

## ATTIVITA' DI TIROCINIO ATTIVO

Le attività sono state rivolte ad una classe terza di liceo scientifico tradizionale, che affronta per il primo anno lo studio della fisica e quindi hanno investito campi ben precisi della fisica: principalmente

- studio dei moti, forze, equilibrio,
- energia,
- comportamento dei fluidi,
- studio dei fenomeni luminosi ed acustici.

L'obiettivo è quello di promuovere la scoperta di alcune delle leggi fondamentali attraverso una serie di schede che hanno lo scopo di orientare la sperimentazione nonché favorire la discussione all'interno del gruppo.

### Scheda di Meccanica

#### Annaffiatoio rotante

##### GIOCATTOLO

Sono messi a vostra disposizione i seguenti materiali:

- 1- 1 erogatore di acqua
- 2- 1 tubo di gomma
- 3- 1 annaffiatoio
- 4- 1 spazio all'aperto

##### GIOCO – SPERIMENTAZIONE

Attaccate il tubo da un lato al rubinetto e dall'altro all'annaffiatoio.

Allontanatevi.

Aprite il rubinetto.

##### DOMANDE

Come esce l'acqua? .....

Che tipo di moto fa l'annaffiatoio? .....

Spiegarne il funzionamento in termini dinamici .....

.....

##### NOTA

L'oggetto che avete usato si può anche chiamare mulinello (cosa ha in comune con un mulino ad acqua e cosa di diverso? .....) e serve appunto per innaffiare il terreno in tutte le direzioni, anche nelle zone adiacenti ad esso (da cosa lo si capisce?.....  
.....)

### Scheda di Meccanica –

#### Dinamica del corpo rigido

#### Barchetta “dispettosa”

##### GIOCATTOLO

Sono messi a vostra disposizione i seguenti materiali:

- 1- 1 barchetta a forma di gondola

GIOCO - SPERIMENTAZIONE e DOMANDE

Muovete leggermente la barchetta dalla sua posizione di equilibrio

Cosa osservate? .....

Quali forze agiscono sulla barchetta? .....

Come pensate che sia costruita la barchetta? .....

**Scheda di Meccanica**

**Secchio in rotazione**

**GIOCATTOLO**

**Sono messi a vostra disposizione i seguenti materiali:**

- 1- 1 secchio
- 2- 1 erogatore di acqua
- 3- 1 studente come cavia.

**GIOCO – SPERIMENTAZIONE**

**Scheda di Meccanica . Secchio in rotazione**

Lo studente-cavia prova a far ruotare il secchio vuoto in un piano verticale.

Riempite il secchio per metà di acqua.

Chiedete alla cavia di farlo ruotare nuovamente in un piano verticale.

**DOMANDE**

Lo studente-cavia si è bagnato? .....

Ha incontrato difficoltà a far ruotare il secchio pieno senza bagnarsi? .....

La forza che egli ha dovuto applicare è costante in tutto il giro del secchio? .....

Quale tipo di moto pensate che faccia fa il secchio ( e l'acqua in esso contenuta) ? .....

.....  
Quali forze agiscono? .....

Fate uno schema delle forze che agiscono sul secchio, per 4 punti della traiettoria, cioè:

1) punto più basso

3) punto più alto

2 e 4) punti di massima distanza rispetto al corpo dello studente.

Negli stessi 4 punti della traiettoria indicate ora il vettore velocità lineare.

**Scheda di Meccanica –**

**Dinamica del corpo rigido. Doppio cono**



### ROTOLANDO VERSO.....L'ALTO!!!

Osserva più volte e con attenzione il movimento del doppio cono sulla rotaia.

Che cosa noti?.....

[Il doppio cono apparentemente sale lungo la rotaia]

Quello che hai osservato va contro le leggi di conservazione della meccanica che tu hai sicuramente studiato negli anni passati?.....

[Sembrirebbe, perché un corpo sotto l'azione del suo peso si muove spontaneamente verso punti dove l'energia potenziale gravitazionale è minore ( oppure: lasciato libero di muoversi il corpo non può compiere un lavoro negativo a causa del suo peso)]

Proviamo a fare alcune considerazioni sul moto del doppio cono e leggi della fisica che descrivono tale movimento che ti aiuteranno nella risoluzione di questo problema:

Lo studio del moto di un corpo (sistema di particelle) è piuttosto complesso, rinunciamo allo studio del moto delle singole particelle del sistema composto e focalizziamo l'attenzione sul moto di un particolare punto del sistema, nel quale possiamo pensare che sia concentrata tutta la massa del corpo, il centro di massa. E' sinonimo di baricentro?.....

[Coincide con il baricentro se nei punti del sistema l'accelerazione di gravità assume lo stesso valore ( situazione che si verifica localmente vicino alla superficie terrestre, campo gravitazionale uniforme)]

Per corpi non troppo estesi sì, l'importante è che su tutti i punti del corpo agisca la stessa accelerazione di gravità!

Possiamo pensare che il cilindro e la rotaia formino un sistema isolato? Ti ricordi che cos'è un sistema isolato?

[E' un sistema sul quale non agiscono forze dall'esterno oppure la risultante delle forze esterne è nulla ( o almeno le forze esterne che agiscono sono trascurabili rispetto a quelle interne)]

Il centro di massa del corpo che rotola si muove come un punto materiale in cui è concentrata tutta la massa del sistema e sul quale agisce la risultante delle forze esterne.

Prova ancora ad osservare la salita/discesa del doppio cono: esso si muove sotto l'azione di? .....  
..... [della forza peso]

Quando il corpo ha raggiunto il fondo della rotaia è in grado spontaneamente di ritornare al punto di partenza?..... [No] Eppure ha percorso un cammino in salita! !!!

Forse solo in apparenza !!!!

Devi seguire e concentrarti sul moto del ..... [suo baricentro]

Dove si dirigerà? ..... [Verso il basso]  
Tutto ciò va allora contro le leggi del moto della fisica? ... ..... [No]  
Perché? ..... [Il  
baricentro si muove verso punti in cui l'energia potenziale gravitazionale è minore]

## Scheda di Meccanica del corpo rigido YO-YO'

### GIOCATTOLO

yo-yò



### GIOCO – SPERIMENTAZIONE

Avrai già giocato allo yo-yò o comunque osservato un giocatore più o meno esperto in azione. Saprai dunque che per realizzare il classico movimento verticale della ruota che sale e scende è necessaria una buona coordinazione ed un discreto allenamento. Dopo aver avvolto il filo intorno al cilindretto interno della ruota e infilato il dito nel cappio (l'anello fissato all'estremità del filo opposta alla ruota), è necessario sincronizzare il movimento della ruota con il movimento del braccio in modo da fornire le spinte necessarie perché il movimento prosegua a lungo.

### **DOMANDE: Alla ricerca della fisica “nascosta”**

**1• Domanda 1:** descrivi l'andamento della velocità della ruota durante un periodo completo del moto ciclico dello yo-yò.

**[Risposta:** All'interno di un singolo periodo sono presenti due semiperiodi che cominciano e finiscono entrambi con la ruota ferma nella posizione più alta con il filo completamente arrotolato. Tre fasi ben distinte portano in entrambi i casi alla configurazione sopra descritta: 1) discesa con aumento graduale della velocità da 0 ad un certo valore massimo; 2) inversione della direzione della velocità che mantiene il modulo pressoché invariato (vedi la risposta successiva per maggiori dettagli); 3) risalita con diminuzione graduale della velocità dalla velocità massima a 0. Da notare che nei due semiperiodi il verso di rotazione è opposto.]

**1• Domanda 2:** Nell'istante in cui lo yo-yo si srotola del tutto raggiungendo il suo punto più basso la ruota subisce una forza impulsiva, simile a quella presente negli urti. i) Come si può definire tale urto nell'ipotesi semplificatoria che l'energia cinetica nell'istante immediatamente precedente e successivo sia la stessa? ii) E se questo, come succede nella realtà, non si verifica? iii) Descrivi l'andamento delle variabili cinematiche in entrambi i casi.

**[Risposta:** i) Elastico. ii) Anelastico. iii) La velocità dopo l'urto ha modulo e direzioni uguali ma verso opposto, mentre si conserva il verso del moto rotazionale (il momento della forza impulsiva è nullo). Nel caso anelastico anche il modulo varia, diminuendo.]

**1• Domanda 3:** Cosa avviene se, ad un certo punto, il giocatore smette di alimentare il movimento dello yo-yò? Perché?

[**Risposta:** dall'istante in cui il giocatore si "ferma" l'energia meccanica del sistema inizia a diminuire, a causa dell'attrito delle parti in movimento tra di loro e con l'aria e dell'anelasticità dell'"urto" che la ruota subisce quando il filo è completamente srotolato.]

**Domanda 4:** Cosa succede quando un giocatore abile aziona lo yo-yò? Perché?

[**Risposta:** Il moto non si smorza nel tempo grazie all'abilità del giocatore che riesce a fornire, con il classico movimento giù-sù della mano, le due forze "impulsive" aggiuntive (una verso il basso subito prima che lo yo-yò raggiunga il punto più basso e l'altra verso l'alto subito dopo) che forniscono al sistema lavoro positivo. Tale energia compensa esattamente la parte di energia meccanica dissipata sottoforma di energia termica durante ogni ciclo.]

## Schedi di meccanica -dinamica del corpo rigido

### Trottola

#### GIOCATTOLO

#### GIOCO – SPERIMENTAZIONE

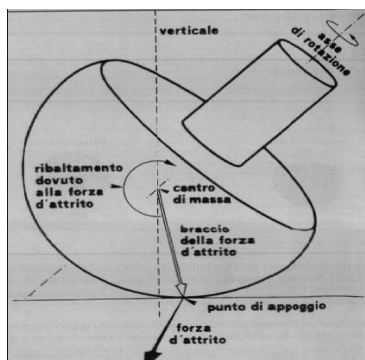
Se si mette in rotazione la trottola, essa si capovolge mettendosi in rotazione sulla punta.

#### DOMANDE

Perché la trottola si ribalta? Non dovrebbe disporsi invece in modo da avere il baricentro più basso? A cosa è dovuto quel movimento ondeggiante attorno all'asse di rotazione? Che tipi di movimenti osservi? Che cosa è il vettore momento della quantità di moto della trottola? Se osservi il moto della trottola riflesso in uno specchio noti qualche cosa di strano nel comportamento di questo vettore? Come si comportano i vettori rispetto a una inversione del verso degli assi del sistema di riferimento (i fisici la chiamano trasformazione di parità)? Rifletti!

**E' fondamentale cercare di rispondere alla seguente domanda prima di provare a vedere realmente cosa succede.** Immagina di fare ruotare la trottola in senso orario guardandola dall'alto; dopo che si sarà ribaltata, sempre guardandola dall'alto, in che verso ruoterà?

Che te ne pare del seguente ragionamento? "Vediamo un po'. Essa gira in senso orario. Quando si capovolge essa deve continuare a girare nello stesso senso. E' ovvio che non può fermarsi e ricominciare nell'altra direzione. Ma se le estremità dell'asse di rotazione sono invertite, la rotazione dovrà essere invertita guardando dall'alto. In altre parole, la trottola capovolta girerà in senso antiorario". Cosa ti pare di questo ragionamento? Tutto sembra filare liscio ... ?



#### SPIEGAZIONE

Non facile: è basata sulle leggi della dinamica del corpo rigido

#### COSA ACCADE

Se si fa ruotare velocemente la trottola, dopo un po' di tempo essa si ribalta e continua a ruotare sul picciolo, anziché sulla base sferica, nonostante il fatto che il suo centro di massa in tale ribaltamento

viene a sollevarsi considerevolmente rispetto alla quota iniziale. Questo comportamento paradossale può spiegarsi grazie alla forza di attrito che nasce a causa del punto di contatto sul piano del tavolo. Tale forza di attrito è tangente al tavolo, come mostrato in figura, e rispetto al centro di massa genera un momento  $M$  che via via fa inclinare l'asse della trottola, fino a farlo ribaltare. Per una dimostrazione qualitativa, si tenga presente che vale la relazione vettoriale:

$$M = dL/dt$$

**Schedi di meccanica -dinamica del corpo rigido** dove  $M$  è il momento della forza di attrito, mentre  $L$  è il momento angolare della trottola, che ha la direzione del suo asse. Da tale relazione si trae che il vettore variazione del momento angolare ha la stessa direzione del vettore  $M$ , quindi, in base alla figura, si conclude che  $M$  tende a far inclinare sempre di più verso il basso il vettore  $L$ .

Il paradosso energetico per cui a causa dell'attrito il centro di massa sale anziché scendere, va spiegato considerando che ciò avviene a spese dell'energia cinetica di rotazione della trottola.

Poiché nell'interpretazione sopra presentata gioca un ruolo fondamentale l'attrito contro il piano di appoggio, si può mettere alla prova tale interpretazione facendo ruotare la trottola su una lastra di vetro, per controllare il cambiamento di comportamento quando l'attrito è molto minore.

**Bibliografia**

M. Gardner, Enigmi e giochi matematici, vol. 4, Sansoni Editore  
 C. M. Braams, "The Symmetrical Spherical Top", Nature, **170**;  
 C. M. Braams, "The Tippe Top", American Journal of Physics, **27**.)

**Scheda di Meccanica – Dinamica del corpo rigido**

**Trottoline**

**GIOCATTOLO**

Sono messi a vostra disposizione i seguenti materiali:

- 1- alcune monetine
- 2- 1 trottola molto appuntita
- 3- 1 trottola molto poco appuntita
- 4- 1 trottola tondeggiante

**GIOCO – SPERIMENTAZIONE E DOMANDE**

**Fate ruotare le monete**

**Provate a descrivere il moto della moneta .....**

- Perché non cade?.....
- Quali forze sono in gioco? .....
- Quali caratteristiche della moneta ne determinano il moto? .....

**Fate ruotare le trottole**

Cominciando da quella più appuntita provate a farle ruotare e descrivetene il movimento

- .....
- Perché la trottola non cade?.....
- Quali forze sono in gioco? .....
- Quali caratteristiche della trottola ne determinano il moto? .....

Come spieghereste la differenza di comportamento della trottola “tondeggiante” (vedi scheda specifica)

Quali grandezze sono usate in fisica per studiare i moti di rotazione? (suggerimento: la parola “momento...”)

Come si esprimono le leggi della dinamica nel caso di moti rotatori?

### Scheda di Meccanica delle vibrazioni

#### Elica misteriosa



#### **GIOCATTOLO**

Si tratta di un bastoncino con diverse tacche incise; sulla cima del bastoncino è fissata una piccola elica libera di ruotare attorno ad uno spillo. Un secondo bastoncino viene usato per strofinare le tacche.

#### **GIOCO – SPERIMENTAZIONE**

Strofinando su e giù il bastoncino si dovrebbe riuscire a fare girare l’elica in un senso o nell’altro. Se non ci riesci chiama qualcuno che conosca il trucco e ti dimostri come realmente è possibile fare girare in un verso o nell’altro l’elica.

#### **DOMANDE**

Perché l’elica ruota? Perché può ruotare in un verso o nel verso opposto? Secondo il fisico Jearl Walker “Il luna park della fisica” l’inversione è determinata da una variazione dell’intensità dei raggi cosmici: sei d’accordo?

#### **SPIEGAZIONE**

Sovrapposizione di onde ...

#### **SCHEDA DI GIOCO**

##### FLUIDI

(Flusso di Bernoulli per fluidi ideali)

#### **GIOCATTOLO**

Sono sufficienti un phon e un paio di palline da ping pong, un imbuto collegabile mediante un tubo al phon, un imbuto con la bocca piatta (Fig. 4)

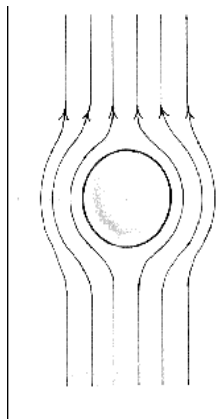


Figura 1

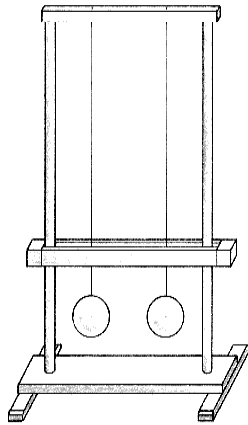


Figura 2

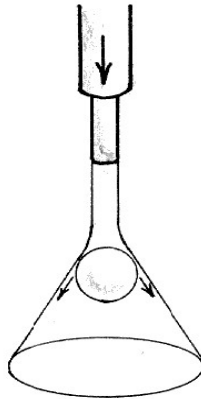


Figura 3

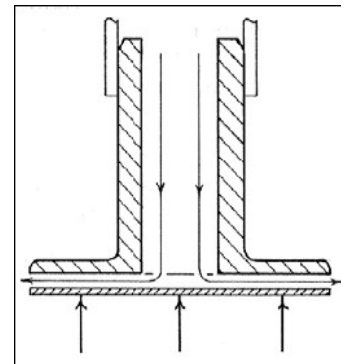


Figura 4

### GIOCO – SPERIMENTAZIONE

Si possono effettuare alcune classiche dimostrazioni relative ai fluidi in movimento.

Il getto di aria del phon è in grado di sostenere una pallina da ping pong che rimane nel flusso di aria con una certa stabilità (provare a spostare o inclinare il getto).

#### DOMANDE

Nella figura 2 due palline da ping pong sono sospese ad un sostegno; se si soffia un getto d'aria tra le due palline cosa succede? Se si inverte il verso del flusso pensi che cambi qualcosa?

Cosa succede (vedi figura 3) se si soffia un getto di aria contro una pallina attraverso un condotto a forma di imbuto? La pallina viene respinta o aspirata? E se si inverte il flusso?

Analogamente quale forza determina su di un oggetto piatto (un cartoncino) un flusso che attraversa un condotto della forma mostrata in figura 4?

Fare delle ipotesi prima di verificare.

