

I.T.C.G
Carlo Alberto
Dalla Chiesa

La Scienza dà spettacolo

Codice progetto: 2007.IT.051PO.003/IV/12/F/9.2.5/0769



**Dipartimento di Fisica
dell'Università degli
Studi di Palermo**



Regione Siciliana

COOPERATIVA CITTÀ NUOVA 

 **Learning Academy**
makes you better



**La Scienza con le
nostre mani**

Parte prima:

Meccanica
Fluidostatica
Fluidodinamica

a cura del
Prof. Antonino Messina

**Dipartimento di Fisica
dell'Università degli Studi di Palermo**



Questo opuscolo sintetizza in forma di materiale didattico l'eccellente lavoro svolto in aula con competenza e contagiosa vocazione dagli esperti di Fisica, Matematica e Robotica chiamati a realizzare specifiche finalità previste nel progetto regionale “ LA SCIENZA DA’ SPETTACOLO” presso l’ITG Carlo Alberto Dalla Chiesa di Partinico, istituzione Capofila nella rete di quattro partner tra i quali il Dipartimento di Fisica dell’Università’ di Palermo rappresentato dal sottoscritto.

La Regione Sicilia approvando senza alcuna riserva questo progetto ci ha affidato il compito di migliorare il livello di preparazione di base degli studenti e adulti fruitori in discipline quali la Fisica, la Matematica, la Logica e la Robotica quest’ultima vista come occasione per sviluppare la capacità di passare dalla individuazione di un livello di desiderabile automazione di una specifica funzione alla sua realizzazione pratica in laboratorio.

Va sottolineato che una finalità trasversale e centrale del progetto è il trasferimento ai destinatari delle idee e degli strumenti concettuali e pratici che definiscono il metodo scientifico, senza ovviamente trascurare l’importanza dei contenuti che tuttavia non esauriscono lo scopo formativo del progetto. A questo proposito va ricordato con soddisfazione che tutti gli esperti hanno interpretato con successo la raccomandazione del coordinatore di sforzarsi di porgere tutte le nozioni, vecchie e nuove, in modo divertente “dando

spettacolo” con lo scopo soprattutto di incuriosire gli studenti e aiutarli a scoprire autentiche vocazioni per lo studio delle discipline scientifiche cosiddette “dure” di cui a volte anche essi stessi sono ignari. Al cuore del progetto c’è certamente l’obiettivo fondamentale di mostrare come tutto ciò che ci circonda può essere letto in chiave di scienza (dalla vita in cucina, ai fenomeni atmosferici, alla nostra stessa fisiologia, circolazione sanguigna e respirazione, per fare solo alcuni esempi) e che noi in sostanza viviamo permanentemente in un laboratorio dove assistiamo spesso inconsapevolmente a continui fenomeni la cui comprensione è comunque appagante e spesso anche utile per trarre il massimo vantaggio da ciò che accade attorno a noi. Gli esperti di fisica hanno il merito di avere fatto “giocare” i fruitori del progetto con mezzi poveri offrendo spunti di riflessione metodologica e letture dei fenomeni osservati. Gli studenti hanno molto apprezzato questo percorso manifestando agli stessi esperti la loro soddisfazione e sorpresa dicendo più o meno : “ io credevo che la fisica fosse solo formulette da imparare a memoria! ” Così, interessati e incuriositi, è stato facile per l’esperto presentare e discutere concetti come grandezze fisiche e misure; meccanica dei corpi rigidi; fluidostatica; termodinamica, calorimetria; elettricità e magnetismo senza registrare vistosi cali di attenzione o peggio atteggiamenti di aperto disinteresse.

Nello stesso solco si sono mossi i colleghi di matematica e di robotica. Ognuno nel suo ambito e nel rispetto di specifiche finalità, hanno anche essi svolto attività di laboratorio

addestrandoli al piacere della scoperta del valore assoluto e universale del “ragionamento e analisi critica” e della progettazione.

