqua continua a salire ancora per qualche secondo. In questa fase l'aria rimasta nella bottiglia si sta raffreddando, quindi diminuisce ulteriormente il fattore pV (pressione e Volume), e l'acqua sale ancora fin quando la pressione interna più quella dovuta alla colonna di acqua che è salita non eguagliano la pressione esterna.

Se si utilizza un bicchiere graduato, ovvero con una scala di capacità impressa sulla parete, è possibile misurare il volume "guadagnato" dall'acqua nella sua risalita. Questo corrisponde al volume di ossigeno consumato, quindi, rapportato al volume di testa totale consente di ricavare la percentuale di ossigeno presente nell'aria.

Inoltre, noto il volume di una mole di ossigeno (che se si comportasse come un gas ideale sarebbe di 24,80 L/mole a $25^\circ C$ e alla pressione atmosferica) è possibile ricavare il numero di moli di ossigeno consumate e quindi il numero di moli (e la massa in g) di paraffina consumata.

(NB Il calcolo del volume molare dell'O₂ implica la risoluzione di un'equazione di terzo grado)

IDEE PER FARE QUALCOSA DI PIU'

Si può provare a misurare quanto siamo efficienti quando respiriamo. Si può procedere così:

1) Si ripete più volte la misura fatta nel caso precedente per misurare le percentuali di Ossigeno nell'aria. Se viene più o meno lo stesso valore ($\pm 10\%$) va bene, altrimenti vuol dire che si stanno cambiando alcune condizioni in maniera non controllata e non ha senso proseguire.

2) Si prende una cannuccia e si soffia dentro la bottiglia, in maniera da riempirla dell'aria che esce dai nostri polmoni. Si ripete l'esperimento e si misura quanto Ossigeno c'era nell'aria. L'esperimento non è semplice, provate varie tecniche di riempimento della bottiglia: conviene tenerla verticale, o con l'apertura verso il basso? Siete sicuri di avere veramente sostituito l'atmosfera con l'aria uscita dai vostri polmoni?

Esperienza # 4 : Latte e Sapone

Argomento : **PROPRIETA' DELLE MOLECOLE**, interazione fra grassi, acqua e sapone.

Materiale necessario:

- una vaschetta tonda di media grandezza, o un piatto fondo.
- latte intero.
- diversi (due, tre) coloranti in soluzione acquosa. Nei supermercati si trovano coloranti alimentari già pronti, o da sciogliere nell'acqua.
- sapone liquido.
- un bastoncino con del cotone agli estremi.

Cosa si vuole vedere:

Si vuole verificare il comportamento delle diverse molecole che costituiscono il latte in presenza di una molecola "estranea" (il sapone). Il colorante serve solo a visualizzare quello che succede.

Come eseguire l'esperimento:

Versare un po' di latte nella vaschetta in modo da coprire completamente il fondo. Aspettare che il latte sia fermo. Aggiungere una piccola goccia di ciascuna soluzione di colorante, facendo attenzione a posizionare le gocce in prossimità del centro, senza provocare alcuna agitazione del liquido. Toccare con il cotone la superficie del latte al centro ed osservare la reazione delle gocce di colorante. Impregnare l'estremità ancora pulita del bastoncino di cotone di sapone liquido e tornare a toccare la superficie del latte fra le gocce. Osservare nuovamente la reazione delle gocce di colorante. Le gocce si allontanano immediatamente dal bastoncino di cotone, e vanno verso il bordo esterno del piatto.

Suggerimenti ed astuzie:

E' opportuno depositare le gocce di colorante per mezzo di una pipetta ben pulita, come quelle che si trovano nei flaconcini di gocce.

Approfondimento

Questa esperienza mette in luce il comportamento chimico completamente diverso delle varie molecole che coesistono nel latte; esso è costituito principalmente da acqua in cui sono disciolte molte sostanze diverse quali proteine, vitamine, zuccheri e sali minerali e in cui si trovano sospese numerose goccioline di grasso. Il mescolamento del grasso con l'acqua è garantito dalla caseina, una proteina che, essendo in grado di stabilire legami tra l'uno e l'altra, esplica un'azione emulsionante trattenendo il grasso nell'acqua. Pertanto pur avendo proprietà chimiche molto diverse, tali molecole sono organizzate in una rete di legami: nel momento in cui si perturba il sistema toccando la superficie con il tamponcino di cotone asciutto, questa struttura viene disturbata, per cui si osserva il momentaneo allontanamento delle particelle di colore dal punto della

perturbazione e il loro riavvicinamento successivo. L'aggiunta del sapone rappresenta un'azione ancora più invasiva, in quanto introduce le molecole di sapone che hanno la capacità di legarsi ad alcune delle molecole presenti nel latte. Così i legami esistenti tra le molecole del latte vengono rotti e ciascuna molecola si ritrova libera di muoversi e di spostarsi, come si vede dal comportamento delle macchie di colore sulla superficie del latte. Nel nostro caso si produce una separazione tra la parte acquosa, contenente proteine, vitamine e zuccheri e la parte grassa, che come conseguenza viene spinta verso l'esterno. Il moto delle molecole prosegue finché non si ristabilisce un equilibrio fra le molecole del sapone, quelle di acqua, di grasso ecc... Se si aumentasse la quantità del sapone, il sapone tenderebbe ad organizzarsi in strutture chiamate micelle che, restando sciolte in acqua, sono in grado di inglobare le particelle di grasso.

Altre misure possibili:

La stessa esperienza può essere ripetuta con una vaschetta contenente sola acqua: in questo caso all'aggiunta dei coloranti, si osserva la loro lenta diffusione in tutto il volume del liquido e la perturbazione del sistema non produce alcun effetto particolare, se non l'alterazione della tensione superficiale dell'acqua assicurata dalla rete di legami tra le molecole d'acqua. Per valutare il ruolo delle particelle di grasso sarebbe utile poter avere a disposizione del latte a diverso contenuto di grassi (0%, 1%, 2%, eccetera). In questo caso si osserverebbe come man mano che diminuisce il contenuto di grasso, diminuisce il movimento del colorante. Eseguendo l'esperimento con olio vegetale in acqua, si vedranno le goccioline di olio allontanarsi rapidamente dal batuffolo di cotone imbevuto di sapone.

Esperienza #6 : ACQUA CALDA ED ACQUA FREDDA

Codice colore: Giallo (Servono due persone per non versare troppa acqua per terra)

Argomento: Densità dell'acqua in funzione della temperatura, correnti marine.

Materiale necessario:

- Due bottiglie di vetro uguali
- Due coloranti alimentari diversi (blu e giallo per esempio).
- Un cartoncino plastificato

Cosa si vuole vedere:

Come avviene la diffusione dell'acqua calda in quella fredda dovuta alla relativa differenza di densità.

Come eseguire l'esperimento:

Riempire fino all'orlo una delle due bottiglie con acqua fredda e aggiungerci del colorante blu; riempire allo stesso modo l'altra bottiglia con acqua calda e aggiungerci il colorante giallo. Poggiare il cartoncino sulla bocca della bottiglia piena di acqua fredda e trattenerla bene con le mani, affinché il liquido non esca. Facendo attenzione a non versare l'acqua, capovolgere la bottiglia e collocarla esattamente sopra la bocca della bottiglia dell'acqua calda. Si dovrà tenere con una mano la bottiglia dell'acqua fredda e con l'altra la carta plastificata; estrarre con cautela, per non versare l'acqua, ma con decisione il cartoncino tra le due bottiglie ed assicurarsi che le due bocche rimangano esattamente una sopra l'altra. Eventualmente eseguire l'operazione in due: una persona tiene la bottiglia inferiore e l'altra quella superiore.

Tenere bene ferme le due bottiglie. Se fossero bottiglie a collo largo (tipo conserva di pomodoro) possono essere lasciate perché rimangono in equilibrio una sopra l'altra; se fossero bottiglie normali con il collo stretto è necessario continuare a tenerle con le mani altrimenti quella sopra cade.

Osservare l'evoluzione del sistema.

Ciò che si osserva è un progressivo mutamento di colore dell'acqua nella bottiglia sottostante, che da gialla assume un'accentuata colorazione verde, che scende gradualmente verso il fondo della bottiglia. Allo stesso tempo rimane inalterato il livello di liquido nella bottiglia soprastante. Intanto il colore blu della bottiglia che sta sopra comincia a virare in verde, dopo vari minuti tutte e due le bottiglie avranno assunto lo stesso colore verde.

Suggerimenti ed astuzie:

E' una esperienza che richiede una discreta manualità per non versare tutta l'acqua per terra. Si consiglia di utilizzare bottiglie di medie o piccole dimensioni e con la bocca abbastanza stretta, altrimenti si rischia di versare involontariamente una gran

quantità d'acqua. Una alternativa è di trovare un tubo di gomma o di plastica (tipo i tubi per innaffiare) di diametro tale da poter essere infilato sul collo delle bottiglie; se ne taglia un pezzetto di circa 5-6 cm, se ne infilano 3-4 intorno al collo della bottiglia inferiore, e quando si capovolge la bottiglia con l'acqua fredda si infila la bottiglia nel pezzetto di tubo che sporge. Poi si abbassa la bottiglia in modo da far toccare le due estremità di vetro delle bottiglie. L'acqua calda non deve essere bollente, per non scottarsi, è sufficiente l'acqua che esce da uno scaldabagno molto caldo. Per l'acqua fredda va bene quella che esce dal rubinetto. L'ottimo si ha con acqua di frigorifero (circa 4 °C), quindi se c'è la possibilità eseguirla con dell'acqua gelata.

La coppia di coloranti può essere qualunque, l'esperienza viene meglio utilizzando una coppia il cui miscuglio dà un colore ben differente dai due di partenza.

Approfondimento

Ciò che regola il movimento dell'acqua fredda rispetto all'acqua calda è la diversa densità dell'una e dell'altra, ed il fatto che tutto il sistema si trova immerso nel campo gravitazionale terrestre; infatti l'acqua fredda ha una maggiore densità rispetto all'acqua calda (la maggiore densità dell'acqua si ha ad una temperatura di circa 4 °C), per cui tende a scendere verso il basso, mentre si forma una corrente d'acqua calda che va a sostituire lo spazio lasciato dall'acqua fredda. In questo modo si crea un moto convettivo, in cui si combinano il moto verso il basso dell'acqua fredda e il moto ascensionale dell'acqua calda. L'acqua contenuta nella bottiglia sottostante si colora sempre più di verde, per il mescolamento del colore giallo con il blu dell'acqua fredda, il che dimostra che effettivamente l'acqua fredda sta scendendo invadendo lo spazio dell'acqua calda, che a sua volta comincia a salire verso la bottiglia soprastante. La colorazione verde si espande sempre di più perché il moto convettivo che si crea continua a cicli successivi finché non si stabilisce il completo equilibrio termico, con un unico fluido tutto alla stessa temperatura e densità.