Perché nel caso della figura 1 il moto della pallina risulta particolarmente stabile? La pallina ruota su se stessa? Ruota in un verso particolare?

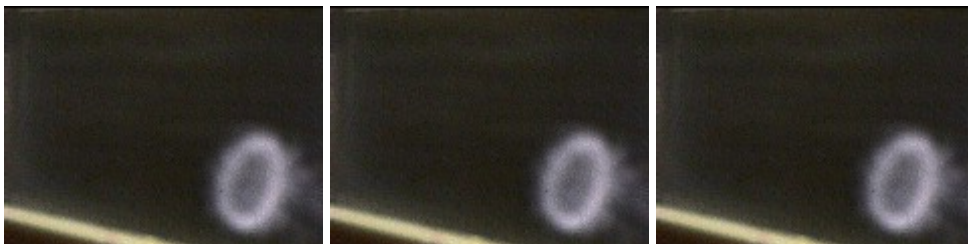
#### SPIEGAZIONE

Effetto Bernoulli per i fluidi perfetti (o ideali).

### 1 SCHEDA DI GIOCO

**FLUIDI (Moto vorticoso di un fluido) gioco proposto da GIORGIO HAUSERMANN**

Tamburo per anelli di fumo



### GIOCATTOLO

Il giocattolo consiste in un tamburo cilindrico con una base sostituita da una membrana elastica di gomma sufficientemente spessa e l'altra faccia bucata con un foro circolare sull'asse.



Se con la mano si dà un colpo secco sul diaframma di gomma, un vortice anulare di aria viene proiettato di là dal foro. Benché il vortice sia invisibile, si può dire che c'è perché può spengere una candela a distanza di 3 – 6 metri. Il vortice può essere visibile se si introduce del fumo nel tamburo. Conviene proiettare un fascio luminoso per rendere più visibili gli anelli.

Il vortice può essere anche rilevabile con l'olfatto se si introduce del profumo nel tamburo.

### GIOCO – SPERIMENTAZIONE

Provare a battere il tamburo più o meno forte; si possono produrre anelli che corrono uno dietro l'altro; si può osservare il loro comportamento nel momento in cui si avvicinano ad una parete o incontrano degli ostacoli o urtano altri anelli<sup>1</sup>. Collegando il tamburo a un generatore Van de Graaf si possono ottenere anelli di aria elettrizzata rivelabili a distanza con un elettrometro.

### DOMANDE



Come è fatto un anello di fluido? Quali sono le sue dimensioni (sono stabili durante il moto?), come sono fatte le linee di corrente del fluido e le linee vorticose? Qual è la direzione di propagazione in relazione alla direzione delle linee vorticose? In che modo si formano gli anelli e perché sono così stabili? Come si spiegano i fenomeni osservati al punto precedente (in particolare il comportamento di un anello in prossimità di una parete o di un altro anello)?

<sup>1</sup> Per osservare meglio alcune caratteristiche del fenomeno si possono produrre anelli in acqua facendo cadere delle gocce di acqua colorata in un bicchiere pieno d'acqua.

<sup>2</sup> Per il concetto di linee di corrente e linee vorticose vedere scheda di teoria

### SCHEMA DI GIOCO

FLUIDI (Principio di Pascal /Spinta di Archimede/Leggi dei gas perfetti)

GIOCATTOLO

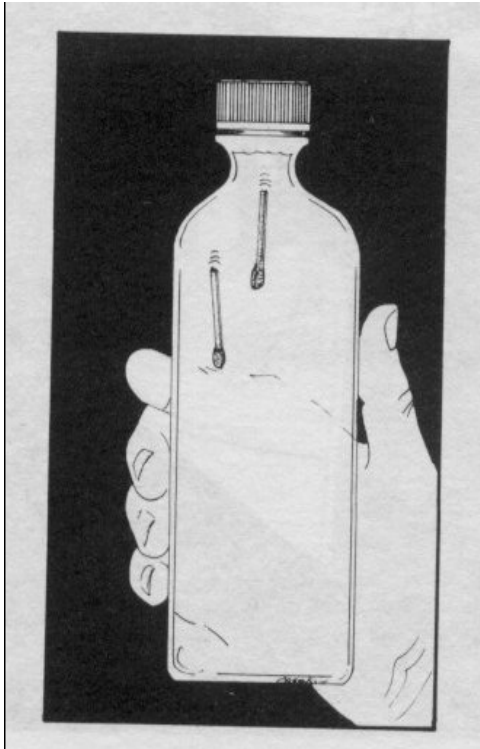
Questo giocattolo è noto come “diavoletto di Cartesio”.

Esistono molte versioni di questo giocattolo (per esempio <http://www.iapht.unito.it/giocattoli/>).

Consideriamone la seguente versione proposta da M.Gardner.

Si prende un cerino o un fiammifero di carta e si inserisce all'interno di una bottiglia piena di acqua fino all'orlo e ... fatto!(figura 1) Una versione utile per osservazioni non solo qualitative utilizza, al posto del fiammifero, una piccola provetta, possibilmente graduata, inserita capovolta nella bottiglia.

Una versione più adatta a sperimentare è costituita da un tubo di plexiglass pieno di acqua all'interno del quale il palombaro (vedi figura 2) è costituito da una siringa graduata aperta e appesantita dal lato del pistone; dalla parte dell'ago un tappo permette di regolare la quantità di aria intrappolata in superficie. Una calamita permette di recuperare, se necessario, il palombaro dal fondo del tubo senza svuotarlo



**Figura 1**



**Figura 2**

Si prende un cerino o un fiammifero di carta e si inserisce all'interno di una bottiglia piena di acqua fino all'orlo e ... fatto! (figura 1) Una versione utile per osservazioni non solo qualitative utilizza, al posto del fiammifero, una piccola provetta, possibilmente graduata, inserita capovolta nella bottiglia.

Una versione più adatta a sperimentare è costituita da un tubo di plexiglass pieno di acqua all'interno del quale il palombaro (vedi figura 2) è costituito da una siringa graduata aperta e appesantita dal lato del pistone; dalla parte dell'ago un tappo permette di regolare la quantità di aria intrappolata in superficie. Una calamita permette di recuperare, se necessario, il palombaro dal fondo del tubo senza svuotarlo.

#### GIOCO – SPERIMENTAZIONE

Se si ha una bottiglia di plastica, dopo averla tappata ermeticamente, comprimendola a sufficienza si riesce a far affondare il cerino; allentando la pressione il cerino risale. Se si ha una bottiglia di vetro, piena di acqua fino all'orlo, si può osservare la stessa cosa, semplicemente spingendo un dito (o un tappo) nel collo della bottiglia in modo da esercitare una pressione. Una pressione variabile può anche essere esercitata mediante un palloncino gonfiato applicato al collo della bottiglia.

Ci si può divertire con due fiammiferi che salgono e scendono alternativamente a seconda della pressione esercitata.

#### DOMANDE

Perché il “diavoleto” affonda aumentando la pressione “sulla” bottiglia? Per quale valore della pressione esterna il diavoleto affonda? Il diavoleto può sempre riemergere oppure c'è un limite di profondità al di sotto del quale, anche riportando la pressione esterna al valore iniziale, esso non può più riemergere? Senza modificare la pressione esterna, hai un'idea su come far riemergere il diavoleto?

#### SPIEGAZIONE

Trova una relazione che fornisca la profondità massima dalla quale il diavoleto possa riemergere, una volta ristabilita la pressione iniziale (in quel punto il diavoleto si trova in una posizione di equilibrio instabile).

Quale influenza può avere la temperatura dell'acqua sul movimento del diavoleto?

#### SPERIMENTAZIONE ULTERIORE

Il diavoleto può essere riempito con una goccia di liquido volatile (va bene etere di petrolio) e il fondo del recipiente può essere scaldato con una lampadina da 60 W, mentre la parte superiore può essere raffreddata

con del ghiaccio.

Come si comporta il sistema? Possiamo considerare il tutto come una macchina termica e applicare le leggi della termodinamica per descriverne il movimento?

1 Pensa o prova questo: un pallone pieno d'aria è tenuto completamente immerso sott'acqua da un peso ad esso attaccato. Il peso è quello massimo possibile che gli consente di non affondare. Se lo si spinge più a fondo e lo si lascia andare, che cosa fa il pallone? Ritorna verso la superficie, rimane dove si trova o affonda?

## SCHEMA DI GIOCO

### Calcolo della profondità del punto di equilibrio instabile

Supponiamo  $T$  (temperatura) costante

Per la legge di Stevino la pressione  $p(h)$  alla profondità  $h$  sarà ( $\rho$  indica la densità del fluido):

$$p(h) = p_0 + \rho gh$$

Con  $m$  indichiamo la massa del palombaro (inclusa l'aria in esso contenuta). Alla profondità  $h$  l'aria intrappolata occupa il volume  $V(h)$

La condizione di galleggiamento è:

$$\rho gh$$

$$mg \leq \rho g V(h) \leq (g \rho p_0 V_0) / (p_0 + \rho gh)$$

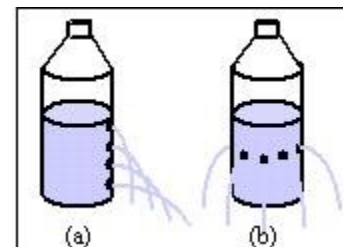
Dove si è usata la legge di Boyle, essendo  $T$  costante:

Se  $p_0 \approx 1 \text{ atm}$  e  $\rho$  è la densità dell'acqua allora  $\approx$

$$h_{max} = (p_0 / g \rho) (\rho V_0 - m) / m$$

Se  $p_0 \approx 1 \text{ atm}$  e  $\rho$  è la densità dell'acqua allora  $p_0 / g \rho \approx 10 \text{ m}$ , perché una colonna di acqua di 10 m esercita la pressione di circa 1 atm

## Gli zampilli intelligenti



### Materiale e istruzioni di montaggio:

usare una qualsiasi bottiglia di plastica; con un ago caldo fare dei buchi regolari a differenti altezze (a) o alla stessa altezza (b).

### Come giocare:

riempire la bottiglia con acqua, l'acqua si verserà con direzione iniziale perpendicolare alla superficie laterale e con velocità che cresce dall'alto verso il basso (bottiglia a sinistra). Se il tappo è chiuso, l'acqua non fuoriesce, tuttavia si può farla uscire comprimendo la bottiglia.

### La Fisica:

- *principio di Pascal*: la pressione in un fluido si propaga in tutte le direzioni,
- la *forza* dovuta alla pressione è *perpendicolare* alla superficie di uscita,
- la *pressione* aumenta con la profondità dell'acqua (*legge di Stevino*),
- se il tappo è chiuso, l'acqua non può uscire perché il *volume dell'aria* intrappolata nella bottiglia non può cambiare a meno che la sua pressione non cambi (*legge di Boyle*): comprimendo la bottiglia, la pressione aumenta e il volume di aria diminuisce.
- *osservare* come varia il *volume dell'aria* (**Vf**)
- *scoprire la pressione* come caratteristica dell'interazione nei fluidi (*compressione* - **Pa**),
- *esaminare il principio di Pascal* (più evidente con una bottiglia tipo fiasco - **Pb**),

### Note didattiche:

- scoprire la legge di Stevino (**Pb**),
- analizzare la relazione tra la pressione e il volume dell'aria intrappolata (*legge di Boyle - Pa*),
- esaminare le energie associate alla posizione e al moto nell'acqua (**Ea**)
- confrontare con le proprie aspettative.

## Fluidi (Applicazione del teorema di Bernoulli) Giocattolo

E' sufficiente una bottiglia piena di acqua ed inchiostro, un tubo di gomma e un bicchiere

### Gioco- sperimentazione

*Rappresenta una bella applicazione del teorema di Bernoulli. Inserendo nel modo opportuno un tubo all'interno della bottiglia piena di inchiostro si può notare che il bicchiere (al quale arriva l'altra estremità del tubo) si riempie di acqua ed inchiostro senza che nessuno tocchi la bottiglia.*

### Domande

- 1 perché il liquido defluisce dal tubo?
- 2 perché dalla estremità uscente dalla bottiglia il liquido risale, apparentemente violando la forza di gravità?
- 3 a che velocità defluisce?
- 4 cosa posso aspettarmi variando la sezione del tubo?
- 5 quanto tempo impiega la bottiglia a svuotarsi del tutto?

### Spunti di riflessione

- la parte più alta del tubo potrebbe raggiungere qualsiasi livello e l'esperimento continuerebbe a funzionare?
- l'esperimento funzionerebbe se fossimo nel vuoto?
- come pensi evolverebbe il sistema se anziché essere in aria fosse messo dentro una vasca di mercurio?

### Spiegazione

Teorema di Bernoulli

### ...Il tubo girevole!

Nel principio di Archimede è contenuta la locuzione "... dal basso verso l'alto" che indica la direzione e il verso della spinta. Il motivo ora dovrebbe essere abbastanza ovvio: è legato al verso e alla direzione della accelerazione di gravità.

Riempite un tubo di plexiglas di acqua. Prima di chiuderlo inserite una pallina da ping – pong (o un tappo di sughero) e un dado (o un bullone).

Chiudete il tubo con un grosso tappo di gomma avendo cura di far uscire eventuali bolle d'aria.

Ora legate saldamente il tubo in orizzontale alla piattaforma girevole e mettetelo in rotazione.

- Cosa osservate sulla pallina e sul dado? Cercate di spiegare eventuali comportamenti anomali.
- Quante spinte di Archimede sono presenti?
- In che verso agiscono?
- Escludendo la dimensione verticale e considerando solo quella "radiale" dove sono l'alto e il basso?
- Una storiella e una domanda:

“una bambina che sta tornando dalle giostre è seduta in tram con un bel palloncino gonfiato a elio legato alla mano; il palloncino volteggia sopra la sua testa (a causa della spinta di Archimede naturalmente, e lei lo sa!): il tram frena bruscamente e tutti i passeggeri sono spinti in avanti (lei però, che conosce la legge di inerzia, mica si fa fregare...)”.

Ma.... Il suo palloncino dove va? In avanti come i passeggeri, o (!!!) all'indietro? Motivate la risposta alla bambina che non ha ancora fatto l'esperimento del tubo girevole.

Se voleste riscaldare l'acqua nel tubo girevole (cioè riscaldarla mentre il tubo gira) dove mettereste il riscaldatore?

Riformulate il principio di Archimede per il tubo girevole in termini di numero di giri al secondo e di posizione all'interno del tubo:

*“ Un corpo immerso in un liquido immerso nel tubo girevole in rotazione riceve una spinta dal..... verso..... proporzionale alla massa di liquido spostato, al.....del numero di giri e al.....dal centro di rotazione”.*

In base a questo risultato progettate una pentola spaziale per i nostri amici astronauti che stanno ancora aspettando il the....

## **SCHEMA DI GIOCO**

### **INDOVINELLI FLUIDI (Statica dei fluidi/Principio di Archimede/Pressione atmosferica)**

#### **1. Turacciolo in un bicchiere**

Se si pone un piccolo tappo di sughero o altro galleggiante in un bicchiere di acqua si nota che si va a posizionare sempre sul bordo. Perché? Come fare perché rimanga in equilibrio stabile al centro?

#### **2. Turacciolo spinto sul fondo di un bicchiere**

Come si può fare per mandare il tappo sul fondo senza toccarlo? Il tappo non si può toccare, nemmeno indirettamente, per esempio con un bastoncino.

#### **3. Problema per palloni gonfiati**

Riprodurre l'oggetto mostrato a fianco: un pallone gonfio con la bocca aperta. Materiale a disposizione: una bottiglia di vetro e un palloncino di gomma. Inventarsi almeno tre modi diversi per ottenere il risultato.

#### **4. Uovo sodo in bottiglia**

Mandare un uovo sodo sbucciato dentro una bottiglia che ha il collo più stretto dell'uovo.

Materiale a disposizione: una bottiglia con il collo leggermente più piccolo dell'uovo, un pezzo di giornale, uovo sodo sbucciato, olio d'oliva o di semi, fiammiferi.

Più difficile: fare la stessa cosa con un uovo non sbucciato, far uscire l'uovo senza rompere la bottiglia

#### **5. Cannuccia attraverso una patata**

Far passare una cannuccia da bibita attraverso una patata: la cosa può essere quanto mai utile nel caso si volesse realizzare un tunnel nella patata. Se tuttavia si spinge la cannuccia contro la patata essa (la cannuccia) si piega e accartoccia.

#### **6. Don't throw anything out from the boat**

Una barchetta galleggia dentro una vaschetta piena di acqua; nella barchetta ci sono

- a) un oggetto metallico;
- b) un pezzo di legno;
- c) un cubetto di ghiaccio.

Come varia, se varia, il livello dell'acqua nella vaschetta quando uno di questi oggetti viene buttato nella vaschetta ?

## SCHEDA DI GIOCO

### SOLUZIONI

1.

Il turacciolo, galleggiando, si porta nella posizione di massima energia potenziale, cioè nei punti del liquido più in alto, vale a dire sul bordo del recipiente dove l'acqua aderisce con un menisco concavo. Se si riempie lentamente il bicchiere fino a poco oltre il bordo, la tensione superficiale forma una superficie convessa il cui punto più alto si trova al centro.

2.

Si rovescia sopra il tappo un bicchiere più piccolo vuoto e si spinge in fondo: l'aria intrappolata nel bicchiere capovolto spinge l'acqua in basso e quando il bicchiere tocca il fondo il turacciolo si trova a galleggiare appena sopra il fondo.

3.

Si inserisce il palloncino nella bottiglia in modo che la sua bocca fuoriesca dalla bottiglia; quindi si riempie di acqua facendo in modo che l'aria dentro la bottiglia fuoriesca; infine si ripiega la bocca del palloncino sul bordo della bottiglia e si svuota l'acqua.