La geometria allora si trasforma magicamente in uno strumento utile nella vita pratica ed il teorema di Pitagora perde la sua connotazione di enunciato da ricordare a memoria senza sbavature per la interrogazione e viene invece percepito come utile ed intellettualmente eccitante proprietà delle forme attorno a noi.

Anzi di più, prende corpo e acquista interesse al punto tale da stimolare domande e approfondimenti aventi il sapore dell’ esercizio logico. Gli studenti cominciano allora a capire che la risoluzione di un dato problema scientifico o pratico può trarre vantaggio dalla capacità di costruzione di una strategia eventualmente riutilizzabile anche in altre situazioni, non necessariamente appartenenti allo stesso contesto.

Il comune metodo seguito dagli esperti del team università può essere descritto come laboratorio di idee e di esperienze caratterizzato da lavoro in gruppo, discussione iniziale del problema, revisione finale dell’esperienza e redazione di sintetiche ma esaurienti relazioni sui singoli incontri da utilizzare anche nella fase successiva di realizzazione del sito web.

Inoltre i miglioramenti e il grado di approfondimento raggiunto dagli studenti rispetto alla loro preparazione iniziale sono stati verificati tramite una comparazione dei risultati di

due test misti a risposta aperta e multipla somministrati all'inizio e chiusura del corso.

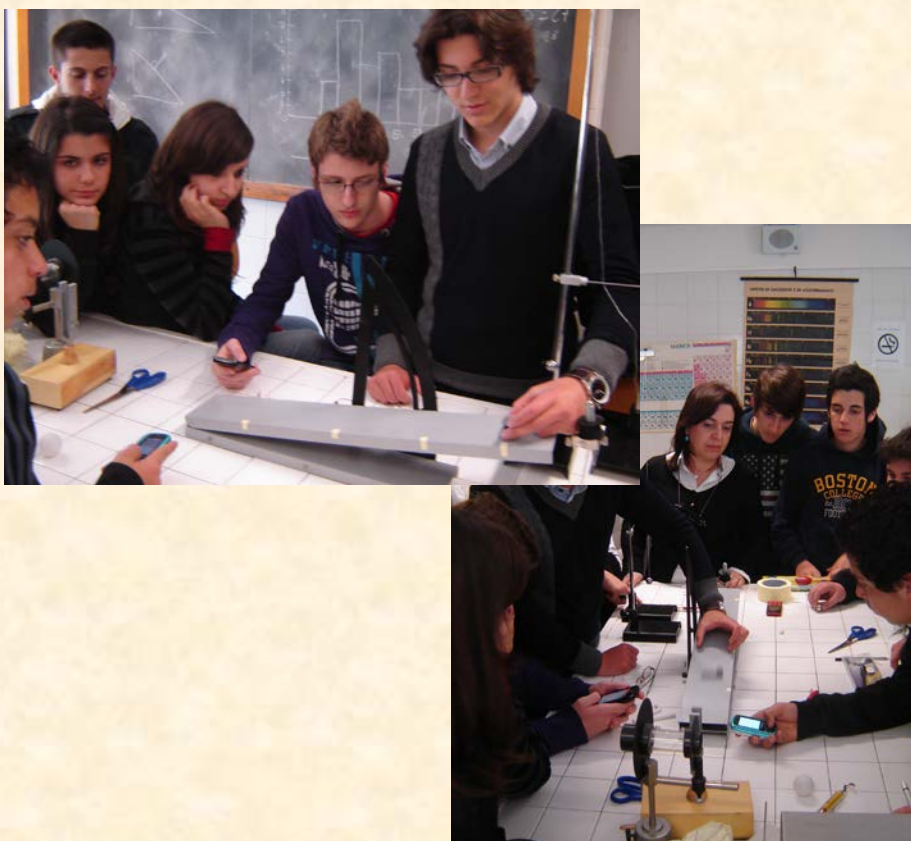
Ci auguriamo che questo opuscolo possa fornire al lettore spunti per la riproposizione nella comune pratica didattica delle attività in esso descritte o possa essere ispiratore di altre esperienze, tratte dalla vita domestica, utilizzando materiali poveri ma coinvolgenti come può esserlo soltanto la didattica laboratoriale.