Questo meccanismo sta alla base di numerosi fenomeni naturali, quali il movimento delle correnti marine, la formazione dei venti, la creazione di moti convettivi nell'atmosfera che danno luogo a temporali quando si scontrano masse di aria calda e masse di aria fredda. Il moto della Corrente del Golfo, che parte dal Golfo del Messico ed arriva fino al nord della Norvegia è dovuto fra l'altro al moto di grandi masse di acqua a densità differente.

Altre misure possibili:

Si può eseguire lo stesso esperimento invertendo le posizioni delle due bottiglie: in questo caso la bottiglia con l'acqua calda si troverà sopra la bottiglia dell'acqua fredda e si osserverà che all'inizio non si verifica alcun mescolamento di colore, dal momento che l'acqua fredda, di densità maggiore, tende a stare in basso, mentre l'acqua calda avendo densità minore non riesce a diffondere verso il basso e rimane confinata nella bottiglia soprastante. Il fenomeno in realtà avverrà lo stesso, essendo in ogni caso i due fluidi in contatto termico, ma in tempi molto più lunghi. Infatti in questo caso la

trasmissione del calore avverrà quasi tutta per conduzione e non per convezione come nel caso precedente.

Una misura possibile è data dal tempo necessario per avere un mescolamento quasi completo nei due casi presentati. Si può vedere quindi la differenza fra la conducibilità per convezione e quella per conduzione, (nel sistema in esame).

Esperienza #7 : Due Pendoli

Codice colore: VERDE

Argomento: Pendoli accoppiati, trasferimento di energia fra sistemi oscillanti, l'altalena, il crollo del ponte di Tacoma Narrows.

Materiale necessario:

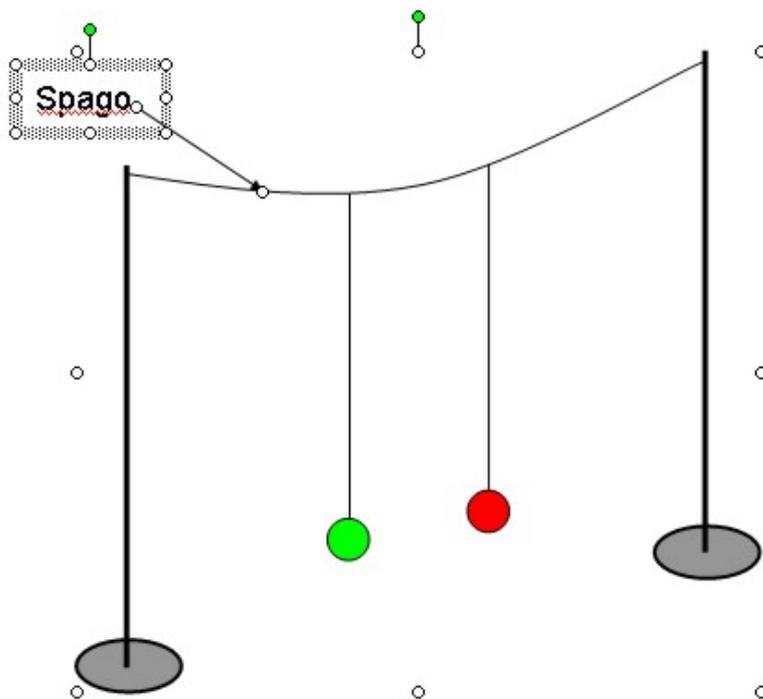
- Due pendoli (una massa attaccata ad uno spago lungo circa 40-50 cm) uguali.
- Un pezzo di spago lungo circa 60-80 cm.

Cosa si vuole vedere:

Come avviene il trasferimento di energia fra due sistemi oscillanti.

Come eseguire l'esperimento:

Si costruiscono i due pendoli. Come masse si possono prendere due grandi bulloni, o due palline di piombo del tipo che si comprano nei negozi di pesca. Non è necessario che siano molto pesanti, qualche decina di grammi va bene. Si attaccano ad un pezzo di spago sottile. Poi si attaccano ad un pezzo di spago che verrà messo orizzontalmente. La distanza può essere di circa 15 cm.



Bisogna partire da una condizione in cui i due pendoli sono immobili, e non stanno oscillando.

Si metta uno dei pendoli in oscillazione spostandolo dalla posizione di equilibrio e poi lasciandolo andare. E' importante che la direzione dell'oscillazione sia perpendicolare al filo orizzontale che regge i pendoli. Dopo un po' si noterà che il primo pendolo diminuisce l'ampiezza di oscillazione, mentre quello che inizialmente era fermo comincia ad oscillare. Vi sarà un momento in cui il primo pendolo è completamente fermo, mentre il secondo oscilla con la sua massima ampiezza. Quindi il processo ricomincia: il primo pendolo oscilla sempre di più, mentre il secondo diminuisce l'ampiezza della sua oscillazione, fino a fermarsi. Questo processo in cui l'energia si trasferisce da un pendolo all'altro continua fin quando a causa dell'attrito (dell'aria, dello spago, dei supporti...) tutta l'energia iniziale si sarà trasformata in calore.

Suggerimenti ed astuzie:

Perché l'esperimento riesca bene è importante che le lunghezze dei due pendoli siano uguali. Infatti se le lunghezze fossero differenti, i periodi di oscillazione sarebbero differenti ed il trasferimento di energia non sarebbe completo, cioè uno dei due non sarebbe mai completamente fermo. Quindi è importante anche che le due masse siano il più possibile identiche ed attaccate al filo nello stesso punto. Nota: la massa non cambia il periodo di oscillazione, ma masse differenti avrebbero dimensioni differenti, e dato che la lunghezza del pendolo tiene conto non solo del filo, ma anche delle dimensioni della massa appesa, ne risulterebbe un periodo leggermente differente. E' importante anche che il filo orizzontale non sia né troppo teso, né troppo lento. L'ideale è che il punto più basso sia di 1-2 cm sotto i punti in cui è sospeso.

Approfondimento

Il sistema realizzato (due pendoli accoppiati) è un sistema molto studiato in fisica, dato che rappresenta un buon modello per un'infinità di sistemi reali, naturali o artificiali. Uno studio che può essere fatto a tutti i livelli (dallo studente di scuole medie fino allo studente universitario) è quello di determinare come si comporta il sistema in funzione dei parametri iniziali. Di base il sistema è caratterizzato solo da due numeri:

- 1) il periodo di oscillazione dei pendoli (supposti identici).
- 2) l'accoppiamento fra i due. L'accoppiamento in questo caso è determinato dalle caratteristiche dello spago fra i due pendoli (quanto è lungo, quanto è grande, la sua tensione, la distanza dai punti in cui è fissato...) ed è abbastanza difficile da misurare. Tuttavia si possono fare varie misure variando per esempio la distanza fra i due pendoli. La grandezza da misurare che caratterizza il sistema dei due pendoli accoppiati, è il periodo dei "battimenti", cioè il tempo che impiega il sistema trasferire l'energia dal primo pendolo al secondo e viceversa.

Altre misure possibili:

Provare a misurare la costante di accoppiamento variando le condizioni di accoppiamento dei due pendoli:

- ❖ Il tipo di spago
- ❖ La sua lunghezza
- ❖ La distanza fra i pendoli
- ❖ La tensione dello spago
- ❖

Provare a realizzare un sistema di più pendoli accoppiati (3-4-...) e vedere cosa succede. In questo caso è importante che la distanza fra i pendoli sia il più possibile uguale per tutte le coppie.

E se ne mettessi un numero infinito di pendoli su di uno spago infinito (molto lungo)?

Esperienza #8 : Palline che rimbalzano

Codice colore: VERDE

Argomento: Urti elastici, trasferimento di energia e di quantità di moto.

Materiale necessario:

- Una pallina da ping pong.
- Una pallina di gomma dura più grande di quella da ping pong.

Cosa si vuole vedere:

Cosa succede nell'urto di due sistemi elastici con masse molto differenti.

Come eseguire l'esperimento:

Si prende la pallina da ping pong e la si mette sopra quella di gomma, tenendo le due palline ferme con le due mani.

Si lasciano cadere le due palline per terra o sul tavolo facendo attenzione a lasciarle contemporaneamente, ed a fare in modo che la pallina da ping pong rimanga sempre sopra quella di gomma (senza scivolare di lato mentre cade). Le due palline devono arrivare a toccare il pavimento (o il tavolo) rimanendo una sopra all'altra.

Si potrà vedere che la pallina da ping pong rimbalza ed arriva molto più in alto del punto da cui era partita. Anche molti metri se era stata lasciata cadere da circa un metro di altezza.

Suggerimenti ed astuzie:

Perché l'esperimento riesca bene è importante che le palline urtino la superficie dura (il pavimento o il tavolo) quando ancora sono esattamente una sopra all'altra. Serve un po' di esperienza e di manualità. Se non ci si riesce provare più volte, o diminuire la distanza di caduta (facendole cadere su di un tavolo per circa 10-15 cm è sicuramente più facile). E' importante anche che la superficie su cui cadono sia la più dura possibile, altrimenti una parte dell'energia acquistata dalle palline nella caduta viene ceduta alla superficie (e si trasforma in calore).

Approfondimento

Questo è ciò che succede, supponiamo che le due palline siano lasciate cadere sul piano di un tavolo:

- ❖ Le due palline arrivano insieme sul piano del tavolo, quindi hanno la stessa velocità, ma la loro energia è molto differente. L'energia (cinetica) infatti, è proporzionale alla massa ed al quadrato della velocità.

- ❖ La massa grande tocca la superficie del tavolo e, essendo molto elastica, rimbalza verso l'alto con una velocità uguale (è cambiata solo la direzione) a quella con cui è arrivata a toccare il tavolo.
- ❖ A questo punto urta la pallina da ping pong, e gli cede gran parte della sua energia che era molto maggiore di quella che aveva la pallina da ping pong (molto leggera).
- ❖ Quindi la pallina da ping pong viene come "sparata" verso l'alto, ed arriva ad una altezza molto maggiore di quella da cui era partita, avendo ricevuto un bel po' di energia dalla pallina di gomma.
- ❖ La pallina di gomma invece rimbalza molto poco, avendo ceduto parte della sua energia alla pallina da ping pong.

I dettagli su quanta energia viene trasferita dalla pallina di gomma a quella da ping pong si possono ricavare scrivendo le relazioni che descrivono la dinamica del sistema. Nell'approssimazione di urti perfettamente elastici (cioè non si perde energia in calore), e di moto perfettamente verticale (le due palline rimangono sempre esattamente sulla verticale, bisogna scrivere la legge di conservazione dell'energia e la legge di conservazione della quantità di moto per l'intero sistema: pallina piccola, pallina grande, tavolo. I dati che servono sono: le masse delle due palline, e l'altezza da cui cadono.

Questa è un'approssimazione, la descrizione completa del processo è, come spesso avviene, molto più complicata e coinvolge altri parametri.

Esperienza #8 : Buchi nelle bolle di sapone

Codice colore: VERDE

Argomento: Tensione superficiale, simmetrie, il principio dell'energia minima.