Oppure si gonfia come sopra il palloncino, non con l'acqua, ma con l'aria, tenendo una cannuccia inserita tra il palloncino e la bottiglia, in modo che, gonfiandosi il palloncino, l'aria possa essere espulsa. Si ripiega la bocca del palloncino sul bordo della bottiglia.

Oppure si scalda l'aria dentro la bottiglia e poi si tappa con il palloncino; raffreddandosi l'aria dentro la bottiglia, l'aria esterna spinge il palloncino, rovesciandolo come un guanto dentro la bottiglia.

Oppure ...

4.

#### Ricetta

Fare bollire l'uovo e togliere la buccia; ungere l'uovo con l'olio; fare con il pezzo di giornale una piccola miccia e inserirla accesa nella bottiglia; piazzare l'uovo sul collo della bottiglia.

Inizialmente l'aria viene espulsa dalla bottiglia e quindi l'uovo viene "risucchiato" dentro.

#### Teoria

La carta, bruciando, scalda l'aria dentro la bottiglia che, di conseguenza, si espande; spingendo l'uovo che tappa la bottiglia, parte dell'aria viene espulsa dalla bottiglia. Quando il fuoco si spegne i gas dentro la bottiglia si raffreddano a volume costante, per cui la pressione interna diminuisce. La pressione atmosferica esterna, non più equilibrata, spinge l'uovo dentro la bottiglia. Per fare uscire l'uovo bisogna soffiare con forza dentro la bottiglia e rovesciarla; l'aria compressa fa uscire l'uovo. Per lavorare con un uovo con il guscio bisogna tenerlo immerso per qualche ora in aceto caldo, il che fa ammorbidire il guscio. Una volta dentro la bottiglia l'uovo, tenuto in acqua fredda per una notte ritorna della consistenza originaria. (Vedere referenza).

5. Invece di spingere la cannuccia contro la patata come mostra la figura 1, bisogna tappare con il pollice un'estremità e spingere l'altra contro l'ortaggio. La pressione dell'aria dentro la cannuccia le permette di non accartocciarsi contro la patata.

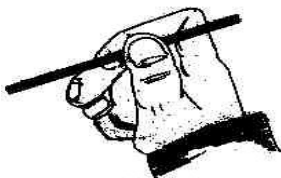


Figure 1.

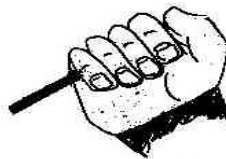


Figure 2.

6.

Applicando il principio di Archimede si deduce che:

a) togliendo l'oggetto metallico dalla barchetta il livello si abbassa perché il volume di acqua spostato si riduce per un peso pari a quello dell'oggetto; mettendo poi l'oggetto nell'acqua il livello aumenta ma di meno perché l'oggetto è più denso dell'acqua. In conclusione: il livello diminuisce;

b) togliendo l'oggetto di legno (galleggiante) il livello, come sopra, diminuisce; se quindi lo si mette nella vaschetta il livello tornerà quello di prima perché l'oggetto non viene sommerso nell'acqua ma, galleggiando, sposta una massa di acqua esattamente equivalente al suo peso: il livello resta lo stesso;

c) in base a quanto detto al punto precedente, dato che il ghiaccio galleggia, il livello rimane invariato. Se il ghiaccio si scioglie, rimarrà infine solo acqua e il suo livello nella vaschetta sarà quello presente all'inizio.

### *La pressione nel palloncino*

*L'attività consiste nell'osservare come varia la superficie di un palloncino gonfio quando lo si comprime con un disco piatto e nel misurare contemporaneamente la forza applicata e la superficie su cui è applicata la forza, sperimentando così alcune leggi dei gas.*

### **Scopo dell'attività**

- *esplorare come varia la forma del palloncino quando lo si comprime (legge di Pascal)*
- *scoprire per tentativi che per ottenere una grossa superficie di contatto fra disco e palloncino occorre applicare una grossa forza*
- *scoprire per tentativi che è più facile comprimere un palloncino poco gonfio*
- *misurare forze e superfici*
- *misurare la pressione dell'aria nel palloncino*
- 

### **Materiali**

*Occorrono palloncini di gomma, lastre di plexiglas trasparente, lucidi su carta quadrettata, bilancia pesapersone, alcool.*

### **Procedimento**

*Gonfiare un palloncino, provare a schiacciarlo dall'alto usando la lastra di plexiglas trasparente e osservare come si allarga o restringe la superficie di contatto quando si aumenta o si diminuisce la*

### **Quanta aria nei tuoi polmoni?**

*Uno spirometro (cioè un misuratore della capacità respiratoria dei polmoni) si può costruire utilizzando una grossa pentola da cucina, un bottiglione della capacità di cinque litri (precedentemente graduato) con tappo a tenuta, un tubicino di gomma e delle cannucce da bibita.*

*Il bottiglione, riempito di acqua sino all'orlo, dopo essere stato ermeticamente tappato, deve essere capovolto nella pentola che a sua volta contiene qualche dito di acqua sul fondo, in modo tale che il collo sia completamente immerso (per tenere la bottiglia in questa posizione è opportuno costruire un supporto atto a sostenerla, altrimenti occorrerà chiedere a un compagno che la tenga). Tolto il tappo alla bottiglia, si può verificare che l'acqua non scende dalla bottiglia. A questo punto, introdotta una estremità di un tubicino di gomma nel collo della bottiglia, ognuno può insufflarvi dell'aria, semplicemente inserendo nell'altra estremità una cannuccia personale. Man mano che si soffia un certo volume di aria rimpiazza l'acqua nella bottiglia e si può avere un'idea approssimativa e relativa della capacità polmonare.*



## Vasi comunicanti

*Materiale: tre bottigliette di plastica da 1/2 litro, un chiodo caldo, due pezzi di un tubo di gomma flessibile, acqua.*

*Procedimento: aiutandosi con il chiodo caldo, praticate nella parete laterale di due bottigliette, un foro di qualche mm di diametro e forzatevi dentro uno dei capi dei due tubi di gomma in modo che faccia buona tenuta. Nella terza bottiglietta va praticato un foro laterale e uno sul fondo e in essi vanno forzati i due estremi liberi dei tubi. La bottiglietta può essere eventualmente sostenuta da uno scodellino capovolto attraverso il quale viene fatto uscire il tubo fissato sul fondo, come nella foto (alternativamente la bottiglietta può essere semplicemente sostenuta con la mano).*

*Versare acqua in una qualunque delle bottiglie e osservare come fluisce verso le altre, cercando di spiegare le osservazioni alla luce delle tre leggi studiate.*

*È pure interessante provare a vedere che cosa succede se si tiene tappata una bottiglia, oppure due oppure ancora tutte e tre!*





### ***Zampilli....che passione!***

*Occorrono delle bottigliette di plastica, possibilmente di diverse capacità, e delle vaschette. In ogni bottiglietta va aperto un foro sulla parete laterale, vicino al fondo: i fori debbono essere molto simili fra di loro, per poter confrontare gli zampilli. Dovrebbe esserci una vaschetta per raccogliere l'acqua e per non bagnarsi.*



- a) *Si riempia di acqua la bottiglietta, tenendo il foro chiuso con un dito, poi la si tappi e la si sposti in modo che la bottiglia stia sopra la vaschetta. A questo punto, si tolga il dito dal foro: l'acqua esce per brevissimo tempo, poi si blocca. Schiacciando la bottiglietta con le mani, l'acqua esce, con uno zampillo tanto più forte quanto più si preme.*
- b) *Si riempia nuovamente la bottiglietta, come prima, ma ora, dopo essersi spostati sopra la vaschetta e aver tolto il dito dal foro, si sviti il tappo: l'acqua uscirà all'inizio con uno zampillo molto forte, ma, via via che scende il livello dell'acqua, la gittata dello zampillo si riduce progressivamente.*
- c) *Si ripeta l'osservazione in modo da verificare se la gittata dello zampillo dipende solo dal livello dell'acqua oppure anche dalle dimensioni della bottiglia. Si riempiano perciò tutte le bottiglie fino allo stesso livello e si confrontino fra di loro gli zampilli di bottiglie di dimensioni diverse, ad esempio di una bottiglia da mezzo litro e di una da un litro e mezzo: a parità di livello dell'acqua, gli zampilli sono uguali.*



### ***Il sottomarino***

*Prendete un barattolo di vetro con tappo a vite. Praticate due fori nel tappo e fate passare due tubi di gomma flessibile in modo che sporgano asimmetricamente al di sotto. Chiudete e immergete in una vasca di acqua come nella foto. Il “sottomarino” galleggia perché è pieno di aria.*

*Aspirate quindi l’aria dal tubo che sporge meno al di sotto del tappo tenendo immersa in acqua l’estremità libera dell’altro tubo. Osserverete che l’acqua entra nel barattolo che pian piano si immerge (foto di sinistra).*

*Viceversa, se estraete il tubo che prima era immerso nell’acqua e soffiate dall’altro tubo, vedrete l’acqua uscire e il “sottomarino” risalire (foto di destra).*

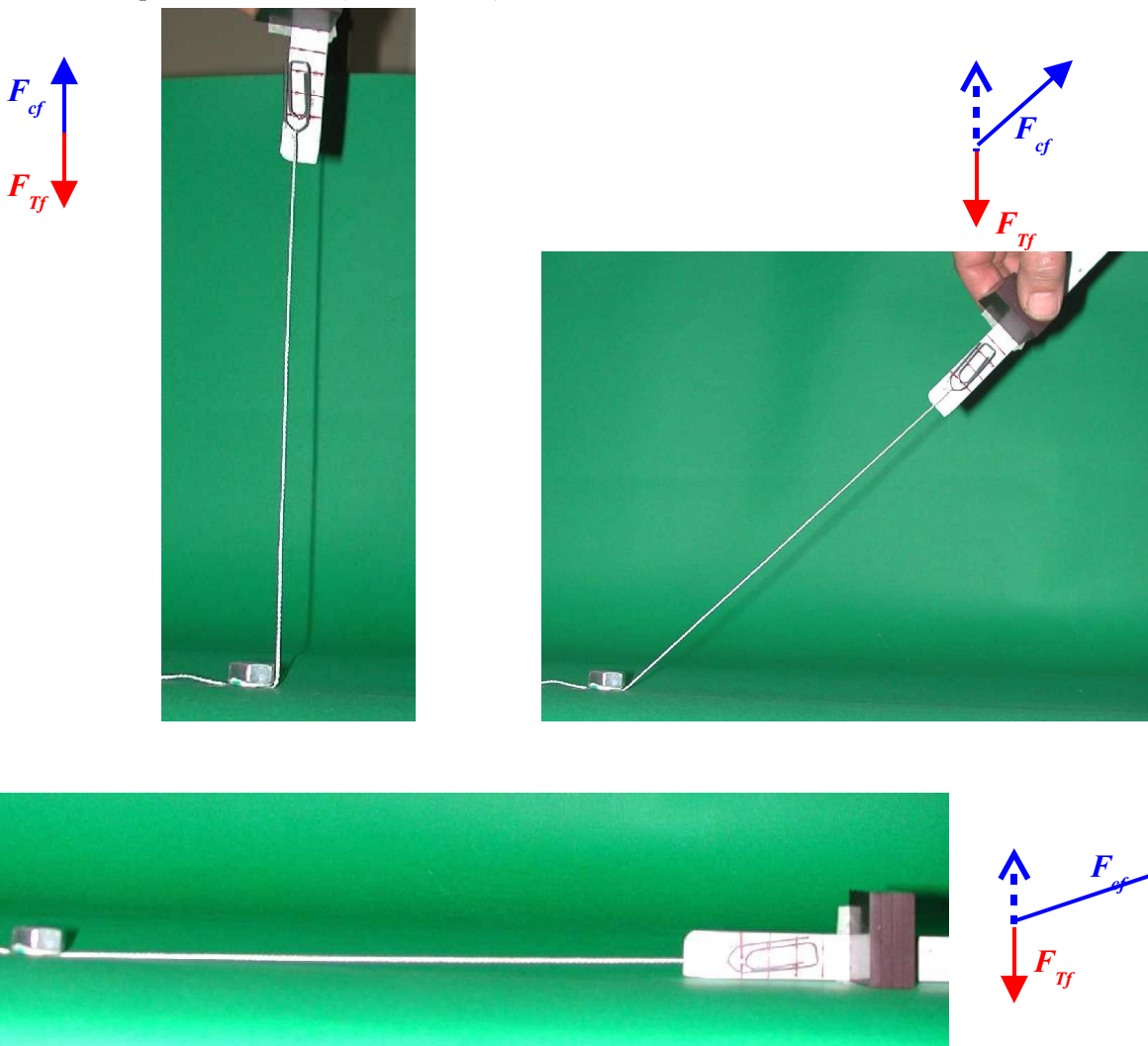


## **EQUILIBRIO**

L’aquilone magnetico

Scheda: Attaccate un cordino leggero alla base di un fermaglio metallico, che fungerà da “aquilone”. Appoggiate cordino e fermaglio su un tavolo e, tenendo fermo con un dito l’estremo libero del cordino, avvicinate una calamita al fermaglio, facendo in modo che la calamita lo attiri senza tuttavia toccarlo fino a quando il cordino risulti ben teso. A questo punto cominciate a sollevare la calamita badando di tirarvi dietro il fermaglio, come nelle foto.

Il righello incollato alle calamite serve per evidenziare la distanza massima che si può lasciare fra la calamita e la punta del fermaglio senza che il fermaglio cada. Se infatti confrontate la distanza massima con il filo verticale (foto di sinistra) con quella che riuscite a realizzare con una inclinazione obliqua, vi accorgete con un po’ di sorpresa che in quest’ultimo caso dovete avvicinare di più la calamita (foto di destra) e ancora di più quando il filo è quasi orizzontale (foto in basso).



Infatti in tutti e tre i casi la forza peso  $F_{Tf}$  (forza fra la Terra e il fermaglio) è sempre la stessa e diretta verso il basso, mentre la forza di attrazione della calamita  $F_{cf}$  cambia direzione; poiché ciò che conta è solo la sua componente di  $F_{cf}$  lungo la verticale, dato che è questa componente che deve equilibrare la forza  $F_{Tf}$ , man mano che l’inclinazione cresce,  $F_{cf}$  deve crescere per mantenere lo stesso valore della componente e quindi la calamita deve avvicinarsi al fermaglio.

## L'asinello acrobata.



un tappo di sughero, quattro fiammiferi, un pezzo di cartone tagliato con la sagoma di una testa di asino, un pezzo di fil di ferro a forma di mezzo anello, un dado pesante. Fissare al tappo di sughero la testa di cartone, i quattro fiammiferi (che saranno le zampe dell'asinello) e il fil di ferro (che sarà la coda).

normalmente l'asinello ha bisogno di stare sulle quattro zampe per rimanere in equilibrio, ma, se si appende il dado all'estremità del fil di ferro in modo che penda al di sotto dell'asinello, come in figura, esso rimarrà in equilibrio sulle sole zampe posteriori.

- *forza e interazione*: la *forza di gravità* è caratteristica della interazione che farebbe cadere l'asinello giocattolo,
- la forza di gravità ha la *direzione* della verticale,
- quando l'asinello sta su un piano appoggiandosi sulle quattro zampe, il piano gli applica una forza diretta verso l'alto che lo mantiene in *equilibrio*,
- questo succede perché la linea verticale per il *baricentro* passa all'interno dei quattro punti di appoggio delle zampe,
- appendendo il dado pesante all'estremità del fil di ferro, il peso del dado ha l'effetto di spostare il *baricentro complessivo* sotto i punti di appoggio: l'asinello può ora rimanere in equilibrio sulle sole zampe posteriori
  
- attorno a questa posizione di equilibrio, l'asinello può *oscillare* con un moto periodico regolare.
- *scoprire la forza e l'interazione* e i diversi tipi di forze (**Fa**),

- scoprire la direzione delle forze (**F<sub>c</sub>**),
- analizzare la relazione tra l'equilibrio e la superficie di appoggio (**F<sub>f</sub>**),
- scoprire come cambiare il baricentro per mantenere l'equilibrio (**F<sub>f</sub>**),
- osservare il moto periodico di oscillazione intorno alla posizione di equilibrio (**S<sub>f</sub>**),
- confrontare con le proprie aspettative.

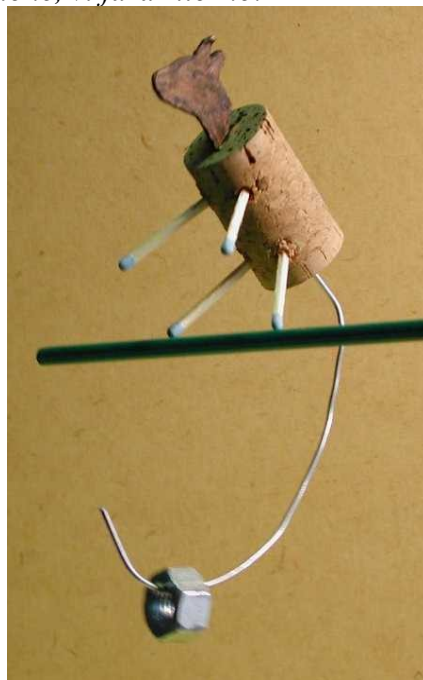
## SCHEDA B

### **Materiale e istruzioni di montaggio**

*Un tappo di sughero, quattro fiammiferi, un pezzo di cartone tagliato con la sagoma di una testa di asino, un pezzo di fil di ferro a forma di mezzo anello, un dado di bullone pesante. Fissare al tappo di sughero la testa di cartone, i quattro fiammiferi (che saranno le zampe dell'asinello) e il fil di ferro (che sarà la coda).*

### **Come giocare**

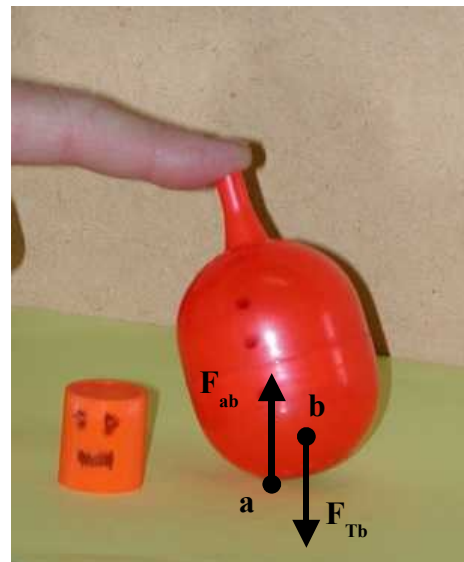
*Normalmente l'asinello ha bisogno di stare sulle quattro zampe per rimanere in equilibrio, ma, se si appende il dado all'estremità del fil di ferro in modo che penda al di sotto dell'asinello come in figura, esso rimarrà in equilibrio sulle sole zampe posteriori. Anche se si sposta l'asinello dalla posizione di equilibrio, dopo una breve oscillazione, vi farà ritorno.*



## La bambolina sempre in piedi

**Materiale e istruzioni di montaggio:** un contenitore di plastica oblungo con una base tondeggiante (che può simulare una “bambola”), facile da aprire e chiudere, un po’ di mastice o altro oggetto pesante da usare come zavorra. Aprire il contenitore, fissare la zavorra alla sua base e richiuderlo.