Il concetto di misura diretta e indiretta è introdotto mediante una semplice misura di tempo nella caduta di una pallina da ping pong da una certa altezza. I dati raccolti vengono rappresentati mediante istogrammi con lo scopo di mostrare che essi assumono un profilo a campana nel limite di grande numero di misure. Ciò consente di discutere il concetto di errore statistico.



Caduta dei gravi

L'esperienza del piano inclinato permette di effettuare misure di tempo e del corrispondente spostamento nel rotolamento di un cilindretto (può essere usata una pila per esempio). Riportando in un grafico le misure di tempo e spostamento è possibile mostrare che lo spostamento non è direttamente proporzionale al tempo impiegato ma piuttosto al suo quadrato.



Piano inclinato

L'esperienza con il pendolo parte dalla misura del suo periodo T servendosi, per esempio, dei cronometri digitali dei cellulari.

Grazie a questa misura, sapendo che $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

(dove g è l'accelerazione di gravità) è possibile ottenere una stima della lunghezza della corda.

Mostrando l'effetto di aumento della frequenza di oscillazione del pendolo al diminuire della lunghezza della corda si introduce il concetto di frequenza propria di vibrazione per un sistema fisico.

Si passa quindi a spiegare perché un gesso spezzato a metà non produce più il suono acuto e fastidioso mentre stride contro la lavagna. Infatti una diminuzione della sua lunghezza comporta un aumento della sua frequenza di vibrazione che risulta adesso non più udibile dall'orecchio umano.



Esperienza con il pendolo

L'obiettivo di questa esperienza è effettuare misure indirette della densità degli oggetti.

Misuriamo la massa ed il volume di un campione di chiodi sapendo che la densità è la massa contenuta nell'unità di volume.

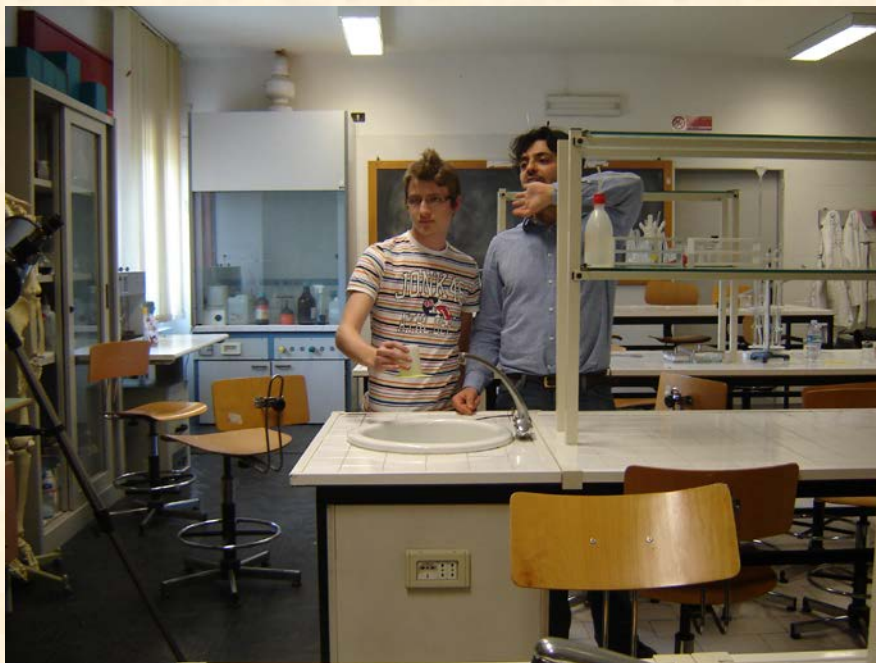
La massa può essere misurata con una bilancia con precisione al centesimo di grammo. Il volume invece può essere misurato leggendo l'innalzamento dell'acqua presente in un contenitore cilindrico graduato in cui i chiodi vengono immersi.