Materiale necessario:

- Miscela per fare le bolle di sapone, quanto basta per coprire completamente il telaio (vedi dopo).
 - Ecco un esempio di miscela, in rete ce ne sono molte altre:
 - 1 parte di sapone liquido per piatti.
 - 2 parti di glicerina liquida.
 - 3 parti di acqua (se quella del rubinetto avesse molto calcare usare acqua minerale con poco residuo fisso).
 - $\frac{1}{2}$ cucchiaino di zucchero (opzionale, servirebbe solo a dare più iridescenza, ma non l'ho ancora verificato).
 - Scaldare leggermente, mescolare bene, e lasciare riposare una notte.
- Un telaio metallico tondo o quadrato o della forma che volete, basta che sia piano, di circa 10-15 cm di lato, con un manico per reggerlo.
- Una teglia, o una pirofila, con il fondo piatto in cui mettere il telaio.
- Filo per cucire; fare un anello di circa 3-5 cm di diametro.

Cosa si vuole vedere:

Come agisce la tensione superficiale del liquido, e quale è la posizione di equilibrio raggiunta dal sistema. In generale come evolve un sistema fisico verso lo stato di energia minima.

Come eseguire l'esperimento:

Versare la soluzione di sapone nella teglia, quindi immergere il telaio metallico, che deve risultare completamente coperto dal liquido.

Tirare lentamente fuori il telaio dal liquido, alla fine si avrà il telaio con una pellicola di sapone che copre la superficie limitata dal bordo del telaio.

Prendere l'anello di filo, bagnarlo con il sapone immergendolo un momento nella soluzione, e poggiarlo delicatamente sulla superficie saponata in mezzo al telaio. Il telaio nella fase iniziale va tenuto orizzontale, una volta poggiato il filo lo si può inclinare, e si vedrà il filo andare in giro per il telaio.

Prendere una cosa appuntita (una penna, un pezzetto di legno, uno stecchino) e bucare la lamina di sapone in mezzo al filo.

Il filo, che prima aveva una forma qualunque e poteva essere deformato facilmente, assumerà una forma perfettamente circolare.

Suggerimenti ed astuzie:

- Intorno al telaio conviene avvolgere del filo leggero. Serve ad aumentare la quantità di sapone raccolta dal telaio ed a mantenere la lamina più a lungo prima che scoppi.
- Se il telaio è grande è facile rompere la lamina mentre si solleva il telaio dal sapone. Un accorgimento per evitare la rottura può essere di alzare il telaio tenendolo inclinato, quasi verticale, rispetto al piano del sapone. Così facendo l'eccesso di sapone della lamina che si sta formando scorre via e non appesantisce tutta la lamina.

Approfondimento

Quello che succede è dovuto alla tensione superficiale della lamina, che agisce su tutta la superficie, ed in particolare su tutti i lati che delimitano la lamina, con una direzione che è perpendicolare alla linea di separazione lamina/esterno, con il verso diretto dall'esterno verso il liquido. Prima di bucare il centro del filo la tensione superficiale agisce solo sui lati del telaio, ma i lati metallici sono rigidi e quindi non vengono deformati. Il filo, avendo la lamina saponata da tutte e due le parti, non risente di nessuna forza. Quando buchiamo la lamina la centro del filo, ogni tratto di filo si trova a d avere l'aria da una parte, e la lamina dall'altra. Dato che il filo è flessibile viene "tirato" verso l'esterno dalla tensione superficiale e si deforma. Il fatto che il filo assume una forma circolare può essere spiegato in varie maniere ed a vari livelli di complessità:

- ❖ Per ragioni di simmetria: il filo viene "tirato" verso l'esterno dalla tensione superficiale. Quindi non c'è ragione perché il filo possa assumere una forma non simmetrica (un quadrato, un triangolo o una qualunque forma irregolare). Deve disporsi secondo una circonferenza; non c'è nessuna asimmetria nel sistema (nella forza che lo tira o nella sua geometria) perché assuma una qualunque altra forma.
- ❖ Per ragioni energetiche: la lamina saponata è come una lamina elastica tesa, che, se libera di muoversi, tende a restringersi. Questo comportamento è dovuto al principio dell'energia potenziale minima, secondo cui ogni sistema fisico tende ad assumere lo stato in cui la sua energia potenziale è minima. Nel caso dell'energia potenziale di una lamina (o di un qualunque liquido) dovuta alla tensione superficiale, si ha che l'energia è proporzionale alla superficie del liquido. Quindi lo stato con energia minima è quello che ha superficie minima. Nel nostro caso quindi la minima superficie della lamina è quella per cui è massima la superficie del "buco" limitato dal filo. E la massima superficie, dato un perimetro fisso (la lunghezza del filo), è la circonferenza. Questo fatto era ben noto a Didone (8° secolo a.c.) quando, dovendo disporre la famosa pelle di bue tagliata a striscioline per delimitare la superficie della città che stava fondando, la dispose secondo una arco di cerchio avente come corda il mare. Così, si dice, nacque Cartagine.

Altre misure possibili:

Provare a legare un pezzo di filo a due punti vicini del telaio. Oppure provare a cambiare la forma del filo, per esempio dandogli la forma di un "8" o mettendo, invece del filo completamente flessibile, un oggetto semirigido formato da un pezzo di filo molto morbido legato ad un pezzo di filo più rigido.

Esperienza #10 : L'acqua che non cade 22.12.2004

Codice colore: VERDE

Argomento: Tensione superficiale, gravità, vuoto.

Materiale necessario:

- Un bicchiere a sezione circolare
- Un pezzo di tulle o di retina a maglie strette.
- Un elastico
- Acqua

Cosa si vuole vedere:

Gli effetti della tensione superficiale dell'acqua attraverso sezioni molto piccole (dell'ordine del millimetro o meno).

Come eseguire l'esperimento:

Coprire la bocca del bicchiere con il tulle avendo l'accortezza di tenderlo bene, utilizzare l'elastico per fissare il tulle nella sua posizione. Versare dell'acqua nel bicchiere fino a riempirlo attraverso il tulle (non è necessario riempire tutto il bicchiere). Poggiare il palmo della mano (o un cartoncino) sopra il tulle, in modo da tappare il bicchiere. Girare il bicchiere "sotto-sopra" e, tenendolo in posizione verticale, togliere la mano o il cartoncino. Si osserva che l'acqua contenuta nel bicchiere non esce.

Se ora il bicchiere viene leggermente inclinato l'acqua in esso contenuta comincerà ad uscire, prima lentamente, poi tutta insieme.

Suggerimenti ed astuzie:

Praticamente nessuno, fare solo attenzione a che il tulle, una volta stretto bene dall'elastico, sia ben aderente al bordo del bicchiere. Se, attraverso una piccola piega, venisse lasciato uno spazio aperto, l'esperimento non verrebbe perché tutta l'acqua uscirebbe da quel foro.

Approfondimento: questa spiegazione non è semplicissima, leggerla con calma, poi rileggerla un'altra volta.

Per spiegare quello che avete visto è necessario tener conto di vari fenomeni: la pressione dell'aria che agisce sulla parte inferiore dell'acqua, la pressione dell'aria nel bicchiere, il peso dovuto all'acqua e la tensione superficiale.

Il modo migliore per capire cosa accade è quello di partire da un altro esperimento: prendete una cannuccia ed immergetela in una vaschetta d'acqua, tappatene

un'estremità con un dito e tiratela fuori dall'acqua, osserverete che l'acqua contenuta nella cannuccia non esce, se invece togliete il dito la cannuccia si svuota. L'acqua contenuta nella cannuccia ha un peso e come tutti gli oggetti tende a cadere sotto la forza di attrazione gravitazionale esercitata dalla Terra. Se la cannuccia è aperta l'acqua cade, come ci aspettiamo, ma se ne tappiamo un'estremità l'acqua non esce, è come se ci fosse una forza che tira l'acqua verso l'alto, impedendole di cadere per la forza gravitazionale. Ma a chi è dovuta questa forza? La risposta non va cercata molto lontano, perché è dovuta alla pressione dell'aria (la pressione atmosferica) ed alla depressione (una pressione inferiore a quella atmosferica) che si forma dentro la cannuccia. Vediamo questi due effetti separatamente, ricordandoci che poi sarà essenziale tener conto anche della tensione superficiale.

1) La pressione dell'aria è una forza (per unità di superficie) che si esercita su ogni punto dei corpi che si trovano nell'atmosfera terrestre; detta in modo semplice è la forza dovuta al peso dell'aria che sta sopra di noi me, e questo è un punto importante, non è diretta verso il basso: la forza dovuta alla pressione ha direzione perpendicolare alla superficie del corpo ed è diretta "verso" il corpo. Quindi nel caso della superficie d'acqua che si trova alla fine della cannuccia, quella più in basso, la pressione dell'aria agisce dal basso verso l'alto.

2) Se teniamo tappata l'estremità della cannuccia, l'acqua che vorrebbe scendere verso il basso si comporta come uno stantuffo che, abbassandosi, tende ad aumentare il volume occupato dall'aria all'interno della cannuccia (si pensi ad una siringa senza ago, tenuta tappata con il dito, alla quale si tira lo stantuffo). Poiché per un gas a temperatura costante, in questo caso l'aria, ad un aumento del volume occupato corrisponde una diminuzione di pressione, nella parte alta della cannuccia dove si trova l'aria (l'estremità tappata) la pressione diminuisce rispetto a quella di partenza; quindi sopra l'acqua viene a crearsi una pressione inferiore a quella atmosferica.

I due effetti sopra sono sufficienti a descrivere quanto accade.

- ❖ Nel caso della **cannuccia non tappata** l'acqua che si trova al suo interno risente: della forza gravitazionale che la tira verso il basso, di una forza dovuta alla pressione dell'aria che agisce sulla estremità inferiore della cannuccia e che tende a spingere l'acqua verso l'alto e di una terza forza, sempre dovuta alla pressione dell'aria, che agisce sull'estremità alta della cannuccia e che spinge l'acqua verso il basso. Le due forze dovute alla pressione dell'aria sono uguali e contrarie e quindi si annullano; in conclusione sull'acqua agisce solamente la forza gravitazionale, che quindi la fa cadere.
- ❖ Diverso è invece il caso della **cannuccia tappata**. Ora la forza di attrazione gravitazionale e la forza della pressione dell'aria che agisce sul fondo della cannuccia sono uguali al caso precedente, ma cambia la forza di pressione che agisce sulla parte alta della cannuccia. Come abbiamo detto in precedenza nella parte alta della cannuccia si genera una depressione, quindi la pressione dell'aria contenuta nella cannuccia è minore di quella esterna, di conseguenza la forza esercitata dalla pressione, e che tende a spingere il liquido verso il basso, è minore di quella che si ha con la cannuccia non tappata. Ne segue che le due forze di pressione (quella che dal fondo della cannuccia spinge il liquido verso l'alto e quella che dall'alto della cannuccia lo spinge verso il basso) non sono più uguali e la

loro risultante è una forza che spinge il liquido verso l'alto. Questa forza che spinge verso l'alto diviene uguale e contraria alla forza gravitazionale che invece tira verso il basso, in definitiva sull'acqua non agisce alcuna forza e tutto rimane "come si trova".