**Come giocare:** se si inclina la “bambola” con la zavorra nella base, essa non cadrà, ma, quando la si lascia andare, tornerà alla posizione verticale, dopo aver oscillato per un po’. Se la si inclina quando è vuota, si rovescerà e rimarrà distesa sul lato più lungo. La stessa cosa accadrebbe alla bambola con la zavorra, se le si mettesse sopra una “testa” pesante!



### **La fisica nascosta :**

- *forza e interazione:* il peso (*forza di gravità, W*) è diretto verso il basso ed è bilanciato dalla forza diretta verso l'alto *R* del *piano di appoggio*,
- il peso è distribuito in tutta la bambola, tuttavia possiamo immaginarlo concentrato in un punto **b** che è chiamato *baricentro*,
- quando incliniamo la “bambola” con la zavorra nella sua base, la forza di gravità tende a riportarla in posizione verticale dal momento che questa è la “posizione stabile” rispetto al *punto di appoggio a*,
- la bambola oscilla finché raggiunge la posizione di equilibrio,
- la bambola vuota (o la bambola con una “testa” pesante) avrebbe un baricentro posto più in alto e, inclinandola, cadrebbe dalla parte della testa.

### **Suggerimenti per la didattica**

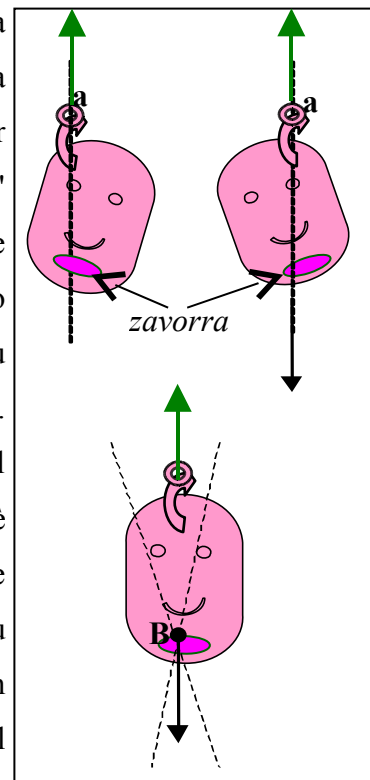
*Spunto da cui partire* Capita molte volte di osservare che oggetti leggeri si rovesciano più facilmente di oggetti pesanti che abbiano il grosso del loro peso posto in basso: ad esempio una bottiglietta di plastica vuota sta in piedi difficilmente, ma diventa molto più stabile se si mette un

po' di acqua sul fondo. Si può partire da osservazioni come questa per proporre poi di costruire un giocattolo, in cui si possono controllare separatamente i diversi componenti, per esplorare perché ciò succede.

*Suggerimenti sul come condurre l'attività* È bene che lo studente provi a costruire la bambolina da solo, mettendo la zavorra in punti diversi e in quantità diverse, fino a quando riesce a farla "stare in piedi" e possibilmente oscillare intorno alla "posizione di equilibrio", in modo da visualizzare il ritorno all'equilibrio quando la si scosta.

### ***Suggerimenti sul come condurre la discussione***

- individuare che c'è una *forza che tira verso il basso* la bambolina (la forza di gravità o forza – peso),
- capire che c'è bisogno di un *appoggio* per non cadere,
- capire che l'appoggio *spinge verso l'alto* e quindi fa sì che la bambolina non cada,
- capire che la forza che spinge verso l'alto e quella che spinge verso il basso debbono essere allineate,
- costruire una sagoma per trovare il baricentro. È infatti difficile trovare il baricentro per un oggetto tridimensionale come la "bambolina", per cui è consigliabile costruire una sagoma in cartone che riproduca le dimensioni della bambolina, aggiungendo in basso un po' di plastilina per simulare la zavorra. Fissare un pezzetto di spago sulla "testa" della sagoma in posizione non centrale e lasciarla pendere tenendola per lo spago; la bambolina si disporrà in modo leggermente inclinato (da notare che ora l'appoggio non è più nel piano ma nel punto **a** in cui si sostiene la sagoma). Segnare, su una delle due facce, la verticale che passa per il punto di sostegno. Sappiamo infatti che la forza-peso è diretta lungo la verticale che passa per il punto di sostegno e quindi il suo punto di applicazione ideale (*baricentro*) sta su questa retta. Ripetere l'operazione con lo spago fissato in posizione simmetrica alla precedente dall'altra parte del



centro. Raddrizzare la bambolina: il *baricentro* si troverà in corrispondenza dell'incrocio delle due rette.



## Approfondimenti

Quali caratteristiche della forza occorre avere ben chiare per capire la *fisica nascosta* della “bambolina sempre in piedi” o, in generale di un fenomeno di equilibrio?

Le principali sono raccolte nei seguenti “occhielli”.

### *Il “nome” della forza*

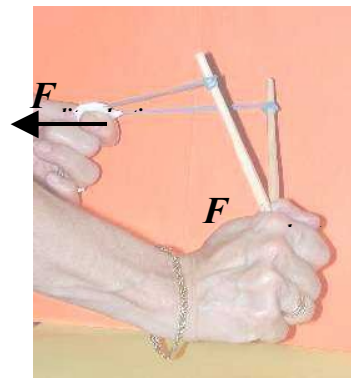
per *far forza* occorre essere in due: la persona/cosa che fa forza e la persona/cosa su cui si fa forza

la *forza* non è una grandezza fisica caratteristica di un oggetto, ma di una interazione, cioè di una situazione in cui ci sono sempre due oggetti fra i quali c'è una forza in azione

il “nome” della forza deve rispecchiare il nome dei due oggetti che interagiscono, l'oggetto che è l'origine della forza e l'oggetto a cui la forza è applicata

la *forza-peso* non è una caratteristica dell'oggetto; sulla Terra, essa caratterizza l'interazione fra la Terra e l'oggetto.

Nel caso della fionda mostrata in figura, le forze sono, ad esempio, la forza  $F_{\text{dito-elastico}}$  che il dito applica all'elastico della fionda e la forza  $F_{\text{mano-bastoncino}}$  che la mano applica al bastoncino. Nel caso della “bambolina sempre in piedi” le forze sono la forza – peso, cioè la forza  $F_{Tb}$  che la Terra applica alla bambolina e la forza  $F_{ab}$ , diretta verso l'alto, che le applica il piano di appoggio.



### *La direzione della forza*

- per descrivere completamente una forza occorre specificare, oltre al suo nome, anche in quale *direzione* essa agisce
- per visualizzare la forza, conviene disegnarla con una *freccia* diretta nella direzione della forza
- forze che agiscono *nella stessa direzione e verso si sommano* (le frecce sono allineate e puntano nello stesso verso)
- forze che agiscono *nella stessa direzione ma in verso opposto si sottraggono* (le frecce sono allineate ma puntano in verso opposto)

Nel caso della “bambolina sempre in piedi” la forza – peso, cioè la forza  $F_{Tb}$  che la Terra applica alla bambolina, è diretta verso il basso e la forza  $F_{ab}$ , che le applica il piano di

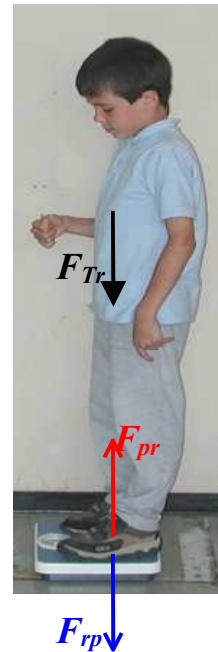
### Azione e reazione

Le forze sono sempre "accoppiate"; se una persona/cosa fa forza (azione) su un'altra persona/cosa, quest'ultima applica a sua volta alla prima una forza uguale e diretta in verso opposto (reazione).

Ad esempio, nella foto, il bambino sta su una bilancia pesapersona e applica alla bilancia una forza diretta verso il basso ( $F_{rp}$ ) e, a sua volta, la bilancia su cui i suoi piedi si appoggiano gli applica una forza diretta verso l'alto ( $F_{pr}$ ).

È proprio grazie a questa forza che la bilancia gli applica che il bambino non cade, perché viene, per così dire "spinto verso l'alto" dall'appoggio, perché si contrappone alla forza – peso  $F_{Tr}$  che lo spingerebbe verso il basso.

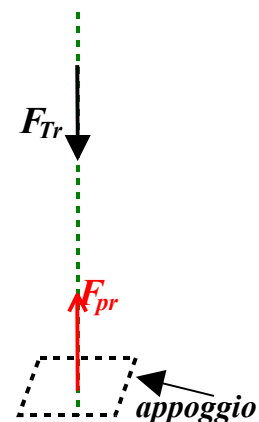
Tutti gli "appoggi" hanno questo ruolo: nel caso della "bambolina sempre in piedi" è la forza  $F_{ab}$  applicata dal tavolo su cui si appoggia a spingere verso l'alto e controbilancia la forza – peso  $F_{Tb}$ , nel caso della sagoma di cartone l'appoggio è nel punto in cui si tiene il gancio, ma la forza che il gancio applica è sempre diretta verso

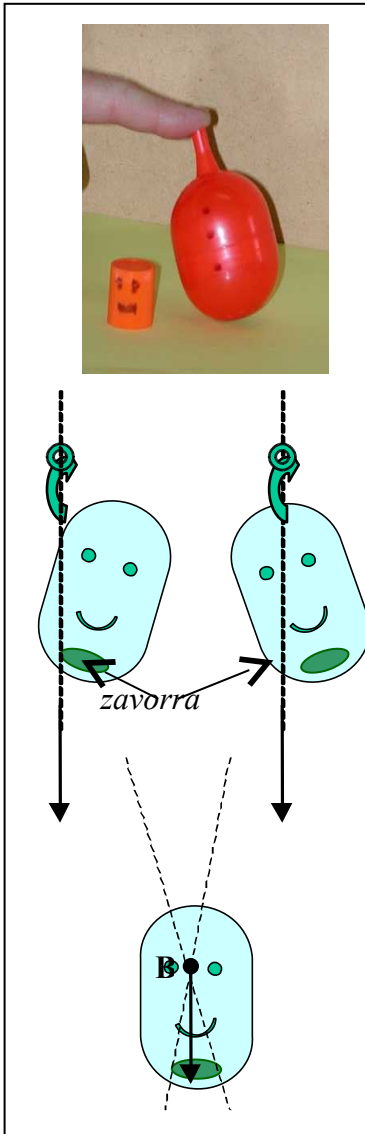


### L'equilibrio

- perché un oggetto resti in *equilibrio*, occorre anzitutto che la *somma di tutte le forze applicate a quell'oggetto sia nulla*
- tuttavia, se i punti di applicazione delle singole forze non coincidono, non sempre basta questa semplice regola
- nel caso particolare della *forza - peso*, è importante la posizione del *baricentro* dell'oggetto; c'è equilibrio se la verticale per il baricentro passa per il punto di sostegno o di appoggio o all'interno della superficie di appoggio

Nel caso del bambino della figura, le forze  $F_{Tr}$  e  $F_{pr}$  sono uguali e contrarie e sono anche *allineate verticalmente*, cioè la verticale che passa per esse finisce all'interno del piano di appoggio. Lo stesso vale anche per la "bambolina sempre in piedi", però l'appoggio è in quel caso molto più ristretto, perché la base della bambolina è arrotondata; per la "sagoma di cartone" l'appoggio è addirittura ridotto praticamente a un punto, cioè al punto in cui si tiene il gancio.





**Materiale:**

- contenitori di sorpresine delle merendine per bambini, di plastica sottile, a forma di ovetto
- materiale di "zavorra" (bulloncini, pongo, ecc.)
- cartoncino, spago

**Procedimento:**

- Costruire la "bambolina" segnando sull'ovetto gli "occhi" e la "bocca" o altri disegni che servano a riconoscere l'alto dal basso. Provare a far "stare in piedi" la bambolina senza zavorra, poi aprirla, mettere sul fondo la zavorra e riprovare: la bambolina sarà ora molto più stabile. Spostare la bambolina dalla posizione di equilibrio e osservare come vi ritorna dopo qualche oscillazione.
- Trovare il baricentro. È difficile trovare il baricentro per un oggetto tridimensionale come la "bambolina", consigliamo quindi di costruire una sagoma in cartone che riproduca le dimensioni della bambolina, aggiungendo in basso un po' di plastilina per simulare la zavorra. Fissare un pezzetto di spago sulla "testa" della sagoma in posizione non centrale e lasciarla pendere tenendola per lo spago; la bambolina si disporrà in modo leggermente inclinato. Segnare, su una delle due facce, la verticale che passa per il punto di sostegno. Sappiamo infatti che la forza-peso è diretta lungo la verticale che passa per il punto di sostegno e quindi il suo punto di applicazione ideale (baricentro) sta su questa retta. Ripetere l'operazione con lo spago fissato in posizione simmetrica alla precedente dall'altra parte del centro. Raddrizzare la bambolina: il baricentro si troverà in corrispondenza dell'incrocio delle due rette.

## Il tiro alla fune



una lunga fune, una bandierina, una stuoia antiscivolo.

fissare la bandierina a metà della fune. Chiedere a due studenti di afferrare le due estremità della fune, poi di allungarla e tirarla in direzioni opposte stando in posizioni fisse sul pavimento. Ciascun studente deve provare a trascinare l'altro verso la sua posizione avanzando con la sua presa sulla fune fino a raggiungere la bandierina. In un primo tempo lasciare che tirino la fune stando su un pavimento liscio, poi chieder loro di ripetere l'esercizio dopo aver messo la stuoia antiscivolo sotto i piedi di uno dei due studenti, preferibilmente il "più debole".

- *forza e interazione*: le forze "visibili" sono le forze muscolari applicate dagli studenti alla fune, ma ci sono molte altre forze (la forza elastica, le forze applicate dagli studenti al pavimento e dal pavimento ai piedi, le forze di gravità, ecc.)
- ogni forza agisce lungo una data *direzione*,
- quando lo studente tira la fune, la fune applica a lui/lei una forza opposta (freccia rossa), per il principio di *azione e reazione*,
- poiché lo studente spinge sul pavimento, il pavimento applica a lui/lei una forza opposta (freccie blu), per il principio di *azione e reazione*,
- la *composizione* delle freccie blu e rosse dà come risultante la forza applicata allo studente,
- poiché la fune applica forze uguali alle due estremità, le freccie rosse sono uguali e opposte, le forze che sono differenti sono quelle applicate dal pavimento (freccie blu) e "vince" lo studente che riesce ad applicare la forza maggiore al pavimento,
  
- quando uno degli studenti tira l'altro, l'*energia è trasferita e trasformata* principalmente in energia cinetica dello studente che è trascinato.
- *scoprire la forza e l'interazione* e i differenti tipi di forze (**Fa**),
- *scoprire la direzione delle forze* (**Fc**),
- *scoprire azione e reazione* (**Fd**),
- *analizzare la composizione delle forze* (**Fc**),
- *esaminare la relazione tra forza ed energia* (**Ea**),
- *esaminare il trasferimento di energia* (**Eb**),
- *esaminare la trasformazione dell'energia* (**Ec**),
  
- *confrontare* con le proprie aspettative.

## Il dinamometro



Tarare il dinamometro ...

### **Materiale**

*Un elastico, una bottiglietta di plastica graduata in g, un metro a nastro di carta, un bilancia da cucina*

### **Procedimento**

*Appendere la bottiglietta di plastica vuota all'elastico e misurarne la lunghezza (oppure segnare una tacca sul metro a nastro in corrispondenza dell'estremo inferiore dell'elastico). Misurare poi la lunghezza dell'elastico dopo averci appeso la bottiglietta di plastica con una quantità fissa di acqua, ad esempio 100 g e ripetere la misura con quantità multiple di acqua, annotando ogni volta la nuova lunghezza (oppure segnare direttamente le tacche sul metro a nastro).*

*Registrare i dati sul quaderno, indicando, accanto a ogni valore della lunghezza dell'elastico, il valore della forza corrispondente con numero e unità di misura (ricordare che 1 N corrisponde alla forza-peso di circa 100 g). Se si sono invece indicate le tacche direttamente sul metro a nastro, scrivere accanto a ogni tacca il valore della forza corrispondente, con numero e unità di misura.*

## La fionda



### Materiale e istruzioni di montaggio:

un bastoncino robusto a forma di Y, un elastico, una pallina leggera fatta di plastica o di carta appallottolata. Fissare le estremità dell'elastico alle due cime del bastoncino. Per studiare l'energia, preparare un certo numero di fionde con elastici aventi diverse elasticità.

### Come giocare:

tenere il manico della fionda con una mano, con l'altra tirare l'elastico stringendo la pallina fra le dita; scegliere la giusta orientazione prima di lasciar andare la pallina.