Si osservi che questa misura della densità è indiretta e può essere usata per illustrare la propagazione degli errori fatti nelle misura di Massa e Volume.



Misure di densità

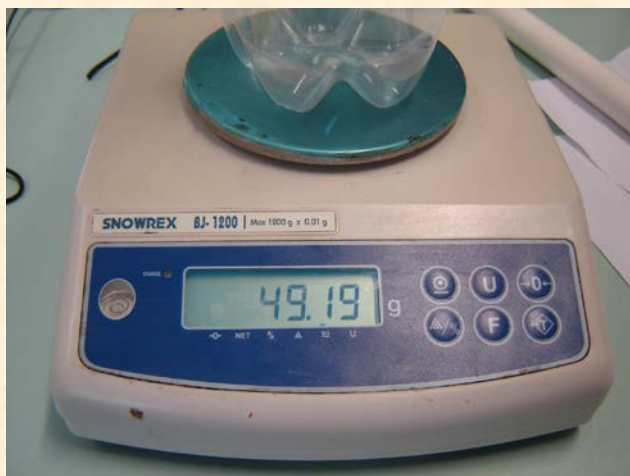
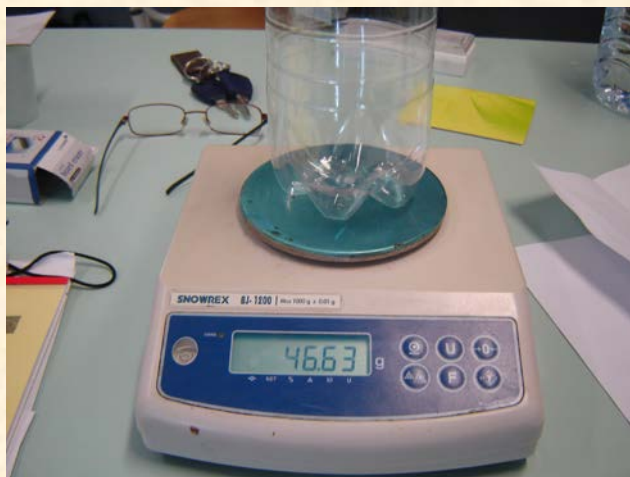
Questa esperienza è mirata a rendere visibili gli effetti della pressione atmosferica cioè della forza che l'aria esercita su una superficie unitaria per effetto del suo peso. La pressione atmosferica è qualitativamente simile a quella che un liquido esercita al fondo di un contenitore: la terra è al fondo di un oceano di aria trattenuta attorno ad essa dalla gravità terrestre. Torricelli capì questo fenomeno e dimostrò che la pressione atmosferica può tenere in equilibrio una colonna di mercurio alta 760 mm. Come primo fenomeno si può mostrare che la pressione atmosferica impedisce l'uscita dell'acqua contenuta in un bicchiere colmo ricoperto da un cartoncino e capovolto.



La pressione atmosferica sostiene l'acqua.

Questo esperimento viene realizzato con una bottiglia sul cui tappo è stata applicata una valvola di bicicletta. Se pesiamo la bottiglia in tali condizioni e dopo aver pompato aria al suo interno fino a renderla indeformabile con la sole mani, scopriamo una differenza di peso di qualche grammo che dimostra come l'aria abbia una massa che può essere immagazzinata





Pesando l'aria...

Questo esperimento è volto a mostrare effetti macroscopici dovuti a differenze di pressione. Si prenda una latta in metallo in cui si è fatta bollire un po' d'acqua in assenza di tappo. Raggiunta la bollitura, si chiuda la latta e dopo un certo tempo si osserva che la latta si accartoccia su se stessa da sola. A causa del vapore dovuto all'ebollizione dell'acqua l'aria presente inizialmente dentro la latta è stata in parte espulsa fuori dalla latta cosicché, una volta chiusa la latta, all'interno è presente meno aria per unità di volume rispetto all'esterno. Man mano che la temperatura interna alla latta decresce, aumenta la differenza di pressione fra l'esterno e l'interno fino a quando la latta comincia ad accartocciarsi.