Se infine, nel nostro esperimento, proviamo ad inclinare la cannuccia tappata vedremo che l'acqua non esce. Questo accade perché la cannuccia ha un "piccolo" diametro e a causa delle forze di tensione superficiale non dà possibilità all'aria di entrare.

Con un po' d'immaginazione è possibile mettere in relazione l'esperimento del bicchiere d'acqua con quello della cannuccia. Il tulle che mettiamo sopra il bicchiere è una rete a maglia fine, talmente fine che a causa della tensione superficiale dell'acqua per ogni buco "o passa acqua o passa aria". Questo comportamento di ogni "buco" ci ricorda quello della cannuccia, così possiamo immaginare il bicchiere pieno d'acqua come formato da tante cannuce attaccate, riempite anche loro d'acqua (nel seguito ci riferiremo a questa rappresentazione con il termine di "cannucce immaginarie"). Quando togliamo la mano da sotto il bicchiere l'acqua contenuta in ogni "cannuccia immaginaria" scende verso il basso a causa della forza di attrazione gravitazionale, di conseguenza aumenta il volume dell'aria contenuto nella parte alta del bicchiere, e la pressione che questo esercita sull'acqua diminuisce. Proprio come accade per la singola cannuccia, la pressione atmosferica che spinge l'acqua verso l'alto è maggiore di quella che, da dentro il bicchiere, la spinge verso il basso. Alla fine la risultante delle forze (di pressione e gravitazionale) è nulla e l'acqua, contenuta in ogni singola cannuccia immaginaria del nostro bicchiere, non cade.

Quando il bicchiere viene piegato l'acqua in esso contenuta esce rapidamente perché si instaura una condizione di instabilità. Per capirlo supponiamo di inclinare il bicchiere verso destra, in questo modo le cannuce immaginarie che si trovano nella parte destra del bicchiere hanno una quantità d'acqua maggiore di quelle che si trovano alla sinistra. Come conseguenza, l'acqua contenuta nelle cannuce di destra risente di una forza gravitazionale maggiore e quindi, per rimanere "intrappolata" nella sua cannuccia la pressione dovuta all'aria nel bicchiere deve essere minore che nel caso precedente. Per essere garantito l'equilibrio su tutto il bicchiere nella parte destra la pressione deve essere minore che in quella sinistra (la quantità d'acqua nelle cannuce di destra è maggiore che in quelle di sinistra), ma questo non è possibile perché la forza di pressione esercitata da un gas, in questo caso l'aria contenuta nel bicchiere, è la stessa in tutti i punti. Si instaura così, all'interno del bicchiere, una condizione di instabilità che fa uscire l'acqua.

Altre misure possibili:

Invece del tulle usare un cartoncino. Si procede come sopra, prima riempiendo con un po' d'acqua il bicchiere, poi poggiando bene il cartoncino sull'imboccatura, quindi capovolgendo il bicchiere tenendo il cartoncino ben aderente al bicchiere. Togliendo la mano che teneva il cartoncino si può vedere come l'acqua non cade.

In questa versione l'esperimento viene spesso discusso in molti libri di testo. Purtroppo la spiegazione che viene data talvolta è errata.

E' essenziale tenere conto della diminuzione di pressione che viene ad instaurarsi fra la superficie superiore dell'acqua ed il bicchiere, una volta capovolto il bicchiere. Notare che perché ci sia la depressione che "tiene su" l'acqua, il volume di aria sopra l'acqua deve aumentare. Quindi l'acqua deve scendere un po'. Questo è possibile solo se l'oggetto che chiude il bicchiere si flette un po'. Questa è la ragione per cui con un cartoncino l'esperimento viene molto bene, mentre con una lastrina metallica è più difficile e può non venire se fosse troppo rigida.

Esperienza #11 : Soffiare fra due palloncini

Codice colore: VERDE

Argomento: Moto di un fluido, legge di Bernouilli.

Materiale necessario:

- Due palloncini gonfiati con aria
- Filo per cucire
- Un supporto per appenderli

Cosa si vuole vedere:

Cosa succede se creo un flusso d'aria fra i due palloncini

Come eseguire l'esperimento:

Appendere i due palloncini ad un supporto con circa 40 cm di filo e tenendoli ad una distanza di circa 10 cm.

Soffiare fra i due palloncini facendo attenzione a non soffiare SUI due palloncini, ma FRA i due palloncini. Si osserva che mentre soffio i due palloncini si avvicinano, e se soffio abbastanza forte arrivano a toccarsi e rimangono in contatto finché continuo a soffiare.

Suggerimenti ed astuzie:

Perché l'esperimento riesca bene è importante che i due palloncini siano ben fermi prima dell'esperimento. Se ci fossero correnti d'aria si può mettere all'inizio, prima di gonfiarli, un po' d'acqua dentro i palloncini (un paio di cucchiaini), saranno più pesanti e più stabili. Un'altra cosa importante è di dirigere bene il soffio fra i due. Eventualmente ci si può aiutare soffiando attraverso un pezzetto di tubo (di gomma o di metallo) del diametro di 1-2 cm; in questo modo si può essere sicuri che il flusso d'aria sarà stretto e diretto fra i due palloncini.

Approfondimento

Quello che succede è dovuto ad una diminuzione di pressione dove c'è il flusso d'aria. Infatti l'aria che soffio ha una certa velocità rispetto all'aria della stanza che è ferma, quindi per la legge di Bernouilli si avrà una diminuzione della pressione lungo il percorso del flusso di aria. I palloncini quindi avranno la pressione atmosferica tutto intorno, ed una pressione inferiore fra i due, quindi sentiranno una forza che li spinge verso il getto d'aria, e tenderanno ad avvicinarsi.

Altre misure possibili: I palloncini possono essere sostituiti da altri oggetti: per esempio due bicchieri di cartone, delle palline, due mele, etc...

Esperienza #12 : La rotazione di un uovo

Codice colore: VERDE

Argomento: Rotazione di un solido, assi preferiti, momento di inerzia.

Materiale necessario:

- Due uova, uno sodo ed uno fresco

Cosa si vuole vedere:

Cosa succede se provo a far ruotare velocemente un uovo, e la differenza fra quello sodo e quello fresco

Come eseguire l'esperimento:

Appendere i due palloncini ad un supporto con circa 40 cm di filo e tenendoli ad una distanza di circa 10 cm.

Soffiare fra i due palloncini facendo attenzione a non soffiare SUI due palloncini, ma FRA i due palloncini. Si osserva che mentre soffio i due palloncini si avvicinano, e se soffio abbastanza forte arrivano a toccarsi e rimangono in contatto finché continuo a soffiare.

Suggerimenti ed astuzie:

Perché l'esperimento riesca bene è importante che i due palloncini siano ben fermi prima dell'esperimento. Se ci fossero correnti d'aria si può mettere all'inizio, prima di gonfiarli, un po' d'acqua dentro i palloncini (un paio di cucchiaini), saranno più pesanti e più stabili. Un'altra cosa importante è di dirigere bene il soffio fra i due. Eventualmente ci si può aiutare soffiando attraverso un pezzetto di tubo (di gomma o di metallo) del diametro di 1-2 cm; in questo modo si può essere sicuri che il flusso d'aria sarà stretto e diretto fra i due palloncini.

Approfondimento

Quello che succede è dovuto ad una diminuzione di pressione dove c'è il flusso d'aria. Infatti l'aria che soffio ha una certa velocità rispetto all'aria della stanza che è ferma, quindi per la legge di Bernoulli si avrà una diminuzione della pressione lungo il percorso del flusso di aria. I palloncini quindi avranno la pressione atmosferica tutto intorno, ed una pressione inferiore fra i due, quindi sentiranno una forza che li spinge verso il getto d'aria, e tenderanno ad avvicinarsi.

Altre misure possibili:

I palloncini possono essere sostituiti da altri oggetti: per esempio due bicchieri di cartone, delle palline, due mele, etc...

Esperienza #13 : Palloni che si gonfiano

Codice colore: VERDE

Argomento: Equilibrio Forze, Membrane elastiche

Materiale necessario:

- Due palloncini
- Un pezzetto di tubo di gomma o di metallo

Cosa si vuole vedere:

La condizione di equilibrio statico di due palloncini collegati fra di loro

Come eseguire l'esperimento:

Si prenda uno dei due palloncini, lo si gonfi un bel po' e poi, tenendolo chiuso con due dita, si infili l'apertura da una parte del tubo. Poi si gonfi il secondo palloncino, molto meno del primo, e lo si colleghi all'altra estremità del tubo. Si veda la figura 1.

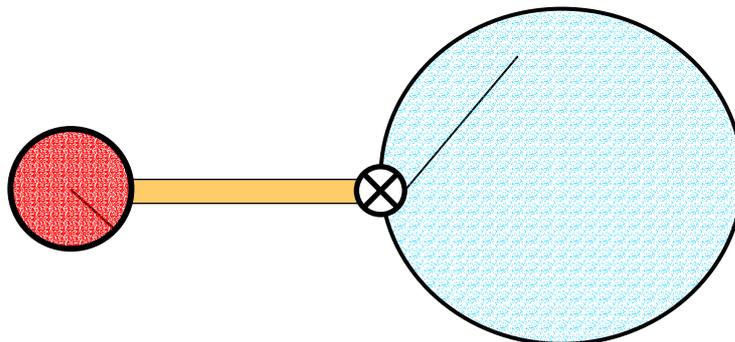


Fig.1 Situazione di partenza. La croce rappresenta la chiusura del palloncino di destra con due dita.

A questo punto si mettano in comunicazione di due palloncini aprendo le dita. Si osserverà che il palloncino più piccolo si sgonfierà ancora di più, mentre quello grande si gonfierà leggermente.

Suggerimenti ed astuzie:

Praticamente nessuna. Può solo essere un po' complicato fare le cose da soli. Farsi aiutare da un'altra persona.

Approfondimento

Questo è quello che succede:

- ❖ L'aria all'interno dei due palloncini è soggetta a due forze: quella causata dalla pressione atmosferica e quella generata dalla forza elastica del palloncino gonfiato.
- ❖ La forza dovuta alla pressione atmosferica è uguale per i due palloncini.
- ❖ Quella dovuta alla forza elastica invece è diversa ed in particolare è proporzionale all'inverso del raggio di curvatura del palloncino. Questo vuol dire che la forza con cui ogni palloncino tende a contrarsi, sgonfiandosi, è molto più grande per il palloncino piccolo che per quello grande.
- ❖ Il risultato è che il palloncino piccolo si sgonfia esercitando una forza maggiore di quella che esercita quello grande.
- ❖ La situazione di equilibrio si raggiunge quando le due forze sono uguali.

Altre misure possibili:

Esperienza #14 : Oggetti appesi nell'acqua

Codice colore: VERDE

Argomento: Spinta di Archimede, principio di azione e reazione, densità dei corpi solidi.