### La Fisica:

- *forza e interazione*: la forza è caratteristica dell'interazione tra la mano e la fionda e la riconosciamo dai suoi "effetti" (*allungamento*),
- *la forza può essere misurata* confrontando la deformazione con quella causata da forze note (*calibrazione*),
- *la forza ha una direzione*,
- quando applichiamo una forza alla fionda, *la fionda applica a sua volta una forza alla nostra mano (azione e reazione)*,
- *la distanza del lancio non dipende solo dalla forza ma dall'allungamento dell'elastico, cioè dall'energia che è trasferita dalla mano all'elastico e dall'elastico alla pallina,*

### Note didattiche:

- *l'energia ha forme differenti.*
- *scoprire la forza e l'interazione* e i differenti tipi di forze (**Fa**),
- *analizzare* la relazione tra la forza e l'allungamento (**Fb**),
- *scoprire la direzione delle forze* (**Fc**),
- *scoprire azione e reazione* (**Fd**),
- *analizzare* la relazione tra forza, allungamento e distanza di lancio per *capire* la differenza tra forza ed *energia* (meglio se si usano elastici con differente elasticità (**Ea**),
- *scoprire* le proprietà dell'energia: l'energia può avere forme differenti (**Eb**) e può essere trasferita (**Ec**),
- *misurare lunghezza e distanza* (**Lb**),

### Attività:

- *confrontare* con le proprie aspettative.
- Una gara di lancio con le fionde

- Dare un nome alle forze
- Azione e reazione
- Un *dinamometro* chiamato fionda
- Misure di *energia*

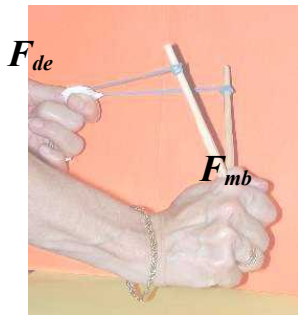
## SCHEDE ALTERNATIVE

### Prima attività: giocare con le fionde

Far costruire agli studenti una semplice fionda, come quella della figura, con cui si possano lanciare delle palline di carta. Ogni studente del gruppo dovrà lanciare con la sua fionda una pallina



### Seconda attività: dare un nome alle forze

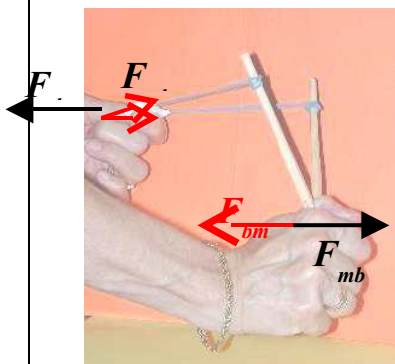


Con la propria fionda in mano, ogni studente dovrà:

- descrivere le forze che riesce a individuare, dando a ogni forza un "nome" che indichi i due oggetti che sono in interazione,
- provare ad applicare forze maggiori o minori e descrivere che effetto ciò ha sull'elastico e sulla gittata del lancio.

Lo studente dovrà disegnare la fionda e scrivere il nome delle forze vicino al punto in cui le forze sono state applicate, come indicato in figura.

### Terza attività: azione e reazione



Far impugnare la fionda e tendere l'elastico, come nella figura.

Con la sua fionda in mano, lo studente dovrà:

- descrivere, oltre alle forze che applica alla fionda, anche le forze che "sente" che la fionda gli sta applicando, sia alle dita che tendono l'elastico ( $F_{ed}$ ), sia alla mano che tiene il bastone ( $F_{bm}$ ),
- individuare la direzione di ogni forza e darle un nome, che indichi i due oggetti che sono in interazione,
- provare ad applicare forze maggiori o minori e descrivere che effetto ciò ha sull'elastico e sulla "sensazione" che riceve dalla fionda.

Infine disegnare la fionda e rappresentarle con frecce le forze che ha individuato, dando a

**EQUILIBRIO ENERGIA.** Esperienze basate sulle proposte di Nadia Ioli e Roberto Falciani

### ***Dog car\****

**Materiale:** un cartoccio per il latte, un turacciolo, due stecchi, un elastico, oggetti vari piccoli e pesanti.

**Istruzioni per il montaggio:** tagliare a metà il cartoccio, nel senso della lunghezza (sarà la base del carretto), ricavare dal turacciolo 4 fette (fungeranno da ruote), infilare i due stecchi attraverso il cartoccio (fungeranno da assi delle ruote) e attaccare a questi, dall'esterno, le "ruote". Fissare all'asse posteriore un estremo dell'elastico e fissare l'altro estremo, a forma di anello, al lato anteriore del carretto, come mostrato nella figura.

Riempire infine il carretto di oggetti pesanti, in modo da avere un buon contatto con il piano di appoggio.

Avvolgere quindi l'elastico sull'asse posteriore, in modo da metterlo in tensione, girando le ruote posteriori oppure trascinandolo sul piano e facendo contemporaneamente pressione con la mano. Lasciandolo andare, il carretto inizia a correre mentre l'elastico si srotola.

**La fisica nascosta:** quando si avvolge l'elastico sull'asse posteriore si trasferisce energia dalla mano all'elastico; l'energia resta immagazzinata nell'elastico fino a quando, lasciando libero il carretto, viene trasformata in energia di moto.



### ***La motocicletta***

Come molti giocattoli dello stesso tipo, è dotata di un elastico che "si carica" girando l'elica posta sul carrello posteriore. Lasciando poi libera la motocicletta, l'elastico si srotola mettendo in moto le ruote.

La fisica nascosta sono le proprietà dell'energia: caricando l'elastico si trasferisce energia dalla mano all'elastico che resta poi immagazzinata fino a quando viene utilizzata attraverso un nuovo trasferimento (alle ruote) e una nuova trasformazione in energia di moto.



## ***La pistola giocattolo***

*Una pistola giocattolo, come quella della foto, può essere utile per discutere di forza ed energia. La caratteristica interessante di questo giocattolo è infatti l'involucro trasparente, che lascia vedere il meccanismo interno con cui la forza, applicata alla molla inferiore attraverso il grilletto, produce la compressione della molla per un certo tratto. La forza si trasmette alla molla superiore, che a sua volta si comprime. Alla molla superiore è collegato il pistone che preme sulla pallina e che trasferirà l'energia alla pallina quando la molla viene rilasciata.*

*Oltre che al trasferimento e alle trasformazioni di energia, il giocattolo si presta anche a riconoscere i tipi di forza e il meccanismo di trasmissione della forza.*



## **Barattoli che si scaldano al sole**

È proprio vero che gli oggetti neri si scaldano più in fretta al Sole? Si suggerisce una semplice prova, che è anche una occasione per fare sistematicamente delle misure.

*Prendere due barattoli di latta identici, tipo quelli in cui si vende il caffè. Dipingerne uno con una vernice opaca bianca e l'altro con vernice opaca nera, riempirli in eguale misura di sabbia e infilare in ciascuno un termometro, come in figura. Esporli poi al sole, avendo cura che i raggi li colpiscano almeno in parte sulla superficie laterale dipinta. Misurare le temperature a intervalli regolari di tempo: osserverete che la sabbia nel barattolo scuro si scalda più in fretta.*



## Il barattolo che torna indietro

**Materiale e istruzioni di montaggio:** un barattolo con il coperchio rimovibile, un elastico robusto di lunghezza circa doppia di quella del barattolo, un dado di bullone molto pesante. Fare due buchi al centro sia della base sia del coperchio rimovibile del barattolo. Far passare l'elastico attraverso il dado e poi attraverso i buchi della base e del coperchio, unendo le due estremità in modo da formare un cappio con il dado appeso a metà della corda, come mostrato in figura.

**Come giocare:** mettere in moto il barattolo provando a farlo rotolare lentamente su un piano. Esso rallenterà, si fermerà e invertirà il moto: con un piano liscio possono essere osservate due o tre inversioni del verso del moto.

**La fisica nascosta:**

-trasferimento di energia: dalle mani al barattolo,

-trasformazione di energia: l'energia cinetica traslatoria data al barattolo si trasforma in energia cinetica rotatoria del barattolo e in energia di torsione elastica, poiché, mentre il barattolo rotola, il dado pesante non ruota e l'elastico si attorciglia. Quando la corda è completamente attorcigliata, l'energia di torsione elastica viene ritrasformata in energia cinetica rotatoria e traslatoria

-immagazzinamento di energia: sotto forma di energia elastica quando l'elastico è attorcigliato.

## La catapulta



**Materiale e istruzioni di montaggio:**

un cucchiaio, una molla, un supporto, una pallina leggera fatta di plastica o di carta appallottolata. Fissare, con la colla o con lo scotch, la molla e il

**Come giocare:**

**La Fisica:**

**Note didattiche:**

fondo del manico del cucchiaio al supporto e fissare l'altro estremo della molla al manico del cucchiaio, come in figura. Per studiare l'energia, preparare due catapulte con molle di diversa rigidità.

tenere fermo il supporto con una mano, con l'altra spingere giù il cucchiaio, poi lasciarlo andare rapidamente.

- *forza e interazione*: la forza è caratteristica dell'interazione tra la mano e la molla e la riconosciamo dai suoi "effetti" (*compressione*),
- quando applichiamo una forza alla molla, *la molla a sua volta applica una forza alla nostra mano (azione e reazione)*,
- la *distanza* raggiunta nel lancio non dipende solo dalla forza ma anche dalla variazione della lunghezza della molla, cioè dall'*energia* che è *trasferita* dalla mano alla molla e dalla molla alla pallina,
  
- *l'energia ha forme* differenti.
- *scoprire la forza e l'interazione* e i differenti tipi di forze (**Fa**),
- *scoprire azione e reazione* (**Fd**),
- *analizzare* la relazione tra forza, compressione e distanza del lancio per *capire* la differenza tra forza ed energia (meglio se si usano molle di diversa rigidità (**Ea**),
- *scoprire* le proprietà dell'energia: l'energia può avere differenti forme (**Eb**) e può essere trasferita (**Ec**),
- *misurare lunghezze e distanze* (**Lb**),
  
- *confrontare* con le proprie aspettative.

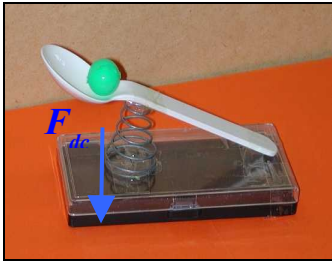
Prima attività: costruire una catapulta

*Con un cucchiaio, una molla e un supporto, far costruire ai bambini una catapulta con cui si possano lanciare delle palline di carta (come quella della figura). Fissare, con la colla o con lo scotch, la molla e il fondo del manico del cucchiaio al supporto e, tenendo fermo il supporto con una mano, con l'altra spingere giù il cucchiaio, poi lasciarlo andare rapidamente.*

*Ogni bambino dovrà lanciare con la sua catapulta una pallina di carta, cercando di mandarla il più lontano possibile: ogni lancio*



**Seconda attività: dare un nome alle forze**

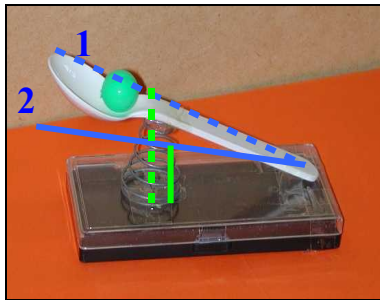


Con la propria catapulta in mano, ogni bambino:

- descrive le forze che riesce a individuare: a ogni forza dovrà dare un "nome" che indichi i due oggetti che sono in interazione, e una direzione che rappresenterà mediante una freccia,
- prova ad applicare forze maggiori o minori e descrive che effetto ciò ha sulla molla e sulla gittata del lancio.

Il bambino dovrà poi fare sul suo quaderno un disegno della catapulta e scrivere il nome delle forze vicino al punto in cui le forze sono state applicate, come indicato in figura.

### Terza attività: forza ed energia



Far appoggiare la catapulta sul tavolo e far fare diversi lanci applicando forze maggiori o minori:

- guidare la discussione in modo da far correlare la gittata non solo alla forza ma anche alla compressione della molla;
- misurare la lunghezza della molla in posizione di riposo (situazione 1 della figura),
- premere poi sulla parte cava del cucchiaio e ripetere la misura con diverse compressioni della molla (situazione 2 della figura) e correlare con il risultato del lancio.

Alternativamente confrontare lanci ottenuti con catapulte aventi molle di rigidità molto diversa e discutere sul fatto che la gittata del lancio non dipende solo dalla forza applicata ma anche dall'entità della compressione.



## La clessidra ad acqua

### Materiale e istruzioni di montaggio:

due bottiglie di plastica da mezzo litro, due piccole cannucce, due piccoli bulloni e i relativi dadi, uno strato di vernice o di silicone. Unire, come mostrato in figura, i due tappi servendosi di dadi e bulloni. Aprire due piccoli fori nei tappi, far passare attraverso essi le cannucce, posizionandole a diversa altezza dalle due parti opposte. Per evitare eventuali perdite d'acqua nella regione di contatto dei tappi aggiungere uno strato di silicone o di vernice.

### Come giocare:

riempire di acqua una bottiglia e avvitarle sopra la seconda bottiglia

(chiaramente vuota). Invertire la posizione delle bottiglie e osservare che l'acqua scende attraverso la cannuccia che sta più in basso mentre l'aria sale attraverso l'altra cannuccia. Tarare la clessidra ad acqua segnando il livello dell'acqua nella bottiglia superiore a intervalli di tempo regolari. In alternativa, riempire la bottiglia con una quantità d'acqua corrispondente ad un intervallo di tempo di svuotamento definito.

### La Fisica:

- l'acqua passa attraverso la cannuccia che sporge di meno nella bottiglia superiore, perché la pressione è maggiore che all'entrata dell'altra cannuccia (*legge di Stevino*),
- mentre l'acqua scende, l'aria sale perché il volume disponibile per l'aria aumenta nella bottiglia superiore e diminuisce in quella inferiore,
- nella bottiglia inferiore il volume di aria diminuisce, quindi la pressione aumenta (*legge di Boyle*), mentre nella bottiglia superiore accade il contrario: è proprio la *differenza di pressione* che spinge su l'aria;

### Note didattiche:

- è necessario un certo *intervallo di tempo*, che dipende dal diametro della cannuccia, affinché l'acqua scenda dalla bottiglia superiore a quella inferiore.
- *scoprire* le differenti direzioni di moto dell'acqua e dell'aria tra le due bottiglie (**Pb**),
- *scoprire* l'importanza delle diverse altezze delle due cannuce e interpretarla in relazione alla *legge di Stevino* (**Pb**),
- *capire* che la pressione dell'aria varia al variare del volume disponibile (*legge di Boyle*) (**Pb**),
- *misurare* il tempo necessario affinché il livello dell'acqua diminuisca di una certa quantità,
- *correlare* il livello dell'acqua con i volumi di aria e di acqua (**Vf**),
- *fare il confronto* con le proprie previsioni.

*La clessidra ad acqua è costruita da due bottigliette di plastica comunicanti fra di loro tramite delle cannuce poste a livelli diversi.*

*Lo scopo dell'attività è:*

- *riflettere sul confronto e misura della durata di un fenomeno*
- *tarare uno strumento per la misura del tempo lineare*
- *osservare le variazioni di volume dell'acqua e dell'aria nelle due bottigliette della clessidra*
- *osservare e capire il moto dell'aria e dell'acqua nella clessidra (legge di Stevino)*

*Per realizzare la clessidra occorrono due bottigliette di plastica da ½ litro, cannuce e colla.*

*I due tappi vanno incollati insieme e vanno praticati due fori nei quali vanno infilate le due cannuce, in modo che sporgano asimmetricamente dalle due parti. Riempite una delle due bottigliette, tappatela con il doppio tappo e avvitate sopra la seconda bottiglietta stringendo in modo da assicurare una buona tenuta. A questo punto capovolgetele, portando in alto la bottiglietta piena. L'acqua scenderà dalla*

cannuccia che si trova a livello più basso (dove la pressione è maggiore) mentre l'aria risalirà da quella a livello più alto (dove la pressione è minore).

Per usare la doppia bottiglietta come clessidra occorrerà tararla confrontando il tempo di svuotamento con un tempo noto (i tempi possono essere diversi per le due bottigliette, perché difficilmente si riescono a fare due fori identici!)

## Il barattolo che torna indietro



### Materiale e istruzioni di montaggio:

un barattolo con il coperchio rimovibile, un elastico robusto di lunghezza circa doppia di quella del barattolo, un dado di bullone molto pesante. Fare due buchi al centro sia della base sia del coperchio rimovibile del barattolo. Far passare l'elastico attraverso il dado e poi attraverso i buchi della base e del coperchio, unendo le due estremità in modo da formare un cappio con il dado appeso a metà della corda, come mostrato in figura.

### Come giocare:

mettere in moto il barattolo provando a farlo rotolare lentamente su un piano. Esso rallenterà, si fermerà e invertirà il moto: con un piano liscio possono essere osservate due o tre inversioni del verso del moto.

### La Fisica:

- *trasferimento di energia*: dalle mani al barattolo,
- *trasformazione di energia*: l'energia cinetica traslatoria data al barattolo si trasforma in *energia cinetica rotatoria* del barattolo e in *energia di torsione elastica*, poiché, mentre il barattolo rotola, il dado pesante non ruota e l'elastico si attorciglia. Quando la corda è completamente attorcigliata, l'energia di torsione elastica viene ritrasformata in energia cinetica rotatoria e traslatoria
- *immagazzinamento di energia*: sotto forma di energia elastica quando l'elastico è attorcigliato,

### Note didattiche:

- maggiore è l'energia iniziale data al barattolo, maggiore è la *distanza* che il barattolo percorre rotolando prima di invertire il verso del moto.
- scoprire le differenti forme di energia e le *trasformazioni dell'energia* (**E<sub>b</sub>**),
- sperimentare il trasferimento di energia (**E<sub>c</sub>**),
- sperimentare l'immagazzinamento di energia (**E<sub>c</sub>**),
- *misurare* la distanza percorsa dal barattolo prima di invertire il verso del moto (**L<sub>b</sub>**),
- *confrontare* con le proprie aspettative.