La latta si accartoccia.

In questo esperimento ancora dedicato ad illustrare gli effetti della pressione atmosferica, si sfrutta una campana di vetro da cui è possibile estrarre l'aria tramite una pompa. Un palloncino, inizialmente semisgonfio e posto al suo interno, si gonfia man mano che viene estratta l'aria mentre si sgonfia quando si permette all'aria di rientrare nella campana. L'estrazione dell'aria dalla campana rende la pressione all'interno del palloncino più alta di quella esistente nella campana determinando l'aumento di volume del palloncino.





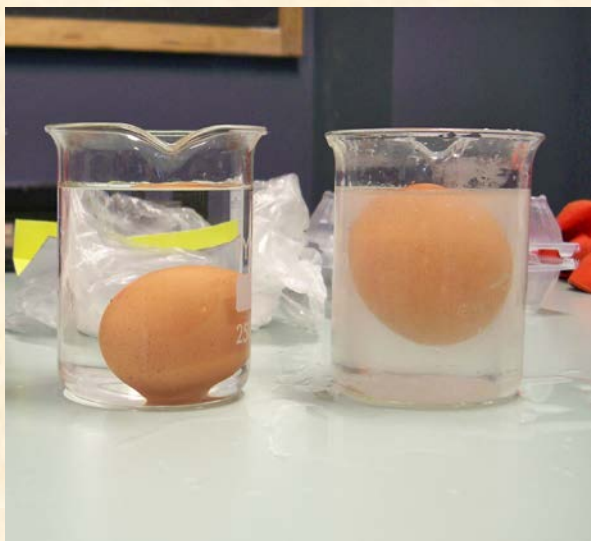
Palloncino si gonfia estraendo l'aria dalla campana.

Questa esperienza serve ad illustrare la legge di Archimede sul galleggiamento.

Sappiamo che un corpo immerso in un liquido pesante e statico subisce una forza verticale opposta al suo peso pari in modulo al peso del liquido spostato. Tale forza dipende dunque dalla densità del liquido e dal volume del corpo immerso nel liquido.

Se due contenitori sono riempiti di acqua ed in uno di questi viene aggiunto del sale, un oggetto che in acqua dolce affonda può in acqua salata opportunamente galleggiare.

Due uova mostrano fenomeni di galleggiamento differenti in funzione della densità dell'acqua in cui sono immersi. In un becher l'uovo è immerso in acqua ben salata (densità maggiore), mentre in un altro l'acqua è non salata e l'uovo affonda.



Galleggiamento di un uovo fresco



Cambiando forma alla plastilina, l'oggetto può galleggiare!

Se ad pezzo di materia plasmabile vengono date forme aventi differenti volumi le condizioni di galleggiamento variano anche significativamente

In questa ulteriore esperienza sulla legge di Archimede l'obiettivo è prendere confidenza con il concetto di peso apparente di un corpo immerso in un liquido. Un pesetto metallico appeso ad un dinamometro allunga la sua molla fino a quando la forza di richiamo equilibra la forza peso dell'oggetto.

Ponendo il pesetto all'interno di un contenitore d'acqua la molla del dinamometro si allunga di meno. Infatti la forza elastica deve fare equilibrio alla risultante tra il peso e la forza di Archimede. Il peso apparente, cioè il valore registrato della forza elastica, è dunque inferiore a quello vero.



L'oggetto pesa meno dentro l'acqua.