Materiale necessario:

- Un corpo solido C appeso con un filo sottile
- Una bilancia digitale di buona sensibilità (almeno 1 grammo)
- Un recipiente e dell'acqua.

Cosa si vuole vedere:

Come varia il peso del recipiente pieno d'acqua quando vi viene immerso un corpo tenendolo sospeso nell'acqua.

Come eseguire l'esperimento

Come prima cosa si pesi il corpo C , supponiamo che la bilancia legga P grammi. Si metta poi il recipiente sulla bilancia, lo si riempia di acqua e si azzeri la bilancia (con il pulsante "tara" o "zero"). Ora la bilancia segnerà 0 grammi. Si immerga quindi il corpo C nell'acqua, tenendolo sospeso ed avendo l'accortezza che non tocchi il fondo, né le pareti del recipiente.

Se possibile legare il filo che esce dall'acqua ad un supporto per mantenere stabile il pezzo. Sulla bilancia si leggerà un valore M minore di P . La massa M è pari al peso del volume di acqua spostata dal corpo.

Suggerimenti ed astuzie:

Praticamente nessuna. Ma serve una bilancia con una sensibilità di almeno 1 grammo per corpi pesanti qualche centinaio di grammi, ed una che legga almeno un decimo di grammo ($0,1$ g) per oggetti più leggeri.

Approfondimento

Questo è quello che succede: tutto il sistema è in equilibrio, quindi tutte le forze si devono equilibrare (per ogni singolo pezzo del sistema la risultante delle forze applicate deve essere zero).

Quando il corpo viene immerso nell'acqua, l'acqua esercita sul corpo una forza dal basso verso l'alto uguale al peso del volume di acqua spostata dal corpo (è la legge di Archimede). Quindi, per il terzo principio della dinamica (il principio di azione e reazione), il corpo eserciterà esattamente la stessa forza sull'acqua. Questa forza è quella misurata dalla bilancia e convertita in una misura di massa.

Quindi la bilancia sta leggendo il peso dell'acqua spostata. Ma, ricordando che l'acqua ha densità 1 g/cm^3 , stiamo anche misurando il volume del corpo in cm^3 . Questo è quindi un ottimo sistema per misurare il volume di un corpo irregolare.

Altre misure possibili:

Se poi facciamo il rapporto fra la massa P del corpo misurata inizialmente e la massa M misurata dalla bilancia con il corpo immerso nell'acqua, avremo la densità relativa del corpo rispetto all'acqua, infatti, ricordando che il volume di acqua spostata è uguale al volume del corpo, avremo:

$$\begin{aligned} \text{Densità relativa} &= \frac{\text{densità del corpo}}{\text{densità dell'acqua}} = \frac{\text{massa corpo}}{\text{volume del corpo}} \cdot \frac{\text{volume dell'acqua}}{\text{massa acqua}} = \\ &= \frac{\text{massa corpo}}{\text{massa acqua}} = \frac{P}{M} \end{aligned}$$

Quindi, conoscendo la densità, potremo scoprire di che materiale era fatto il corpo. Ecco una tabella con le densità relative dei principali metalli, leghe o materiali che potrete trovare in casa:

Materiale	Densità relativa = $d/d(\text{acqua})$	$d(\text{acqua})=1 \text{ g/cm}^3$
Acciaio	7,8-7,9	
Alluminio	2,70	
Ambra	1,0	
Argento	10,5	
Bronzo	8,9	
Ferro	7,87	
Ghisa	7,3	
Marmo	2,7	
Nylon	1,14	
Oro	19,3	
Ottone	8,5	
Piombo	11,3	
Plexiglas, Perspex	1,2	
Platino	21,5	
Rame	8,96	
Tungsteno	19,1	
Vetro comune	2,5-2,6	

Potete divertirvi a scoprire se il famoso gioiello di famiglia era veramente d'oro, oppure era di rame dorato.

Fate attenzione al caso di un corpo composto di materiali differenti, in questo caso misurerete una densità media, di valore intermedio fra quella del materiale con densità minore e quella del materiale a densità maggiore.

Esperienza #15 : La pressione dell'aria su di un giornale

Codice colore: VERDE

Argomento: Pressione dell'aria, attrito di un fluido, fenomeni dipendenti dalla velocità

Materiale necessario:

- Un pezzo di compensato di circa 60cmx5cmx3mm.
- Un foglio di giornale
- Un tavolo

Cosa si vuole vedere:

L'effetto dell'aria che sta sopra il giornale quando proviamo a muoverlo velocemente.

Come eseguire l'esperimento

Prendere l'assicella di legno e metterla sul tavolo facendone sporgere un po' meno della metà (per esempio 35cm sul tavolo e 25cm fuori).

Poi prendere il foglio di giornale e poggiarlo sopra la parte dell'assicella che si trova sul tavolo.

Ora dare un colpo secco con la mano all'estremità della parte di legno che sporge dal tavolo: l'assicella si romperà in due esattamente nel punto in cui iniziava a poggiarsi sul tavolo.

Suggerimenti ed astuzie:

Le dimensioni dell'assicella possono essere variate, ma bisogna fare attenzione a non usarne una troppo grande, questo non è un esercizio di karate, può essere fatto da tutti; 4 mm di spessore vanno bene, se si aumenta comincia ad essere un po' troppo massiccia. Anche la larghezza può essere aumentata. Se variando le dimensioni l'esperimento non venisse, o in ogni caso se ci fossero problemi, allora si possono mettere due o tre fogli di giornale.

Approfondimento

Come prima cosa osservare quello che succede se poggiamo un dito sull'estremità dell'assicella e proviamo a spingere lentamente verso il basso. La parte dell'assicella che sta sul tavolo si solleverà alzando anche il giornale. Quello che succede è che facendo leva sull'assicella spingo il giornale verso l'alto, e l'aria (l'atmosfera) che sta sopra il giornale "scivola" sotto il giornale senza problemi.

Quando invece do un colpo secco con la mano, allora il giornale viene spinto violentemente verso l'alto, ma incontra la resistenza dell'aria che, a causa dell'attrito fra l'aria ed il giornale, non riesce a spostarsi così velocemente come sta facendo il giornale.

Quindi il giornale inizia a muoversi verso l'alto, ma sente subito una forza notevole che si oppone al suo movimento dovuta alla massa d'aria che si trova subito sopra.

Questa forza è sufficiente a "tenerlo fermo" per un breve istante, durante il quale l'assicella si spezza.

Il fenomeno può essere osservato solo se la botta che diamo all'assicella è abbastanza veloce, cioè se il giornale è costretto a muoversi velocemente.

Altre misure possibili:

Provare cosa succede cambiando le dimensioni dell'assicella, il numero di fogli e/o l'area del giornale utilizzato.

Esperienza #16 : Due tavoli

Codice colore: VERDE

Argomento: Illusioni ottiche, il cervello interpreta quello che vediamo.

Materiale necessario:

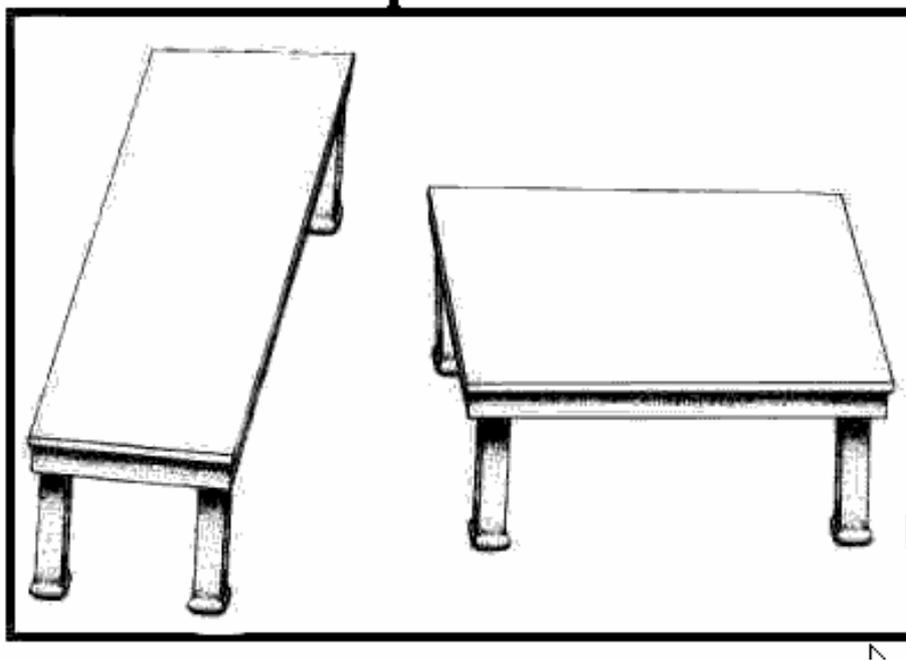
- Il disegno dei due tavoli

Cosa si vuole vedere:

Come il nostro cervello interpreta, utilizzando le esperienze passate, quello che vediamo.

Come eseguire l'esperimento

Guardare il disegno dei due tavoli e dire quale è il più lungo:



Viene naturale dire quello di sinistra. Ma se prendete un righello potete controllare che i due tavoli sono assolutamente identici.

Suggerimenti ed astuzie:

Nessuna. Se si vuole controllare meglio, si può sovrapporre alla figura un foglio di plastica trasparente (acetato per trasparenze) e disegnare il contorno del piano di uno dei tavoli. Poi spostando la plastica si può far sovrapporre il disegno al secondo tavolo, controllando così che i due parallelogrammi sono identici.

Approfondimento

Quello che succede è un'indicazione del lavoro di "interpretazione" fatto dal cervello su quello che il nostro occhio registra.

In questo caso noi abbiamo due tavoli uguali, disegnati "male", cioè senza seguire le regole della prospettiva. Inoltre il tavolo di sinistra ha il lato lungo che si allontana da noi (nel disegno). Quindi il nostro cervello presume di trovarsi di fronte ad un oggetto reale, oppure ad un disegno corretto di un oggetto reale, ed applica le leggi della prospettiva, "allungandolo" più di quanto dovuto.

E' un po' la stessa cosa di quello che succede quando vedete una strada lunga di fronte a voi: voi vedete, o fotografate, una strada che man mano che si allontana da voi si restringe, diventando sempre più piccola. Ma nessuno pensa che la strada diventi più stretta. Il vostro cervello è oramai abituato a compensare per questo effetto, e voi sapete bene che la strada continua ad avere la stessa larghezza.

La cosa particolare è che questo "inganno" del cervello è così connaturato in voi che, anche dopo aver controllato che i due tavoli sono uguali, voi continuate a vedere più lungo quello di sinistra.

Esperienza #17 : Un palloncino sul phon

Codice colore: VERDE

Argomento: equilibrio di un corpo in un fluido, fluidi reali

Materiale necessario:

- Un palloncino gonfiato poco (10-15 cm)
- Un phon

Cosa si vuole vedere:

Come il getto d'aria del phon mantiene il palloncino sospeso sopra di esso.