### ***Curiosità....***

Il “barattolo che torna indietro” rientra nella serie di numerosissimi giocattoli a molla o a elastico, come la moto e la giostra della figura, in cui il moto viene affidato al caricamento di una molla .... con la differenza che, in questo caso, è il movimento stesso che carica la molla.



### ***In alternativa***

#### ***Oggetti:***

un barattolo con il coperchio rimovibile, un elastico robusto di lunghezza circa doppia di quella del barattolo, un dado di bullone molto pesante.

#### ***Realizzazione:***

- fare due buchi al centro sia della base sia del coperchio rimovibile del barattolo;
- far passare l’elastico attraverso il dado e poi attraverso i buchi della base e del coperchio, unendo le due estremità in modo da formare un cappio con il dado appeso a metà della corda, come mostrato in figura.

#### ***La fisica:***

- trasferimento di energia: dalle mani al barattolo;
- trasformazione di energia: l’energia cinetica traslatoria data al barattolo si trasforma in energia cinetica rotatoria del barattolo e in energia di torsione elastica, poiché, mentre il barattolo rotola, il dado pesante non ruota e l’elastico si attorciglia; quando la corda è completamente attorcigliata, l’energia di torsione elastica viene ritrasformata in energia cinetica rotatoria e traslatoria;

- immagazzinamento di energia: sotto forma di energia elastica quando l'elastico è attorcigliato.

**Contesto:**

- le considerazioni qualitative circa le diverse forme dell'energia, le trasformazioni, trasferimenti e immagazzinamento di energia possono essere condotte a partire dalla prima media (o anche dal secondo ciclo della scuola elementare);  
osservazioni più impegnative vanno adattate alla classe

## La bilancia



**Materiale e istruzioni di montaggio:**

una base di sostegno (circa 10x20 cm<sup>2</sup>), un'asta piatta rigida (circa 5x40 cm<sup>2</sup>), un cilindro rigido di cartone, due vaschette rigide di plastica, due piccole rondelle, due chiodi, qualche "unità peso" arbitraria. Fissare le vaschette alle estremità opposte dell'asta rigida, in posizioni simmetriche (per migliorare la definizione del punto di appoggio, incollare le due rondelle alla parte inferiore delle vaschette). Incollare il cilindro alla base di sostegno e appoggiare sulla parte superiore del cilindro l'asta rigida, centrandola nel migliore dei modi. Utilizzare i due chiodi per fissare il punto d'appoggio, assicurandosi che i bracci della bilancia siano liberi di oscillare. È possibile anche costruire una bilancia a bracci disuguali fissando una vaschetta a metà tra il centro e una estremità dell'asta.

**Come giocare:**

controllare che la bilancia sia in equilibrio a vaschette vuote (se non è così, aggiungere un piccolo peso dal lato più leggero). Per pesare correttamente, disporre un oggetto ad una estremità e le "unità peso" all'estremità opposta, avendo cura di aggiungerle una alla volta fino al raggiungimento dell'equilibrio.

**La Fisica:**

- questa è una "leva a bracci uguali": essendo i due bracci uguali, l'*equilibrio* è raggiunto quando i due *pesi* alle due estremità sono uguali: la bilancia permette così un *confronto diretto dei pesi*,
- la bilancia permette anche un *confronto diretto delle masse*, poiché uguali pesi (cioè uguali forze di gravità) corrispondono a masse uguali,
- *per misurare la massa, sono necessarie delle "unità peso"*, che possono essere scelte arbitrariamente ma devono essere tutte uguali, per esprimere il peso come *numero di "unità peso"* necessarie per raggiungere l'equilibrio,
- prima di raggiungere l'equilibrio, la bilancia *oscilla* intorno



### Note didattiche:

- alla posizione di equilibrio con un *moto periodico*.
- capire che le masse possono essere confrontate usando uno strumento (**Mb**),
- scoprire forza e interazione e i differenti tipi di forze (**Fa**),
- scoprire l'equilibrio delle forze (**Ff**),
- analizzare le condizioni di equilibrio con una bilancia a bracci diversi,
- osservare le oscillazioni in un moto periodico,
- fare il confronto con le proprie previsioni.

### SCHEDA ANALOGA PER SECONDO GRUPPO

#### Materiale

Una base di supporto, di circa 10x20 cm<sup>2</sup>, un'assicella rigida di circa 5x40 cm<sup>2</sup>, un cartone cilindrico molto rigido, due scodellini, due viti, due chiodi, alcuni "pesini", fatti di oggetti tutti uguali, da usare come unità di misura (di cui si conosca la massa in grammi, in modo da poter convertire le masse a unità SI).

#### Istruzioni per il montaggio e l'uso

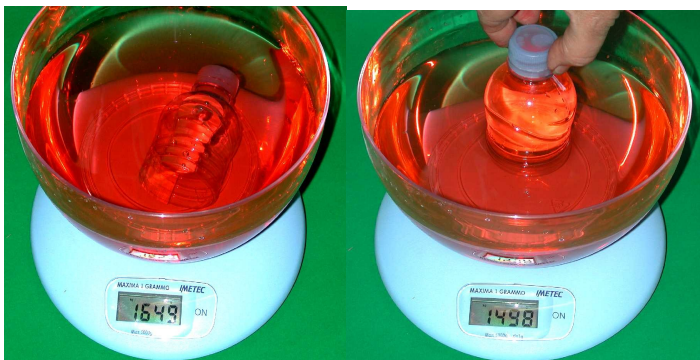
Fissare gli scodellini da parti opposte vicino agli estremi dell'assicella, in posizione simmetrica. Fissare il cilindro di cartone alla base di supporto e fissare, con i due chiodini, l'assicella rigida sopra il cilindro, cercando di centrarla al meglio (fare in modo però che l'assicella possa ancora oscillare liberamente). Verificare che la bilancia sia ben equilibrata a scodellini scarichi. Per il confronto, mettere i due oggetti da confrontare nei due scodellini e osservare da che lato pende la bilancia. Per la misura, mettere l'oggetto da misurare in uno scodellino e aggiungere una per volta le masse campione nell'altro scodellino, in modo da riequilibrare i due lati.



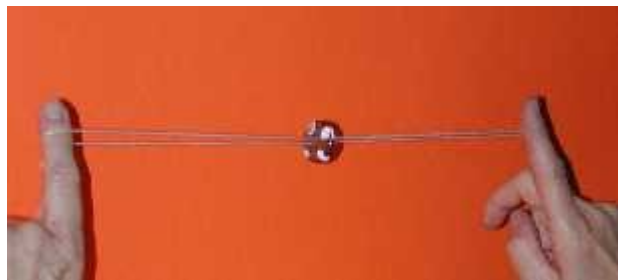
## La bottiglia senza fondo

*Sarà capitato a tutti di sperimentare che si fa fatica a estrarre un oggetto immerso nell'acqua quasi quanto ad alzarlo fuori dell'acqua. L'esperimento più curioso è il seguente.*

*Prendete una bottiglietta di plastica, tagliatele il fondo, tappatela e immergetela completamente in una vaschetta contenente acqua come nella foto di sinistra. Provate a estrarla lentamente tenendola dalla parte del tappo. Vi accorgete che, finché il fondo rimane completamente immerso, il livello dell'acqua nella bottiglietta rimane alto e fate fatica, come se doveste effettivamente sollevare l'acqua in una bottiglietta che ha il fondo. Se il tutto avviene su una bilancia, osserverete che il peso effettivamente diminuisce (figura di destra). Come controprova, legate la bottiglietta a un dinamometro e verificate che la forza segnata dal dinamometro corrisponde alla diminuzione della forza peso della bottiglietta immersa.*



**Il bottone  
sempre in  
moto**



**Materiale e istruzioni  
di montaggio:**

un cappio fatto con un cordoncino sottile, lungo circa 1m, infilato attraverso due buchi di un bottone pesante

**Come giocare:**

tenere con le mani il cappio con il bottone appeso al centro, senza tenderlo; applicare una rapida rotazione per attorcigliare il cordoncino, poi tenderlo, come mostrato in figura: il bottone comincerà a ruotare alternativamente in direzioni opposte. Per mantenere il moto, sarà sufficiente un leggero colpo, dato con un movimento di tira-molla delle mani con la giusta sincronizzazione (allentare la tensione quando il cordoncino non è completamente attorcigliato per permettere un ulteriore attorcigliamento, tendere quando è completamente attorcigliato per farlo srotolare).

**La Fisica:**

- *differenti forme di energia*: muscolare, elastica (di torsione sotto tensione), cinetica;
- *trasferimento di energia*: dalle mani al cordoncino e al bottone,
- *immagazzinamento di energia*: sotto forma di energia elastica nel cordoncino quando il cappio è attorcigliato,
- *forza e interazione*: la forza è caratteristica dell'interazione tra la mano e il cordoncino e la identifichiamo dai suoi effetti (*messa in moto*),
- *azione e reazione*: le mani applicano una forza al cordoncino, il cordoncino a sua volta applica una forza alle mani,

**Note didattiche:**

- attorcigliamento e srotolamento del cordoncino sono *periodici nel tempo*, per cui le variazioni di tensione devono essere sincronizzate nel tempo.
- scoprire le *differenti forme di energia* (**Eb**),
- sperimentare i *trasferimenti di energia* (**Ec**),
- sperimentare l'*immagazzinamento di energia* (**Ec**),
- identificare la forza necessaria per far iniziare e poi mantenere il moto del cordoncino (**Fa**),
- *analizzare* la relazione tra la *forza* necessaria per fare iniziare e poi mantenere il moto e l'*energia trasferita* al cordoncino (**Ea**),
- *capire* l'importanza di una corretta sincronizzazione e *stimare la periodicità* con cui si deve tendere o allentare la tensione sul cordoncino,
- *confrontare* con le proprie aspettative

---

**SCHEDE ANALOGHE PER SECONDO GRUPPO**

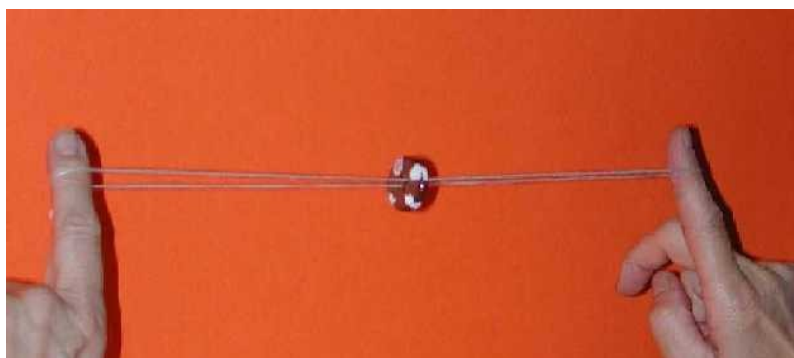
*Fare passare un cordino lungo circa un metro attraverso due buchi del bottone e annodarne gli estremi. Tenere i due estremi fra le mani, e, senza tendere il cordino, metterlo in rapida rotazione, in modo che i due pezzi di cordino da entrambi i lati del bottone si arrotolino su se stessi. Quando sono ben avvolti, tendere il cordino, che si srotola, imprimendo però un moto rotatorio al bottone: il moto*

*continua anche quando il cordino è completamente srotolato, riarrotolando il cordino nell'altro senso.*

*Per facilitare il riarrotolamento, occorre rilasciare leggermente la tensione sul cordino, per poi applicarla nuovamente, quando il cordino si è riarrotolato, per farlo srotolare. Sta alla bravura del giocatore rilasciare o imprimere la tensione nell'attimo giusto.*

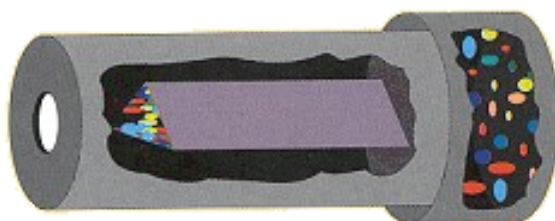
Durante la messa in rotazione iniziale si accumula energia principalmente nell'avvolgimento del cordino (è sostanzialmente energia di tipo elastico). Tendendo il cordino, quest'ultima viene trasformata in energia di movimento rotatorio del bottone, che viene poi ritrasformata in energia di avvolgimento elastico del cordino, e così via.

Il leggero movimento impresso dalle mani per rilasciare leggermente la tensione sul cordino in modo da facilitare il riarrotolamento, e quello successivo di applicare nuovamente la tensione per farlo srotolare, servono a comunicare una piccola energia al sistema cordino-bottone, che è sufficiente per vincere gli attriti, per cui il gioco può continuare all'infinito. Perché questo succeda occorre però una buona sincronizzazione!



## **LA LUCE E IL SUONO**

### **1. Il caleidoscopio**



***Attività:***

- avvicinare l'occhio al cartoncino forato
- puntare il cilindro verso una zona luminosa
- ruotare l'involucro e osservare

i tre specchi all'interno riflettono in maniera sempre nuova, ma sempre simmetrica, l'immagine dei minuscoli pezzi di vetro o plastica colorati che precipitano da un lato all'altro del cilindro.

### ***Pillole di storia .....***



Kaleidoscopes of Sir David Brewster  
and Charles G. Bush  
Photo by John Woodin

Il caleidoscopio, in effetti, è molto più di un giocattolo. È l'incarnazione di una utopia. Un lento e millenario progredire dell'ottica e della lavorazione del vetro ne hanno consentito la creazione. Prima dell'invenzione dello specchio, e, soprattutto, prima dell'invenzione del vetro colorato, l'esistenza del caleidoscopio sarebbe stata impossibile.

Ma chi ha inventato questo giocattolo? Trattasi di Sir David Brewster, celeberrimo scienziato scozzese, membro corrispondente dell'Istituto di Francia, membro onorario dell'Accademia di San Pietroburgo, dell'Accademia delle Scienze di Berlino, Stoccolma, Copenhagen, Göttingen.

Questo scienziato, di insaziabile curiosità e inarrestabile industria, aveva come filosofia di ricerca quella di studiare divertendosi, e di divertirsi studiando.

Tra i moltissimi libri scritti da Brewster, troviamo anche un saggio divertentissimo, in gran voga a Parigi intorno alla metà dell'Ottocento col titolo di *Nouveau manuel de magie naturelle et amusante*, ossia *Nuovo manuale di magia naturale e divertente*.

Quest'opera, del tutto in linea con la curiosità giocosa di certi scienziati dell'Ottocento, non tratta di occultismo, bensì di macchine ludiche, o di altri artifici, utilizzati per produrre divertimento. In sostanza, molta parte del libro concerne ciò che si potrebbe definire "semplice giocattolo". Non deve stupire, dunque, che uno scienziato di questo genere, divenisse poi l'inventore del caleidoscopio, di cui Brewster spiega analiticamente il funzionamento in un'altra sua opera, intitolata *A Treatise on Kaleidoscope*, pubblicata a Londra nel 1819.

L'etimologia che Brewster aveva assegnato al proprio giocattolo fa riferimento alla lingua greca, e significa "oggetto che permette di vedere belle forme."



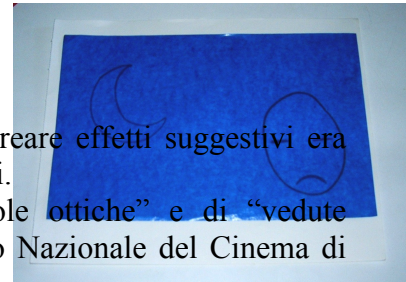
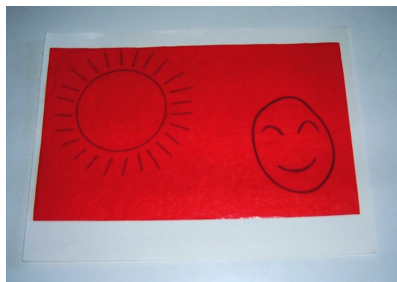
### ***Materiali:***

tubi di cartone (del tipo di quelli dei "rotoli di casa"), tre listelli di specchio (oppure di cartone ricoperti di plastica tirata a specchio), due dischetti di plastica trasparente (PVC) o una qualsiasi "scatolina" trasparente (ricavata da qualche confezione di uso quotidiano), un dischetto di cartone con un foro al centro, perline o pezzettini di plastica colorata; colla, forbici e nastro adesivo.

### ***La fisica:***

- quando un raggio di luce incide su una superficie perfettamente liscia subisce la legge della riflessione;
- tale legge afferma che l'angolo incidente è uguale all'angolo riflesso misurati rispetto alla normale alla superficie;
- disponendo due specchi “ad angolo” si hanno riflessioni multiple;
- se gli specchi sono disposti ad angoli contenuti in un numero intero di volte in 360 gradi (60, 90, 120 ecc.), si formano immagini simmetriche.

## 2. I colori che scompaiono



L'uso di filtri colorati per creare effetti suggestivi era ben noto fin dai tempi antichi. Numerosi esempi di “scatole ottiche” e di “vedute ottiche” si trovano al Museo Nazionale del Cinema di Torino.

Con l'avvento della fotografia a colori l'uso dei filtri colorati si è poi diffuso per le notevoli possibilità di effetti speciali che si ottengono.

### Attività:

- tracciare disegni che contengano tratti di colori diversi, ad esempio blu e rosso,
- sovrapporre al disegno un foglio di carta velina rosso: i tratti disegnati in rosso scompaiono, rimangono solo quelli tracciati in blu;
- sovrapporre al disegno un foglio di carta velina blu: i tratti disegnati in blu scompaiono, rimangono solo quelli tracciati in rosso;
- si ottengono gli stessi effetti guardando il disegno attraverso un “occhialino” di plastica colorata in rosso e in blu.