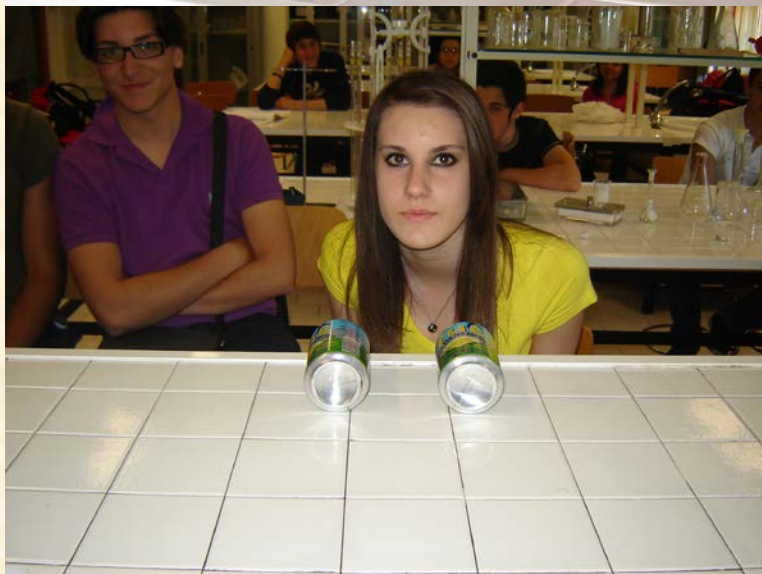
Questo esperimento illustra una conseguenza dell'equazione di Bernoulli e consiste nella possibilità di tenere sospesa in aria una pallina di ping pong per mezzo di un phon all'interno di una colonna d'aria corrispondente al phon stesso. Si osserva che si riesce anche a inclinare il phon rispetto alla verticale mantenendo sempre la pallina all'interno della colonna. La ragione è che l'aria all'interno della colonna corrispondente al phon è caratterizzata da una velocità maggiore di quella posseduta dall'aria esterna. In accordo alla legge di Bernouille due zone di fluido (a pari altezza) caratterizzate da velocità diverse hanno anche diverse pressioni. In particolare dove la velocità è maggiore, la pressione è più bassa.

Di conseguenza la pallina è mantenuta all'interno della colonna grazie alla maggiore pressione dell'aria esterna alla colonna rispetto a quella interna.

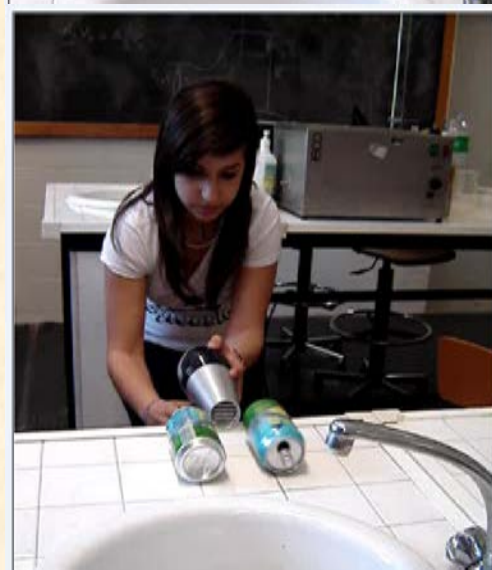
La stessa legge può essere invocata per spiegare perché due lattine prima poste ad una certa distanza si avvicinano se dell'aria è forzata a scorrere tra di esse.



Anche inclinando il phon, la pallina rimane intrappolata!