Come eseguire l'esperimento

Accendere il phon a mezza forza e tenerlo fermo con il getto d'aria rivolto verso l'alto.

Prendere il palloncino e poggiarlo delicatamente nel mezzo del flusso di aria sopra il phon.

Si vedrà che il palloncino si metterà in una posizione di equilibrio, più in alto o più in basso del punto in cui l'avevate lasciato, e ci rimarrà stabilmente.

Suggerimenti ed astuzie:

Se il palloncino fosse troppo leggero, cioè se vola via, vuol dire che il getto d'aria è troppo forte. In tal caso ridurre il getto d'aria, se non fosse possibile provare ad aumentare la massa del palloncino inserendo un po' d'acqua (circa mezzo cucchiaino) dentro di esso prima di gonfiarlo.

Approfondimento

Il palloncino rimane in equilibrio per due ragioni: la prima è semplicemente la forza generata dal flusso d'aria diretto verso l'alto. Il flusso d'aria è più "forte" all'uscita del phon e diminuisce di intensità man mano che ci si allontana dalla bocca del phon. Ci sarà un punto in cui la forza esercitata dal flusso d'aria è uguale alla forza di gravità che si esercita sul palloncino. In questa posizione il palloncino potrà stare in equilibrio. Tuttavia questo potrebbe essere un punto di equilibrio instabile, per spostamenti laterali. Invece si può vedere che se diamo delle piccole botte al palloncino, questo si sposta dalla posizione di equilibrio, ma tende poi a ritornare verso il centro del getto d'aria, rimanendo sempre in equilibrio.

Questo vuol dire che c'è un secondo effetto che mantiene il palloncino in posizione: si tratta dell'effetto combinato del principio di Bernouilli e dell'effetto Coanda. Quello

che succede è che l'aria che esce dal phon crea una specie di "guscio" intorno al palloncino dandogli un ulteriore supporto. Possiamo accorgerci di questo effetto anche spostando il getto di aria del phon dalla posizione verticale, inclinandolo lateralmente. Si può vedere come, per angoli non troppo grandi, il palloncino continua a restare sospeso nel mezzo del getto di aria, anche se ora si trova fuori dalla verticale innalzata dalla bocca del phon.

Esperienza #18 : Una barca nel lago

Codice colore: VERDE

Argomento: Legge di Archimede, "gedanken" experiment.

Materiale necessario:

- Un contenitore rettangolare, tipo vasca per i pesci
- Una barchetta che possa galleggiare
- Un pezzo di metallo pesante da mettere nella barchetta

Cosa si vuole vedere:

Pensare un "gedanken" experiment (vedi la spiegazione alla fine). Poi verificarlo.
In questo caso si tratta di una applicazione della legge di Archimede.

Pensare l'esperimento

Supponiamo di essere su di una barca che sta galleggiando in mezzo ad un lago. Supponiamo inoltre di avere in mano, o poggiato sul fondo della barca, un grosso sasso. In queste condizioni l'acqua del lago arriverà ad un certo livello (misurato per esempio infilando un paletto nel fondo vicino alla riva, e segnando sul paletto il livello dell'acqua). Ora prendo il sasso e lo getto nel lago, se suppongo che il sasso abbia una densità maggiore di quella dell'acqua affonderà e si poggerà sul fondo. Cosa succede al livello dell'acqua? Aumenta, diminuisce o resta uguale?

Qui si può vedere cosa vuol dire fare un "gedanken" experiment: il livello del lago molto difficilmente sarebbe misurabile con precisione, ci saranno onde e perturbazioni varie, ed in ogni caso la variazione di livello che dovrei osservare facendo l'esperimento sarebbe probabilmente piccolissima, non misurabile. Quindi l'esperimento, come l'ho descritto, non è realizzabile nella realtà. Ma è sicuramente "pensabile", ed il risultato deve essere chiaro e non ambiguo.

Quello che succede è che il livello dell'acqua si abbassa. Vediamo perché.

Partiamo con la barca nell'acqua ed io dentro la barca, senza sasso. Il livello dell'acqua arriverà ad un certa altezza di riferimento (h_0). Poi supponiamo di considerare la situazione in cui sulla barca ho il sasso. Il sasso sta galleggiando, insieme a me ed alla barca, perché la barca è soggetta ad una forza, la spinta di Archimede, che corrisponde all'aver spostato una massa d'acqua equivalente al peso del corpo (oltre al peso mio e della stessa barca). Dato che il corpo ha una densità maggiore dell'acqua, il volume di acqua spostata sarà molto maggiore del volume del corpo.

Ad esempio se il corpo avesse il volume di 1000 cm^3 , cioè di un litro, e se fosse fatto di Rame, quindi con densità relativa rispetto all'acqua di circa 9, allora il volume di acqua spostata sarebbe di $1000 \text{ cm}^3 \times 9 = 9000 \text{ cm}^3 = 9 \text{ litri}$.

Quindi il livello del lago si deve alzare, rispetto alla quota di partenza. Di quanto? Dipende dalla superficie del lago. Supponiamo per esempio che il lago sia molto piccolo,

quasi uno stagno, un quadrato di 30 metri di lato. In questo caso, usando i numeri dell'esempio precedente, il livello si alzerebbe di:

$h = \text{Volume spostato} / \text{superficie del lago} = 9000 \text{ cm}^3 / 900 \text{ m}^2 = 9000 \text{ cm}^3 / 900 \times 10^4 \text{ cm}^2 = 10^{-3} \text{ cm} = 0,01 \text{ mm} = 1 \text{ centesimo di mm!}$ E' veramente molto poco, e sarebbe impossibile misurarlo, ma questo è il gioco degli esperimenti ideali. Non importa, l'importante è capire cosa succede. Vediamo ora cosa succede se butto il sasso nell'acqua. Ora il sasso affonderà spostando solo un volume di acqua uguale al suo volume, quindi sposterà esattamente 1000 cm^3 di acqua, una quantità 9 volte inferiore a quella spostata precedentemente.

Quindi il livello dell'acqua si abbasserà.

Questo è quello che succede.

Suggerimenti ed astuzie:

Per realizzare l'esperimento in casa è necessario trovare un recipiente per l'acqua ed una barchetta giocattolo. Per avere una variazione di livello dell'acqua apprezzabile ad occhio (almeno un centimetro come nell'esperimento che avevo mostrato durante la trasmissione) è necessario che il recipiente sia il più possibile vicino ai bordi della barca per minimizzare la superficie dell'acqua, massimizzando quindi le variazioni di livello. Come materiale per simulare il "sasso" è meglio usare un materiale il più denso possibile, sempre per massimizzare la variazione nel livello. L'ideale sarebbe il Piombo (supponendo di non disporre di Uranio!!!), altrimenti usate del Rame.

In queste condizioni segnando con un pennarello i livelli dell'acqua con il pezzo di metallo nella barca, e con il pezzo di metallo direttamente nell'acqua si osserverà la variazione prevista.

Approfondimento

GEDANKEN (dal tedesco) EXPERIMENT = esperimento immaginario.

Si tratta di uno dei più potenti strumenti di esplorazione mentale utilizzato da sempre dagli scienziati. L'idea è di pensare cosa avverrebbe nel caso venisse realizzato un esperimento in condizioni ideali. Un classico esempio è quello della caduta dei gravi descritta da Galileo. Galileo affermava che tutti i gravi sarebbero caduti contemporaneamente "se non ci fosse stata la resistenza dell'aria". Supporre l'assenza dell'aria, se ci troviamo sulla terra e siamo immersi nell'atmosfera, è una ipotesi non vera, ma ci aiuta a provare a capire cosa succederebbe in questa condizione semplificata. E' da notare che questa posizione non è completamente assurda, è solo approssimativa, ma in alcuni casi (per esempio se faccio cadere i gravi in un recipiente sotto vuoto) è vera.

Un altro grande utilizzatore dei "gedanken" experiment è stato Albert Einstein nella sua teoria della Relatività. In questo caso Einstein supponeva di poter disporre di orologi e di righelli infinitamente precisi, posti in posizioni differenti dello spazio, per misurare la durata di alcuni eventi e le dimensioni di alcuni oggetti. Dalle considerazioni su cosa si sarebbe misurato inferì alcune delle proprietà più note della Teoria della Relatività speciale (contrazione dei tempi, contrazione delle lunghezze).

Esperienza #19 : Un peso attaccato al filo

Codice colore: VERDE

Argomento: Tensione di una corda, carico di rottura, inerzia.

Materiale necessario:

- Del filo non troppo sottile.
- Un peso di circa 1 kg
- Un supporto a cui legare il corpo con il filo

Cosa si vuole vedere:

Come la rottura del filo cui è appeso il corpo dipende dalla velocità con cui cerco di strapparlo.

Come eseguire l'esperimento

Si appenda il corpo ad un supporto resistente (dovrà sopportare lo strappo con cui romperò il filo). Si appenda quindi un ulteriore pezzo di filo al corpo lasciandolo pendere verso il basso.

Se prendo in mano il pezzo di filo sotto il corpo, posso strapparli operando in due modalità differenti.

a) Posso tirarlo lentamente, prima con una forza leggera, poi con forza sempre maggiore, fin quando si rompe.

b) Posso dare uno strattone violento verso il basso.

Quello che dovrebbe succedere è che nel caso a) si rompe la parte di filo che sta SOPRA il corpo, mentre nel caso b) si rompe il filo che si trova SOTTO il corpo.

Suggerimenti ed astuzie:

L'unico problema nel realizzare questo esperimento è quello di trovare un filo della giusta dimensione e materiale. E' abbastanza ovvio che uno spago troppo grosso non si romperà mai, mentre un filo sottile da cucito si romperà sempre in posizione casuale.

Approfondimento:

Per spiegare quello che succede è necessario avere chiaro il significato di "carico di rottura" del filo: il carico di rottura è semplicemente la forza minima che devo applicare al filo perché si rompa. E' da notare che questa forza posso pensare di applicarla appendendo al filo una certa massa "m" che, a causa della accelerazione di gravità "g" eserciterà sul filo la forza $f=mg$. Questa è la ragione per cui invece della

forza posso parlare semplicemente della massa necessaria a provocare la rottura. Quindi dirò che il filo ha un carico di rottura di 1-2....10 kg.

Nel nostro caso quello che succede è questo, per i due casi esaminati:

a) La parte di filo che sta sotto il corpo è soggetto alla forza esercitata dalla mia mano, che chiamo f_m . La parte superiore del filo è soggetta alla stessa forza, che si trasmette attraverso il corpo, ma in più è soggetta anche alla forza peso del corpo stesso. Quindi la forza esercitata sul pezzo di filo che si trova sopra al corpo sarà sempre maggiore di quella esercitata sul tratto sotto il corpo. Quindi si romperà prima il filo SOPRA il corpo.

b) In questo caso la situazione è diversa. Infatti quando dò uno strattone al filo, la forza trasmessa dalla mia mano deve impiegare un certo tempo a trasmettersi alla parte superiore del filo. O, in altre parole, il corpo ha una certa massa, per cui, per il principio di inerzia, tenderebbe a restare fermo, e inizia a muoversi (impercettibilmente) cioè a trasmettere la forza al filo superiore, con un certo ritardo, rispetto all'istante in cui ho dato lo strattone al filo. Il risultato è che la forza che io applico con la mano, per un brevissimo tempo è applicata solo alla parte di filo che si trova sotto il corpo. In questo periodo di tempo il filo, se ho dato uno strattone abbastanza forte e veloce, sente una forza maggiore del suo carico di rottura e si rompe, "prima" che questa forza arrivi ad essere applicata al tratto di filo superiore.