### Curiosità .....

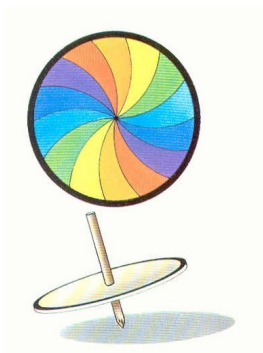


- fogli di carta velina o di plastica trasparente colorata e pennarelli dello stesso colore per tracciare i disegni

**La fisica:**

- il colore non è “contenuto” nell’oggetto colorato ma nei raggi luminosi,
- un oggetto colorato in rosso diffonde prevalentemente il colore rosso e assorbe di più gli altri colori;
- un oggetto *trasparente* colorato in rosso assorbe prevalentemente il colore rosso e lascia passare di più gli altri colori;
- nell’attività suggerita, il disegno colorato viene illuminato con luce che è già filtrata dal foglio colorato; se il foglio è colorato in rosso, arrivano solo raggi impoveriti del colore rosso, ma ancora ricchi di altri colori. I raggi saranno quindi poco diffusi dai tratti disegnati in colore rosso, mentre saranno diffusi dai tratti in colore blu.

**3. Il disco di Newton**



**Attività:**

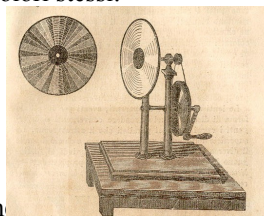
- impugnare la matita,
- fare girare velocemente la trottola.

più veloce sarà la rotazione e meno nitidi saranno i colori degli spicchi, sino ad apparire di un unico colore bianco.

**Pillole di storia .....**

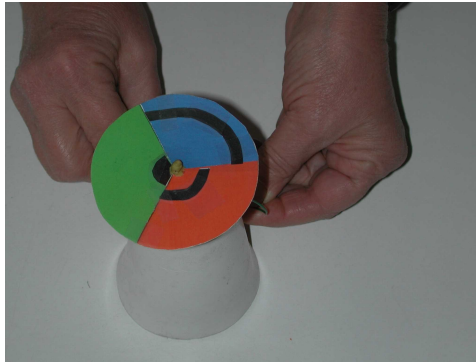


In 1672 Isaac Newton, già docente di matematica a Cambridge, venne eletto socio della Royal Society, un insigne associazione che si occupava di diffondere le nuove scoperte della scienza. Nello stesso anno Newton diede un contributo fondamentale alla fisica, sia ad essa che al mondo intero: un esperimento dimostrò che un sottile raggio di luce bianca, allorché attraversa un prisma triangolare di vetro, si decompone producendo la gamma dei colori dell'arcobaleno. A partire dall'osservazione dei colori dello spettro, Newton disegnò il cerchio dei colori sul quale i colori dello spettro venivano riportati in settori la cui larghezza era in relazione a quella osservata nello spettro. La posizione dei colori sul cerchio definiva le relazioni di qualità tra i colori stessi.



Newton giunse inoltre alla conclusione che il colore degli oggetti che noi vediamo dipende dal modo di reagire delle superfici alla luce. Un oggetto rosso ha questo colore perchè trattiene tutti gli altri colori e ci spedisce indietro solo il rosso.

Escluse del tutto la possibilità che al buio vi potessero essere dei colori, proprio perchè i colori sono inscindibilmente legati alla presenza della luce.

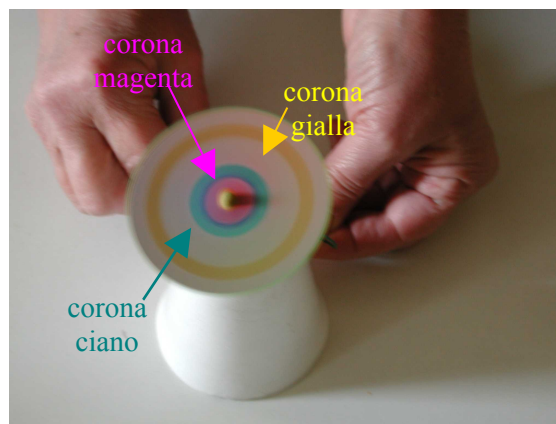


**Materiali:**

- dischi di cartoncino, matite colorate, forbici;
- “archetti” di carta nera, per oscurare i settori colorati;
- motorino di giocattoli o di piccoli elettrodomestici (p.es. di un ventilatorino)

**La fisica:**

- *la persistenza delle immagini sulla retina è responsabile della apparente colorazione bianca del disco di cartoncino;*
- *rallentando la rotazione è possibile distinguere di nuovo i colori dei diversi spicchi.*
- *oscurando con gli archetti di colore nero i diversi settori e facendo ruotare velocemente il disco, si osservano delle corone circolari colorate nel colore “complementare” a quello coperto (giallo dove si è coperto il blu, perché è la sovrapposizione di rosso e di verde; ciano dove si è coperto il rosso, perché è la sovrapposizione di blu e di verde; magenta dove si è coperto il verde, perché è la sovrapposizione di rosso e di blu);*
- *in nessun caso si vede il “nero” a riprova del fatto che il nero non diffonde nessun colore e che viene visto solo come “assenza di colore” rispetto alle zone colorate vicine.*





## Occhialini magici



### **Attività:**

- guardare un oggetto ben illuminato o una lampada al neon attraverso gli “occhialini magici”: si vedranno i bordi delle immagini ripetuti con i colori dell’arcobaleno;
- puntare una torcia elettrica contro gli occhialini facendo passare il fascio attraverso una lente e si vedrà, oltre allo spot centrale di luce bianca, anche otto immagini al centro dei lati e allo spigolo di un quadrato disperse nei colori dell’arcobaleno, però con i colori invertiti, dal blu al rosso anziché l’inverso.

### **Materiali:**

- “occhialini magici”, torcia elettrica con luce bianca, lente convergente

### **La fisica:**

- *per creare lo spettro dei colori gli “occhialini” sfruttano la diffrazione della luce da un reticolo,*
- *i diversi colori hanno diversa “lunghezza d’onda”, che va dai 400 “nanometri” (un nanometro è un millesimo di micrometro, o un milionesimo di millimetro) della luce blu, ai 700 nanometri della luce rossa;*
- *passando attraverso un reticolo, oltre al raggio principale che prosegue nella direzione iniziale, si creano dei raggi che sono “diffratti” ad angoli tanto più grandi quanto più grande è la lunghezza d’onda: il blu è quindi diffratto all’angolo minore, poi seguono gli altri colori ad angoli crescenti;*
- negli occhialini c’è una doppia griglia lungo la direzione orizzontale e la direzione verticale, per cui si hanno queste immagini multiple
- comprendere la diffrazione da reticolo

## ***Lo gnomone “origami”***

*(da un'idea di Paolo Mascheretti, Università di Pavia, progetto ESPA)*



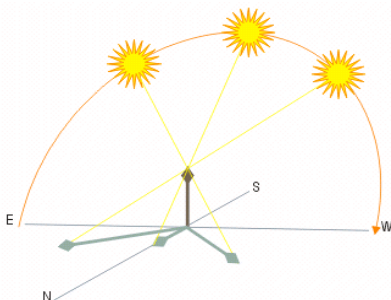
### ***Attività:***

*Dopo aver costruito lo gnomone seguendo le istruzioni:*

- disporre la base dello gnomone all'aperto, in una zona ben soleggiata\* e lontana da alberi o edifici (o altro) che possano fare ombra
- controllare con la livella che la base dello gnomone sia ben in piano, altrimenti renderla piana aggiungendo spessori opportuni
- orientare lo gnomone utilizzando la bussola
- rilevare l'ombra da esso prodotta e misurarne la lunghezza
- ripetere a intervalli di tempo regolari (mezz'ora o un'ora)

***\*Nota bene: MAI fissare il Sole a occhio nudo!***

### ***Pillole di storia....***



Osservando e riflettendo, l'uomo del neolitico aveva

appreso che, ponendosi con le spalle al sole, proiettava sul

terreno un'ombra. Con dei sassi imparò a delimitarla e

successivamente, ponendo i piedi uno davanti all'altro,

misurava quanti passi la stessa fosse lunga, quindi anche se

in modo empirico, sapeva quanto tempo lo separava dal

tramonto. Questo fu in pratica il primo segnatempo: lo

gnomone umano!

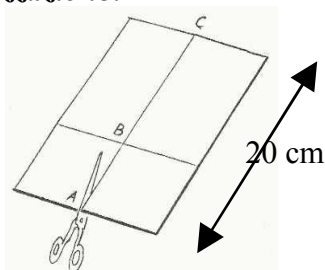
Lo gnomone era utilizzato anche dai Sumeri e dagli

Egizi nel 2000 a.C. e dai Greci nel 2400 a.C.

### Materiali:

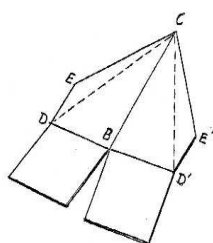
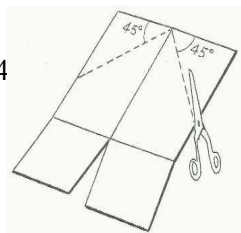
- un foglio di carta da disegno, formato F4;
- metri di vari tipi,
- una bussola, una livella, un piano di compensato (o cartone)

### Realizzazione:



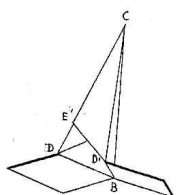
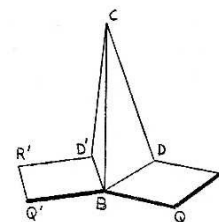
1) prendere un cartoncino formato A4, fare due pieghe fra di loro perpendicolari, come in figura, e tagliare lungo il tratto AB della piega più lunga.

2) tagliare via due "orecchie" a 45° circa partendo da C.



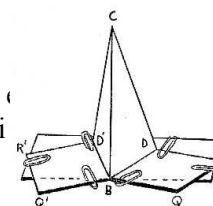
3) piegare lungo le rette CD e CD' (è utile "sfibrare" prima il cartoncino usando il dorso di una forbice guidata da una riga).

4) chiudere "a scatoletta" l'una sull'altra le due alette CDE e CD'E', incollarle e pinzarle. Nel compiere questa operazione, le due facce triangolari CBD e CBD' del futuro gnomone ruotano attorno allo spigolo CB ... e lo gnomone prende forma (nella figura è visto di dietro).



5) in questa figura lo gnomone è visto dalla parte dello spigolo CB.

6) incollare le due ali BQRD e BQ'R'D' su un cartoncino che formerà la base (chiuderà di sotto lo gnomone. Mentre la colla asciuga, si possono tenere uniti cartoncini con delle graffette. Alla fine, rifilare le eccedenze della base e appoggiare lo gnomone su una base di cartoncino più spesso.



### La fisica:

- dietro un *oggetto opaco*, illuminato dalla luce proveniente da una sorgente, si forma un'*ombra* la cui forma riproduce la forma dell'oggetto
- la lunghezza dell'ombra è tanto maggiore quanto più alto è l'oggetto che la produce e dipende dall'*inclinazione dei raggi*
- l'ombra non si forma solo sul piano ma riempie tutto lo spazio che sta dietro l'oggetto (*solido d'ombra*)

### Suggerimenti:

- la realizzazione di attività dello gnomone origami è consigliata allo scopo di favorire e potenziare le abilità manuali e di comprensione delle istruzioni di lavoro;

- si consiglia una sistematica raccolta dei dati, in ambiente aperto e soleggiato.

## Vedere la voce



### **Attività:**

- avvicinare l'altra estremità del tubo alla bocca e provare ad emettere un suono (per esempio la vocale "a"); si osserverà che la polverina o la sabbia si metteranno in movimento a seguito delle vibrazioni del suono emesso;
- cambiando il tipo di suono (magari emettendo una "u"), cambierà un poco anche il tipo di movimento della polvere.

### **Pillole di storia .....**

La parola telefono proviene dall'inglese telephone, composto a sua volta, da due elementi di origine greca: "tele", che significa da lontano, e "phonè" che significa voce.

Tra il 1871 e il 1876, Antonio Meucci e Alexander Graham Bell si contesero duramente la paternità dell'invenzione, anche se pare accertato che il primo a realizzare un sistema di trasmissione del suono a distanza sia stato il tedesco Philip Reis che fu il primo a chiamare telefono il suo apparecchio, in grado di trasmettere, secondo numerose testimonianze, la parola e la musica nel 1861.

Il primo telefono di A. Meucci utilizzava un microfono di ridotta potenza e poteva essere utilizzato solo per trasmettere messaggi a breve distanza.

I moderni telefoni sono composti da una cassa in plastica che contiene vari elementi; una tastiera numerica per selezionare il numero del destinatario; una suoneria che avvisa delle chiamate in arrivo; un microtelefono formato da un microfono per trasmettere i messaggi e un ricevitore per ascoltarli; un circuito elettronico che amplifica i suoni, smista i segnali alla suoneria o al microtelefono, invia alla centrale o riceve i segnali del numero chiamato.

Nel microfono a carbone un involucro cilindrico, chiuso da una sottile lamina elastica di metallo, è riempito con granuli di carbone. Qui passa una debole corrente continua. Quando si parla le vibrazioni dell'aria prodotta dalla voce muovono la lamina metallica che comprime più o meno i granuli variandone la resistenza elettrica al passaggio della corrente. Ciò produce una modulazione della corrente elettrica, con la stessa frequenza della voce. La corrente modulata giunge fino al ricevitore del destinatario.

### **Materiali:**

un imbuto, un tubo di plastica (di diametro uguale a quello dell'imbuto), lungo circa 50 cm, una membrana di gomma, sabbia o semolino

### **La fisica:**

- ogni suono ha una propria "forma", che dipende dalla configurazione spaziale della sorgente che lo emette (in questo caso la configurazione della bocca);

- attraverso il tubo il suono viaggia mantenendo tale configurazione che poi si riproduce quando la vibrazione si comunica alla membrana di gomma e di qui alla polvere che le sta sopra.

## Meccanica delle Onde **SLINKY**

### Onde stazionarie: osservazioni e misure

#### 11) Osservazioni qualitative e misure

[Commento: in realtà in assenza di forzanti esterne che compensano continuamente la perdita di energia del sistema, si può parlare di onde stazionarie (ovvero la cui ampiezza non varia nel tempo) solo in prima approssimazione, considerando un numero di oscillazioni abbastanza limitato da poter trascurare lo smorzamento dovuto agli attriti]

1• 1.1: Misura la distanza tra le due estremità della molla disposta in modo da risultare quasi orizzontale.

[Commento: una “buona distanza”, se gli spazi lo consentono, è per es. ] m6

1• 1.2: Osserva qualitativamente le oscillazioni che puoi ottenere con la molla.

[Commento: i) Si possono ottenere due tipi di oscillazioni. Il primo tipo ha direzione trasversale (perpendicolare) rispetto alla molla e si genera forzando manualmente l'oscillazione in un punto vicino ad un'estremità; il secondo tipo ha la stessa direzione della molla e si ottiene avvicinando tra loro le prime spire di un'estremità della molla e lasciandola successivamente distendere.

ii) E' consigliabile concentrare l'attenzione sul primo tipo. Se al termine dell'esperienza resta del tempo, si può provare ad analizzare quantitativamente anche il secondo tipo seguendo gli stessi passi descritti nel seguito.

iii) Notare che nel caso di onde trasversali, esse possono essere o no polarizzate.]

1• 1.3: Misura la frequenza di oscillazione dei primi modi normali.

[Commento: evidenziare il fatto che hanno origine onde stazionarie, vedi sotto, e che la frequenza aumenta passando dal primo modo al secondo, dal secondo al terzo e così via.]

### Onde progressive: osservazioni e misure

#### 11) Onda trasmessa e onda riflessa

[Commento: per generare un'onda progressiva è necessario imprimere una forza impulsiva in un punto vicino all'estremità della molla]

1• Misura la velocità di propagazione dell'onda progressiva

2• Osserva cosa succede variando la densità “lineare” di massa della molla nel tratto vicino ad un'estremità (per es. appendendo delle mollette)

[Risposta: nell'estremo fisso si genera un'onda riflessa che può interferire con l'onda incidente generando delle onde stazionarie oltre alla solita onda progressiva che oltrepassa la zona di discontinuità e cambia velocità di propagazione, in corrispondenza di tale zona si genera un'onda riflessa]

## RELAZIONE DI TIROCINIO ATTIVO:seconda parte

In viaggio **“A CACCIA DI EVENTI SCIENTIFICI”**

***In questa fase del tirocinio ho fatto riferimento alle lezioni del 15 marzo: “Mostre e laboratori scientifici interattivi..” di M.G.DONDI e “La matematica dei ragazzi: scambi di esperienze tra coetanei” manifestazione di L. Zuccheri***

### **IL Progetto 100 CLASSI.**

Il progetto mira a consolidare la **redazione ‘diffusa’** già realizzata da una rete di scuole del Lazio nel triennio 2002-05 - grazie al programma di collaborazione lanciato dal Deutsches Museum di Monaco e dall’Ufficio Scolastico Regionale - e sviluppata anche in altre regioni con il supporto del MIUR nel 2005-06 e a convalidare le modalità di apprendimento collaborativo on-line per attività di comunicazione scientifica.. All’interesse per un lavoro redazionale in cui si è autori e si collabora a distanza con studenti di tante altre classi per arrivare alla pubblicazione sul sito del Deutsches Museum, si è aggiunto quello per il **ruolo di comunicatori scientifici**: un ruolo utile a diffondere agli altri quanto avviene sul territorio, ma anche a scoprire in prima persona nuovi argomenti e a sviluppare passioni nuove in campo scientifico e tecnologico.