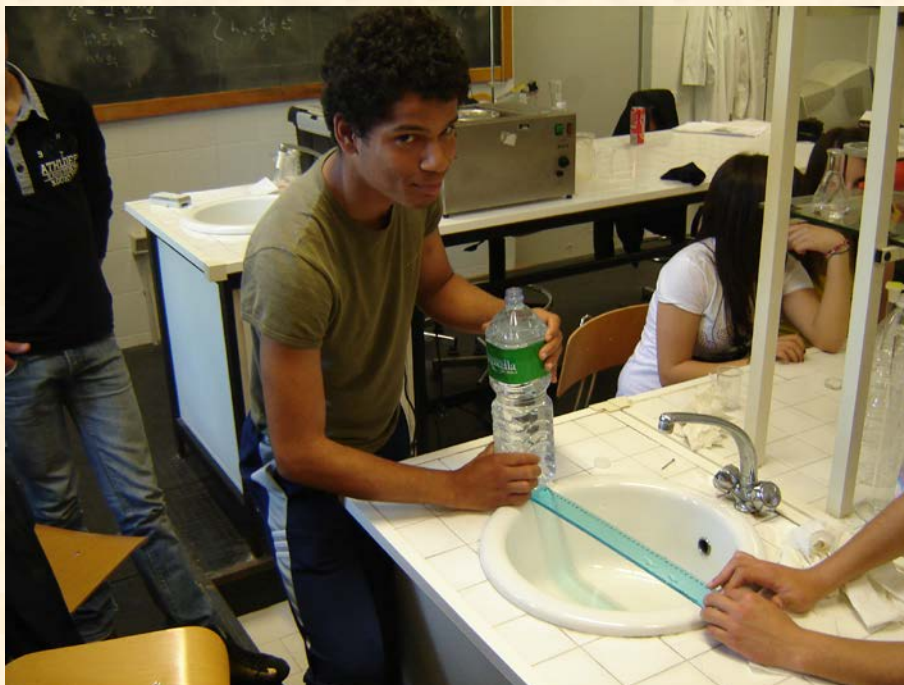
**Soffiando fra le due lattine si crea una depressione che fa
"attrarre" le lattine.**



Pratichiamo un foro in una bottiglia ad una certa altezza e riempiamola di acqua fino all'orlo tenendo chiuso il foro. Aprendo il foro, l'acqua fuoriesce raggiungendo terra (stesso livello della base della bottiglia) ad una certa distanza che possiamo misurare.

E' possibile effettuare una misura della velocità d'uscita (in funzione della distanza) con considerazioni esclusivamente cinematiche e compararla con la velocità d'uscita ricavata tramite considerazioni basate sull'equazione di Bernoulli





Verifica dell'equazione di Bernoulli

In questo esperimento si misura il peso dell'aria. Una valvola di bicicletta viene montata nel tappo di una bottiglia di plastica e dell'aria viene pompata al suo interno fino a farla divenire ben in tensione. Con una bilancia di precisione si pesa la bottiglia piena di aria così compressa e anche la bottiglia dopo averla fatta sfiatare fino alla pressione atmosferica. Le due misure evidenzieranno che l'aria aggiunta nella bottiglia pesa circa 3 grammi. E' da notare che la spinta di Archimede in questo caso non è cambiata tra le due misure in quanto il volume della bottiglia rimane invariato.