Esperienza #20 : Foglie in una tazza di tè

Codice colore: VERDE

Argomento: Moto di corpuscoli in un fluido, meandri dei fiumi. Albert Einstein

Materiale necessario:

- Una tazza con il fondo piatto
- Del tè in foglioline
- Un cucchiaino da tè

Cosa si vuole vedere:

Cosa succede se ho delle particelle molto leggere in un fluido che ruota e che poi si ferma.

Come eseguire l'esperimento

Si riempia la tazza di tè con del tè avendo l'accortezza di non filtrarlo, lasciando cadere quindi nella tazza un po' di foglie di tè.

Con il cucchiaino si giri il tè fin quando tutte le foglioline stanno girando dentro la tazza, abbastanza velocemente.

Si tolga il cucchiaino velocemente e si osservi cosa succede alle foglie di tè.

Si osserverà che le foglie, che inizialmente ruotavano tutte a varie altezze e posizioni, iniziano a ruotare portandosi sempre più vicino al centro della tazza, e quando tutto il tè avrà smesso di ruotare avranno formato un piccolo mucchio esattamente al centro della tazza, sul fondo.

Suggerimenti ed astuzie:

Praticamente nessuno. Non riempire troppo la tazza: se si vuole mettere in movimento il tè con sufficiente velocità, il bordo del liquido si solleverà rispetto alla condizione di riposo (per la forza centrifuga), rischiando di uscire dalla tazza.

Approfondimento:

Questo effetto è rimasto per molti anni senza spiegazione, benché fosse noto fin dalla metà dell'800. Il primo a darne una spiegazione completa è stato il grande fisico Albert Einstein. Einstein ha mostrato inoltre che questo effetto era lo stesso che dava origine ai meandri dei fiumi. Quindi per una volta non spiegherò l'effetto con le mie parole, ma riporterò la spiegazione fornita da Albert Einstein nell'articolo originale pubblicato (in tedesco) nella rivista "Die Naturwissenschaften, Vol.14, 223 (12.3.1926)".

Inizialmente Einstein parla dei meandri nei fiumi, e del fatto che, benché l'affetto sia ben noto, tuttavia la loro causa non risulta essere mai stata data. Quindi afferma che tutto deve dipendere da un'asimmetria nella velocità del fluido che si muove, ed inizia la sua spiegazione:

...Comincerò con un piccolo esperimento che chiunque può ripetere facilmente. Immaginate una tazza con il fondo piatto piena di tè. Sul fondo ci sono alcune foglie di tè, che stanno lì perché sono più pesanti del liquido che hanno rimpiazzato. Se si fa girare il liquido con un cucchiaino, le foglie ben presto si porteranno nel centro del fondo della tazza. La spiegazione di questo fenomeno è la seguente: la rotazione del liquido causa una forza centrifuga che agirà su di esso. Questo non darebbe nessuna variazione nel flusso del liquido se il fluido ruotasse come un corpo solido. Ma nelle vicinanze delle pareti della tazza il liquido è rallentato dall'attrito, quindi la velocità angolare con cui ruota è minore là che in altri posti più vicino al centro. In particolare, la velocità angolare di rotazione, e quindi la forza centrifuga, sarà minore vicino al fondo che al di sopra. Il risultato di questo sarà un movimento circolare del liquido del tipo illustrato (vedi la figura) che va aumentando fin quando, sotto l'influenza dell'attrito del fondo, diventa stazionario. Le foglie di tè sono portate verso il centro dal movimento circolare e questo è una prova della sua esistenza...

Poi l'articolo continua con maggiori dettagli, spiegando fra l'altro perché questo effetto è lo stesso che provoca i meandri dei fiumi.

Von A. EINSTEIN, Berlin.

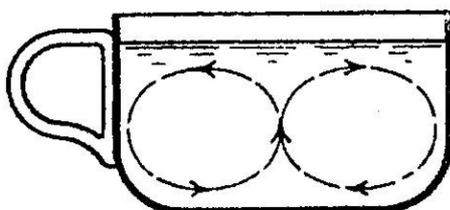


Fig. 1.

La figura è il disegno originale riportato nell'articolo di A. Einstein

Esperienza #21: Bacchetta in equilibrio su due dita

Codice colore: VERDE

Argomento: Attrito,

Materiale necessario:

Una bacchetta di legno o di metallo del diametro di circa mezzo centimetro lunga almeno 50 cm.

Cosa si vuole vedere:

Come l'attrito "comanda" il movimento della bacchetta sulle nostre dita.

Come eseguire l'esperimento

Si prenda la bacchetta e la si metta in equilibrio su due dita (l'indice) della nostra mano sinistra e destra tenute ben orizzontali.

Le dita devono essere poste in posizioni non simmetriche, cioè la bacchetta deve sporgere più da una parte che dall'altra (vedi disegno).

Se provo ad avvicinare le dita, quello che succede è che la bacchetta comincia a scivolare dalla parte più corta (B nel disegno), poi comincia a scivolare la parte A, poi ancora la B, e così via fin quando le due dita si uniscono esattamente la centro della bacchetta, che rimane così in equilibrio senza cadere.

Suggerimenti ed astuzie:

Praticamente nessuno. Fare attenzione a mantenere le dita ben orizzontali ed a muoverle delicatamente ma uniformemente fino a toccarsi.

Approfondimento:

Quello che succede è che la bacchetta "sceglie" di scivolare sul dito su cui ha minore attrito. L'attrito dipende dal peso esercitato dalla bacchetta sul dito: se sul dito poggia un peso minore, allora l'attrito sarà minore.

Nel nostro caso il peso sarebbe lo stesso se le due dita fossero simmetriche rispetto alla bacchetta, ma dato che non lo sono, su un dito si eserciterà un peso maggiore, e sull'altro uno minore. Per chiarire la cosa si supponga di avere un dito esattamente al centro della bacchetta ed uno all'estremo. In questo caso il primo dito "sente" tutto il peso della bacchetta, mentre l'altro non sente praticamente niente. In generale il peso sarà tanto minore quanto minore è la parte di bacchetta che sorge fra il dito e l'estremo più vicino della bacchetta.

Quando avvicino le dita, la bacchetta scivola sul dito più lontano dal centro, ma così il dito si avvicina al centro. Quindi quando le due dita saranno simmetriche e continuerò ad avvicinarle scivolerà uno dei due (ora è casuale), ma poi sarà l'altro, e così via. L'ordine esatto in cui si scivolerà sulle dita è determinato dal rapporto fra l'attrito statico (quello fra la parte di bacchetta ferma ed il dito corrispondente) e l'attrito dinamico (quello fra la parte di bacchetta che scivola sul dito, ed il dito stesso).



Esperienza #22: L'ago attraverso il palloncino.

Codice colore: VERDE

Argomento: Corpi elastici, molecole lunghe.

Materiale necessario:

- Un palloncino gonfiato d'aria
- Un sottile spiedino per cucina
- Del grasso da vuoto (silicone).

Cosa si vuole vedere:

Come posso infilare lo spiedino nel palloncino senza farlo scoppiare.

Come eseguire l'esperimento

Prendere lo spiedino e spalmarlo con un po' di grasso. Fare lo stesso con un punto del palloncino (un'area di circa 1 cm) e con un punto dalla parte opposta. Poggiare la punta dello spiedino sul palloncino, dove è stato ingrassato, ed infilarlo molto delicatamente facendolo ruotare. Lo spiedino entrerà nel palloncino e uscirà dall'altra parte senza che il palloncino scoppi.

Suggerimenti ed astuzie:

Invece del grasso da vuoto si può usare della vasellina o un qualunque grasso non acquoso, per esempio la crema per le mani. Bisogna essere molto delicati nell'infilare lo spiedino, la punta inoltre deve essere ben appuntita, se necessario appuntirla limandola o passandola sulla carta vetrata. Si può anche usare un ago, in questo caso è tutto molto più semplice.

Approfondimento:

La gomma del palloncino è formata di lunghe molecole che, quando il palloncino viene gonfiato, si allungano, si tendono e rimangono legate fra loro da alcuni "ponti" molecolari. Se avvicino un normale ago al palloncino, la punta rompe questi ponti, le catene molecolari non vengono più tenute insieme ed il palloncino scoppia.

Se invece ingrasso la punta ed il palloncino, il grasso aiuta la punta a farsi strada fra i ponti molecolari, allargandoli senza romperli, e facendo in ogni caso tenuta negli spazi rimasti liberi.

Esperienza #23: Cromatografia

Codice colore: VERDE

Argomento: cromatografia, separare un liquido nei suoi componenti chimici

Materiale necessario:

- Della carta assorbente (circa 10cm x 5 cm)
- Un supporto rigido grande quanto la carta assorbente
- Un pennarello ad acqua nero
- Un recipiente con un po' di acqua

Cosa si vuole vedere:

Come riesco a separare sulla carta i vari componenti dell'inchiostro nero.

Come eseguire l'esperimento

Prendere la carta assorbente e fissarla sul supporto con un po' di scotch in alto. La carta assorbente dovrà essere messa con il lato più lungo in verticale. Tracciare con il pennarello nero una riga che attraversi la carta orizzontalmente a circa due cm dalla base. Immergere la carta assorbente nell'acqua per alcuni millimetri, e tenerla così per 5'-10'. Dopo un po' si vedranno sulla carta delle bande colorate corrispondenti a tutti i componenti colorati dell'inchiostro.

Suggerimenti ed astuzie:

E' necessario avere un pennarello ad acqua, in modo che l'acqua che sale sulla carta assorbente possa sciogliere e separare i vari componenti dell'inchiostro. Nel caso si avesse un pennarello ad alcol, allora invece dell'acqua bisognerebbe usare dell'alcol.

Approfondimento:

Il fenomeno osservato è quello che ha dato origine alla Cromatografia, uno degli strumenti più potenti per l'analisi dei composti chimici. Inventata ai primi del 1900, il primo esperimento fu realizzato con del liquido verde ottenuto impastando e diluendo la polpa ottenuta trituro delle foglie. Si scoprì così che il verde delle foglie in realtà era composto da vari "verdi" ognuno essendo un diverso composto chimico.

Esperienza #25: Un palloncino sul fuoco

Codice colore: VERDE

Argomento: Assorbimento del calore, calore specifico

Materiale necessario:

- Un palloncino gonfiato d'aria, con un po' di acqua dentro
- Una candela

Cosa si vuole vedere:

Che il palloncino messo sopra il fuoco della candela non scoppia (almeno per un po').