Il gonfiaggio

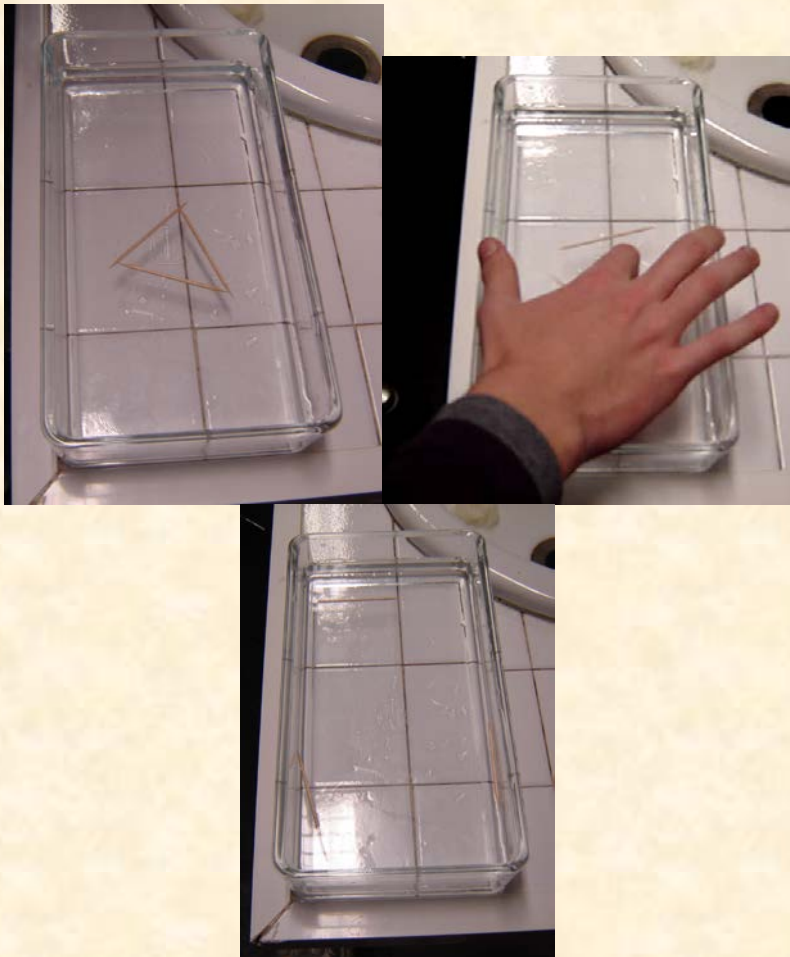


Bottiglia con l'aria compressa



Bottiglia "svuotata"

Poniamo tre stuzzicadenti dentro un recipiente pieno d'acqua, disposti a forma di triangolo. Mettiamo una goccia di sapone all'interno del triangolo: osserveremo una forte repulsione fra gli stuzzicadenti.



Il sapone altera fortemente la tensione superficiale.

Riempiamo d'acqua fino all'orlo un contenitore. Aggiungiamo lentamente poca altra acqua, si osserva che essa non cade immediatamente all'esterno ma si forma una sorta di collinetta d'acqua, che si mantiene grazie alle forze di adesione, fra l'acqua e il bordo del recipiente.



Forze di adesione.

Questa esperienza illustra come la pressione in un liquido pesante aumenti con la profondità. Utilizziamo una bottiglia di plastica piena d'acqua e forata a diverse altezze. Si osserveranno una serie di zampilli a velocità dell'acqua via via crescente con la profondità. Il nesso con la legge di conservazione dell'energia permette di comprendere anche quantitativamente il fenomeno.



La bottiglia con più fori

In questa esperienza si può apprezzare l'esistenza della pressione atmosferica. Una latta di acciaio riempita con due dita d'acqua è posta su un fornellino elettrico per fare bollire l'acqua. Non appena il vapore d'acqua caldo espelle l'aria fredda dall'interno della latta, essa è tolta dalla sorgente di calore e posta ben tappata su un ripiano, in modo che possa raffreddarsi lentamente senza che l'aria esterna possa rientrare. Dopo pochi minuti di attesa si osserverà una repentina implosione e un successivo continuo schiacciamento della latta a causa del mancato equilibrio fra la pressione interna dei vapori acquei ormai freddi, e la pressione atmosferica esterna alla latta.





Schiacciamento della latta

Questo esperimento illustra la spinta di Archimede utilizzando un normale contagocce immerso in acqua. Il contagocce a causa della spinta di Archimede riesce a galleggiare. Basta tuttavia aumentare la pressione interna schiacciando i lati del contenitore perché il contagocce, riempiendosi maggiormente di acqua, tenderà ad affondare per una diminuzione del volume efficace per la spinta di Archimede.



Il diavolello di Cartesio “affondato”



I.T.C.G.
Carlo Alberto
Dalla Chiesa

Programma Operativo Regionale Regione Sicilia FSE 2007/2013

Creiamo la storia

Giornaling
enil no

Cineforum

A teatro

La scienza da spettacolo

Matematica
e fiammiferi

la scienza con
le nostre mani

I piccoli robot

Organizziamo una vetrina
di monitoraggio



Dipartimento di Fisica
dell'Università degli
Studi di Palermo

 Learning Academy
makes you better

COOPERATIVA CITTÀ' NUOVA 