Come eseguire l'esperimento

Prendere il palloncino, metterci un po' di acqua (uno-due cucchiari), gonfiarlo, chiuderlo e metterlo sopra la candela accesa, con la parte contenente l'acqua direttamente sopra la fiamma. Si può vedere come, a differenza di un palloncino senza acqua che scoppia subito, il palloncino con l'acqua non scoppia, si annerisce solo la gomma del palloncino.

Suggerimenti ed astuzie:

Nessuna, fare solo attenzione a che il palloncino non sia vecchio. In questo caso la gomma si può rovinare in qualche punto, essere molto sottile, e scoppiare. In ogni caso il palloncino scoppierà dopo un tempo sufficientemente lungo, quindi non tenerlo sulla fiamma per più di 20"-30".

Approfondimento:

Il palloncino normale scoppia perché la gomma, al contatto del fuoco, raggiunge una temperatura molto alta, sufficiente a bruciarsi, e quindi il palloncino scoppia.

Se però c'è dell'acqua a contatto con la gomma, che è molto sottile, l'acqua comincia a scaldare la gomma, e scalda contemporaneamente l'acqua. La temperatura di quel pezzetto di palloncino quindi è la stessa (o molto vicina) a quella dell'acqua, che in ogni caso al massimo può arrivare a 100 °C, quando bolle.

Questa temperatura non è sufficiente a far bruciare tutta la gomma. Cominciano solo a bruciarsi gli strati più esterni della gomma immediatamente sopra la fiamma. Per cui dopo un po' la gomma si buca e scoppia lo stesso.

Il fatto che è l'acqua ad assorbire la maggior parte del calore della fiamma è dovuta alla capacità termica dell'acqua (la massa x il calore specifico). La capacità termica è un indice della capacità del corpo di assorbire il calore. In questo caso è molto maggiore di quella dello strato di gomma, per cui è l'acqua che "comanda" fissando la temperatura di equilibrio.

Esperienza #26 : Strappare una sottilezza

Codice colore: VERDE

Argomento: Propagazione delle fratture in strati di materiale, faglie.

Materiale necessario:

- Una fetta sottile di formaggio (una sottilezza).

Cosa si vuole vedere:

Come si propagano le fratture nella sottilezza quando questa viene sottoposta a trazione.

Come eseguire l'esperimento

Praticare due tagli paralleli nella sottilezza. I tagli devono essere lunghi circa 2 centimetri, essere distanti circa 1 cm ed essere sfalsati; la fine di uno dei due tagli deve trovarsi un po' prima dell'inizio del secondo taglio.

A questo punto prendere la sottilezza con le due mani tenendola per i due lati paralleli ai due tagli, e provare a strappare delicatamente la sottilezza. Si vedrà che in uno dei due tagli inizia ad aumentare lunghezza del taglio, e che la fessura, propagandosi, curva verso l'altro taglio. Alla fine la sottilezza si sarà separata in due parti, con una frattura che passa per i due tagli iniziali.

Suggerimenti ed astuzie:

Praticamente nessuno. Se non si ha una sottilezza non usare formaggio troppo spesso. Il risultato dell'esperimento dipende molto dal tipo di tagli e da come sono disposti. Provarne diversi, anche più di uno e vedere cosa succede.

Approfondimento:

Quello che si è visto è un esempio, semplificato, di come si trasmettono le fratture lungo la crosta terrestre. In generale un materiale sottoposto a stress (pressione o tensione) tenderà a rompersi iniziando dai punti in cui preesistevano delle condizioni critiche (fratture o altri stress già presenti). Una volta iniziata la fessurazione, questa continuerà secondo delle "linee di frattura" che è possibile prevedere facilmente se si conosce la struttura del materiale.

Esperienza #27: Mezza palla da tennis

Codice colore: VERDE

Argomento: Energia elastica, conservazione dell'energia

Materiale necessario:

- Una palla da tennis

Cosa si vuole vedere:

Come l'energia elastica immagazzinata nella palla viene usata per farla salire nel campo gravitazionale terrestre.

Come eseguire l'esperimento

Si prenda una palla da tennis e la si tagli in due, ma non a metà. Eseguire il taglio circa 1 centimetro a lato della sezione centrale. Prendere quindi la parte più piccola e "rovesciarla" premendo con le dita sulla parte convessa. La semi-palla dovrà stare stabilmente con la parte di gomma verso l'esterno e la parte pelosa verso l'interno. A questo punto sollevare la palla ad un'altezza di circa mezzo metro sopra un tavolo e lasciarla cadere facendo attenzione che all'inizio la concavità (la parte di gomma) sia verso l'alto. Se la palla cade esattamente orizzontale, una volta arrivata sul tavolo salterà ad un'altezza maggiore del punto da cui era partita.

Suggerimenti ed astuzie:

Fare attenzione a quando si taglia la palla da tennis. E' molto dura, la cosa migliore è usare un paio di forbici. Segnare con un pennarello la linea del taglio in modo che venga ben dritto. La riuscita dell'esperimento dipende molto da quanto è grande la parte di palla tagliata. Anche pochi millimetri di differenza possono non far riuscire l'esperimento. Se la mezza palla fosse troppo grande riuscirebbe difficile farla ritornare normale quando urta il tavolo, in questo caso si può provare a farla cadere da più in alto. Se fosse troppo piccola, non si riuscirebbe a mantenerla nella posizione rovesciata. E' necessario fare un po' di prove, magari iniziando con una mezza palla e poi togliendone un pezzetto un po' per volta.

Approfondimento:

Quello che succede è un fenomeno di conversione di energia meccanica. La palla da tennis non è molto elastica, infatti se la facciamo cadere (intera) da una certa altezza si vedrà che non rimbalza molto, arrivando dopo il rimbalzo ad un'altezza molto minore di quella da cui era partita. Se invece capovolgiamo la mezza palla tagliata, nel fare

questa operazione (che ci costa un po' di fatica) cediamo dell'energia alla palla che la immagazzina come energia elastica. E' come se tendessimo un elastico o una molla.

Ma la forma particolare della mezza palla è tale che, una volta tutta rovesciata, è in una situazione stabile e non ritorna nelle condizioni iniziali, a differenza di quello che succederebbe con un elastico.

Quando la mezza palla urta contro il tavolo, l'energia con cui arriva (cinetica) è sufficiente a spostarla dalla situazione stabile, ed a metterla in uno stato in cui può ritornare alle condizioni iniziali, cioè può cedere l'energia elastica che le avevamo dato. Perciò si rivolterà usando il tavolo come base per essere catapultata verso l'alto. L'altezza a cui arriverà dipenderà quindi da quanta dell'energia elastica che avevamo immagazzinato dentro la palla si è riusciti ad utilizzare di nuovo.

Esperienza #29: Cannucce di vetro

Codice colore: VERDE

Argomento: Capillarità

Materiale necessario:

- Alcune cannucce di vetro con il foro di diametro differente.
- In alternativa: vetrini da microscopio + scotch doppia faccia.

Cosa si vuole vedere:

L'altezza raggiunta da un liquido che sale per capillarità lungo un condotto sottile dipende dal diametro del condotto, o in generale dalla sua dimensione minore.

Come eseguire l'esperimento:

Preparare un po' di acqua colorata in un piattino, sono sufficienti pochi millimetri di acqua. Prendere le cannucce di vetro e poggiarle verticalmente sul piattino con l'acqua. Si vedrà che l'acqua sale e raggiunge differenti altezze. In particolare raggiungerà l'altezza maggiore nella cannuccia con il diametro interno minore.

Suggerimenti ed astuzie:

Può essere un problema trovare le cannucce di vetro. Cercare nei negozi che vendono accessori per chimica o presso le vetrerie. In alternativa si possono usare dei vetrini per microscopio. Sono dei rettangoli di vetro grandi circa 2 cm x 5 cm. Per creare un condotto molto piccolo si prendano due vetrini. Su uno dei due si mettano due strisce di scotch doppia faccia lungo i lati lunghi, lasciando uno spazio di circa 1 cm al centro. Poi si sovrapponga il secondo vetrino esattamente sopra al primo e si preme bene. Si sarà creato così un rettangolo di vetro con uno spazio molto piccolo (lo spessore dello scotch) lungo il lato verticale. A questo punto è sufficiente immergere il lato corto nell'acqua per vederla salire. Notare che dato che lo spessore fra i due vetrini non sarà esattamente lo stesso su tutto il vetrino, l'acqua salirà di più dove lo spazio fra i vetrini sarà minore.

Approfondimento

Nei libri di testo di Fisica si può trovare la formula che da l'altezza raggiunta dall'acqua in funzione della densità del liquido, dell'accelerazione di gravità, del diametro del foro (nel caso di condotto a sezione circolare), e della tensione superficiale. Conoscendo qualcuna di queste grandezze e facendo misure con cannucce di vario diametro è possibile determinare le grandezze ignote.

Esperienza #31: Il cannone ad aria

Codice colore: VERDE

Argomento: Moto vorticoso di un fluido

Materiale necessario:

- Un tubo di metallo o di cartone aperto agli estremi.
- Un palloncino di gomma + un elastico
- Del cartoncino e dello scotch
- Una candela

Cosa si vuole vedere:

Come una turbolenza creata nell'aria si trasmette a grandi distanze senza cambiare forma.

Come eseguire l'esperimento:

Prendere il tubo che può essere indifferentemente: un cilindro di cartone tipo quello che sta alla fine dei rotoli di carta per cucina, oppure una lattina per bibite a cui sono stati tolti i fondi con un apriscatole, un contenitore per bottiglie...

In uno degli estremi del tubo inserire (dall'interno) un disco di cartone con un foro al centro grande circa come una moneta da 1-2 Euro.

Prendere il palloncino e tagliarne metà, con questa metà coprire bene l'altra estremità del tubo, tendendo la gomma ben tesa e fissandola con dell'elastico intorno al tubo. A questo punto si accenda la candela poggiandola su di un tavolo e si metta il tubo a circa 30-40 cm di distanza dalla candela, poggiandolo su alcuni libri. Il tubo dovrà essere posizionato in modo che il foro sia diretto verso la candela ed alla stessa altezza della fiamma della candela.

Dando un colpo secco al centro del diaframma di gomma (il palloncino) la candela si spegnerà.

Quello che succede è che la botta sul diaframma crea una compressione dell'aria dentro al tubo, che poi esce dal foro in forma di vortici ad anello. Questi vortici viaggiano nell'aria fin quando non si attenuano.

Suggerimenti ed astuzie:

Provare vari tubi di diametri e lunghezze differenti fino a trovare quello che funziona meglio. Un'altra variabile è il diametro del foro sul cartoncino.

Per vedere bene i cerchi di aria che viaggiano dal tubo alla candela, si può riempire il tubo con del fumo di sigaretta (fare attenzione: non fumarla!). Si vedranno così dei cerchi di fumo che escono dal tubo e cominciano a viaggiare nell'aria della stanza fin quando spariscono. In casi particolari si sono riusciti a fare dei cerchi di fumo che viaggiavano per molti metri prima di scomparire.