Sostenuto dal MIUR in quanto attività per la diffusione della cultura scientifica di interesse nazionale, il Progetto "100 classi - la scienza in diretta" si è proposto di mobilitare gli studenti delle scuole medie superiori per realizzare una **interfaccia tra l’offerta di cultura scientifica sul territorio e la scuola**: gli studenti, formati in appositi laboratori della notizia e organizzati a costituire vere e proprie redazioni, sono divenuti i promotori delle iniziative di cultura scientifica realizzate nelle loro regioni. Lo strumento principale per la realizzazione dell’interfaccia eventi di cultura scientifica/scuola è la realizzazione della pagina web che propone – tramite lo strumento giornalistico della recensione - **informazione sui musei, le mostre, le conferenze, le feste della scienza e le iniziative di cultura scientifica che avvengono nel Lazio e in altre regioni.**

Il progetto si propone di particolare rilievo al **tema delle vocazioni scientifiche**. Gli studenti delle scuole medie saranno attori partecipi, capaci di cercare e ottenere informazioni utili relative alla scelta della facoltà universitaria da intraprendere, con particolare riguardo per gli studi di carattere scientifico. L’iniziativa si inserisce nel filone culturale del Progetto Lauree Scientifiche.

**L’azione mira a coinvolgere tutti i corsi di laurea individuati dal Progetto Lauree Scientifiche** perché i ragazzi possano avere l’occasione di entrare nei laboratori di ricerca e incontrare professori e ricercatori a cui fare domande, approfondendo le opportunità e le possibilità che si aprono con la scelta di una carriera scientifica. Questa implementazione del Progetto “100 classi – la scienza in diretta” si tradurrà nella **pubblicazione on-line di nuovi numeri di “Lazioscienza”**.

### **Modalità di attuazione.**

***La classe quarta composta da 20 alunni ha aderito con entusiasmo a questo progetto ed è andata “ a caccia di eventi scientifici:***

- a) Festival della scienza di Genova***
- b) Area Park di Trieste***
- c) Visita al sincrotrone***
- d) Giochi sotto la Torre***
- e) Conferenza su BARSANTI e MATTEUCCI e traduzioni dal tedesco***

per il Deutsche Museum  
f) Visita al museo della Piaggio di Pontedera

per questa iniziativa gli studenti hanno coinvolto anche le insegnanti di lettere e di tedesco.

Mi sembra significativo ed esaustivo dare voce ad alcuni interventi dei partecipanti

Riporto quanto scrive Diego Salvatori circa l'iniziativa:

“Dopo che la professoressa di matematica e fisica ci ha proposto di partecipare ad un progetto chiamato 100 CLASSI, alcuni di noi si sono recati a Roma per incontrare gli organizzatori e studenti provenienti da varie scuole partecipanti al progetto. In questa occasione ci sono state illustrate l'impostazione e le varie finalità di questa iniziativa. Estremamente innovativo è il metodo di comunicare tra gli studenti fatti o eventi, interamente per email. La necessità di esporre esperienze come studi, visite didattiche ed esperienze legate al campo scientifico ci ha imposto di elaborare capacità espositive adeguate, come la stesura di un articolo di giornale redatto in un linguaggio puntuale ed adeguato. Che ricaduta ha avuto su di noi questa esperienza? Sicuramente abbiamo vissuto questo anno scolastico in maniera nuova, riuscendo a trasferire nella “pratica” quello che ci era stato proposto come puro insegnamento teorico”

Eleonora Iacopinelli si chiede: “Viaggiare è solo divertirsi o anche imparare?” Dalla mia esperienza come visitatore ai Giochi sotto la Torre e al Festival della Scienza di Genova sono diventata una viaggiatrice protagonista, infatti ho preso parte a delle esperienze di fisica e di chimica ed ho anche frequentato il laboratorio di matematica, dove non ho solo ascoltato, ma ho anche agito. Durante queste visite siamo noi i protagonisti, invece di stare seduti ai nostri banchi ad ascoltare un professore che ci propina dimostrazioni, formule e teoremi, possiamo toccare con le nostre mani strumenti e giochi che ci permettono di capire meglio ciò che ascoltiamo in classe. E' un metodo migliore rispetto alle lezioni curriculari per appassionare i ragazzi alle materie scientifiche, rendendole meno teoriche ed addirittura divertenti. Questo secondo me potrebbe avvicinare maggiormente noi giovani piuttosto restii a studi sistematici e ripetitivi, a discipline fondamentali non solo per la nostra formazione culturale, ma soprattutto necessari per il mondo del lavoro.

Sempre a proposito del Festival della scienza di Genova, Federico Belli fa un incontro: “La partecipazione al Festival della Scienza di Genova mi ha aperto un campo di conoscenze scientifiche a me sconosciute, infatti ho incontrato i neutrini (conferenza, progetti INFN), che sono le particelle elementari più sfuggenti: non si conosce neppure il valore assoluto della loro massa e sebbene siano presenti nell'universo in grandissima quantità, circa 120 milioni per  $m^3$ , sono caratterizzati da una debole attitudine ad interagire con la materia ordinaria eppure sono

importantissime per la comprensione dell'Universo, in cui l'antimateria risulta praticamente assente rispetto alla materia. Interessandomi alla loro storia ho scoperto il progetto “CERN NEUTRINOS TO GRAN SASSO”: a 50 anni dalla prima osservazione sperimentale, un intenso fascio di queste particelle, prodotto dagli acceleratori del CERN, arriverà ad illuminare i laboratori dell'INFN del Gran Sasso attraversando

*strutture sotterranee che convogliano i protoni dell'acceleratore S.P.S. sul bersaglio di grafite per produrre mesoni che decadono in neutrini nel lungo tunnel di ben 732 Km in direzione del Gran Sasso.*

*La speranza degli scienziati è trovare la prova definitiva che i neutrini hanno massa e alzare così un altro velo sull'universo.*

*Il ruolo dei neutrini è determinante per la comprensione della natura sia su scala microscopica che su scala macroscopica e suscita l'interesse dell'intera comunità scientifica lo studio delle loro proprietà."*

*Un'altra alunna di quarta, **Alessia Prati**, esprime la sua opinione: "La positività del Progetto consiste non solo nel conoscere da parte di noi studenti argomenti inconsueti nei programmi curriculari, ma soprattutto nella possibilità di comunicare con coetanei su contenuti che esulano dagli interessi quotidiani dei giovani e nello stesso tempo di vivere esperienze dirette in vari ambiti e successivamente di riflettere sulle stesse evidenziandone le caratteristiche, le potenzialità, le finalità e le eventuali applicazioni. Inoltre il Progetto ha consentito agli studenti di scoprire e di valutare l'importanza in ambito storico, economico, scientifico dell'invenzione del motore a scoppio ad opera degli scienziati Barsanti e Matteucci che peraltro danno il nome alla nostra scuola. Questo studio è stato affrontato con la collaborazione di un appassionato e tenace ricercatore delle attività di questi scienziati, nella figura del preside G.Ricci che ha consentito a noi studenti di rivalutare l'operato di questi due scienziati attribuendo loro una scoperta impropriamente attribuita (come ormai riconosciuto da tutti) allo scienziato tedesco Otto.*

*I partecipanti a questo progetto frequentano un corso sperimentale di lingua tedesca: questa attività ha permesso loro da un lato di potenziare la conoscenza della lingua, appropriandosi di un linguaggio specialistico proprio delle materie scientifiche, solitamente non utilizzato durante le lezioni curriculari, dall'altro di entrare in contatto con un pilastro della cultura scientifica europea ed internazionale, il Deutsche Museum di Monaco di Baviera attraverso una serie di traduzioni su differenti argomenti di carattere scientifico."*

***Andea Lazzereschi** vuol convincere i nostri politici a investire nella ricerca perché è fruttuoso e così si esprime dopo il viaggio di istruzione all'AREA PARK di Trieste:*

*"Perché investire nella ricerca? Durante il viaggio di istruzione a Trieste ho scoperto un centro: AREA PARK che fa e produce ricerca; infatti all'interno di questa struttura studiosi di tutte le nazionalità si dedicano interagendo tra loro, alla ricerca in campo scientifico, ma anche medico ed economico. La cosa più sorprendente è che i loro studi sono finalizzati al mondo del lavoro, dell'industria;*

*infatti molte aziende nazionali ed internazionali attingono a questa fabbrica di studi idee, progetti sperimentati per modificare, per migliorare o anche per creare il loro prodotto"*

*Sempre durante la visita a Trieste abbiamo visitato il sincrotrone, **Clarissa Barsanti** Si chiede: "Ma a cosa serve studiare particelle, farle incontrare, costruire acceleratori? Eppure durante la gita a Trieste ho scoperto che molte sono le applicazioni della fisica moderna. Il sincrotrone, ad esempio è un acceleratore di particelle, circolare e ciclico in cui il campo magnetico (per girare le particelle in modo da circolare) ed il campo elettrico (accelerare le particelle) sono sincronizzati con attenzione con il fascio mobile della particella.*



*I suoi usi applicativi sono molti ed in ambiti diversi*  
*Applicazioni*

- Scienze biologiche: proteina e grande cristallografia della molecola
- Scoperta e ricerca della droga
- disegni di circuito integrato "bruciantesi" del calcolatore nelle cialde del metallo
- Studiare le figure della molecola ed i cristalli della proteina
- Analizzare i prodotti chimici per determinare la loro composizione
- Cellule viventi guardanti come reagiscono alle droghe
- Cristallografia e microanalisi materiali inorganiche
- Studi di fluorescenza
- Analisi materiale a semiconduttore e studi strutturali
- Analisi materiale geologica
- Formazione immagine medica

*Un nuovo dispositivo è stato messo a punto da ricercatori del Laboratorio di luce di sincrotrone di Trieste e consentirà, in particolare, l'esame di materiali biologici o magnetici.*

*Nasce un super-microscopio ad alta tecnologia che sarà in grado di svelare la composizione chimica delle sostanze tracciandone una vera e propria mappatura e potrà essere utilizzato sui nuovi materiali come quelli magnetici. Ma questi sono solo alcuni degli utilizzi del nuovo strumento, che promette anche di essere una sorta di "segugio" per le scienze ambientali. A metterlo a punto, il Laboratorio di luce di sincrotrone di Trieste, in collaborazione con altri partner europei.*

*Quali saranno gli usi del nuovo microscopio, battezzato Twin-Mic?*

*"Si tratta di un microscopio a raggi X di nuova concezione che potrà avere un raggio di impiego molto più ampio rispetto alle strumentazioni attuali". Innanzitutto, permetterà di studiare i nuovi materiali, come quelli magnetici, finora non facilmente esaminabili, ed anche materiali biologici come cellule e microrganismi potranno essere osservati con maggiore precisione.*

*Ma è in campo medico l'applicazione che per me riveste maggior significato: l'esame mammografico che può essere effettuato con i raggi x prodotti dal sincrotrone consente di ottenere immagini più nitide e di vedere particolari che con l'esame tradizionale non si rileverebbero;*

*inoltre la dose assorbita dalla paziente è circa 10 volte minore.*

*Vedere, conoscere certe realtà, purtroppo a molti oscure, dovrebbe sollecitare l'interesse per la ricerca perché c'è sempre la speranza di trovare soluzioni migliori."*

**Edoardo Michetti** osserva: *"Tra le varie esperienze riconducibili al mondo della ricerca e della tecnologia abbiamo visitato il museo della nota ditta motociclistica Piaggio. Qui vi è raccolta tutta la sua storia. Dovete sapere che quando nacque non produceva ciclomotori bensì treni ed in seguito anche navi ed aerei. Volevo parlare di questa esperienza perché penso che sia*

***importante capire come si è arrivati a una delle invenzioni più usate al mondo d'oggi: il motorino.***

***Il primo motorino, anche se non si chiamava così, nacque dall'intuizione di un costruttore della Piaggio che progettò quello che sarebbe divenuto il simbolo dell'Italia anni 60'. 70',80' e che ci contraddistingue ancora oggi:***

***LA VESPA. Possiamo definirla l'antenata del motorino ed è per questo che la sua invenzione è così importante.***

***Quindi possiamo ancora una volta vedere che la scienza e qui anche la tecnologia hanno segnato positivamente il mondo e quindi che si finanzia la ricerca in ambito scientifico e tecnologico!"***

## I GIOCHI DELLA FISICA.

Tipo di tirocinio: attivo

Classe: 3 B del liceo scientifico "Barsanti e Matteucci".di Viareggio.

Numero di studenti

## PRESENTAZIONE

La classe a cui ho proposto l'attività ha inizialmente trovato talune difficoltà nello studio della fisica non tanto nella comprensione di concetti e di leggi della fisica, quanto nella loro applicazione alla risoluzione di problemi concreti:

alcuni dei miei studenti di fronte ad un problema non capiscono cosa si chiede loro, altri di fronte a una situazione problematica anche semplice e coinvolgente mi chiedono: 'ma in definitiva cosa debbo studiare?' o anche: "ma quale formula posso applicare?". E molto difficile per gli studenti abbandonare l'atteggiamento passivo che anni di scuola hanno profondamente radicato ma, piano piano, almeno una parte degli studenti cambia atteggiamento e 'si mette in gioco'.

## COINVOLGIMENTO EMOTIVO E APPRENDIMENTO

Imparare giocando il gioco:

“Elemento indispensabile per l'apprendimento è il coinvolgimento emotivo del discente e il desiderio di impegnarsi per raggiungere un obiettivo personale. È noto che una forte motivazione a impegnarsi si ha nel gioco, che è possibile utilizzare per stimolare un impegno che porti a un apprendimento a lungo termine e, quindi, a una reale formazione culturale.

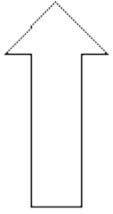
Questa consapevolezza si riflette anche nell'allestimento di mostre e musei, dove il ruolo del visitatore non è più quello di 'bersaglio' della comunicazione, ma di attore consapevole.”

Ho pensato che come antidoto ad un eventuale scoraggiamento degli studenti di fronte alle difficoltà emerse e perché nascesse e si sviluppasse la vocazione alla ricerca, la passione per lo studio delle scienze, potesse essere utile imparare giocando.

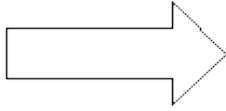
I giochi proposti sono stati ideati per stimolare il gusto dell'osservazione e dell'immaginazione, il desiderio di capire, il piacere di cercare e trovare delle risposte sulla base dell'esperienza vissuta e delle deduzioni logiche, alcuni sono stati costruiti dagli studenti stessi in laboratorio, altri sono stati portati dagli allievi che già ne erano in possesso .

## TEORIA

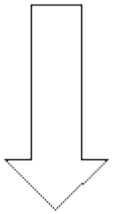
Aspetto mentale/formale



SCIENZA :



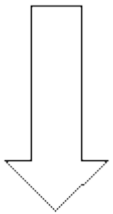
METODO SCIENTIFICO



**ESPERIENZA**

**Aspetto ludico/operativo**

**OBIETTIVO per interessare gli STUDENTI**



**SPERIMENTARE**

(usando materiali di facile reperibilità)

● **Apprendere** ● **Giocare**

**VANTAGGI**

I vantaggi didattici di questo tipo di approccio sono molti:

- si lega più strettamente la "fisica che si fa a scuola" con il mondo reale,

- il riferimento a oggetti familiari aiuta la formazione dei concetti astratti (vedere con gli occhi per vedere con la mente).

- Si può prendere spunto dal funzionamento di giochi per introdurre o chiarire concetti ritenuti difficili: ad esempio, da una gara di lancio di palline con una fionda

o con una catapulte per introdurre una prima esplorazione sulle forze, che permette di passare abbastanza agevolmente al concetto di separazione

tra "forza" ed "energia" , al principio di azione e reazione.

Partendo invece dall'analisi di una semplice camminata o di una corsa, si può arrivare a discutere di accelerazione e di concetti dinamici importanti e

spesso trascurati, quali l'attrito statico e la relazione tra forza, velocità e potenza

Semmai c'è un aspetto delicato di questo approccio alla fisica da considerare ed è infatti il difficile bilancio fra la ricchezza e l'immediatezza delle cose concrete

e la loro complessità: non tutti gli oggetti o i fenomeni quotidiani si prestano a un uso didattico, perché la "fisica nascosta" può essere troppo complessa,

oppure la riproducibilità del fenomeno può essere precaria, ecc.

## LA FISICA PUO' ESSERE UN GIOCO?

La risposta di Umberto Buontempo \*Professore di Struttura della materia presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Padova nell'articolo

Publicato il 10/01/2006 si richiama al fatto ampiamente provato che la maggior parte degli studenti che prendono la licenza di Fisica non ricordano

quasi nulla della fisica studiata nella scuola già sei mesi dopo l'esame finale e che quel poco che ricordano sono, sostanzialmente, formule prive

- per loro - di un qualsivoglia contenuto reale, puri nomi o filastrocche di termini senza significato alcuno.



Immagine tratta dal sito dell'Exploratorium –

The museum of science, art and human perception di San Francisco

Un gruppo di ricerca in didattica delle scienze ha fatto un studio di questo genere sui giovani visitatori per l'appunto del "Launch Pad". Hanno verificato che anche dopo cinque anni dalla visita conservavano un vivo ricordo di molti degli exhibit e del loro funzionamento.

## IMPARARE GIOCANDO IL GIOCO DELLA FISICA

**Giocando s'impara**: è quasi un luogo comune; il problema è se la scienza, in particolare la fisica, può essere presentata ai giovani come un gioco al quale applicarsi con lo stesso impegno che essi mettono nei giochi propriamente detti. La scienza è una cosa seria che richiede studio, applicazione, pazienza, memorizzazione, riflessione d'accordo, ma questo è vero anche per qualsiasi gioco appena un po' impegnativo, dai più complessi, come gli scacchi, ai più semplici, come il dilagante sudoku.

E' vero che i ricercatori risolvono i rompicapi?.. Un famoso fisico ha definito i ricercatori 'solutori di problemi'; i ricercatori che si dedicano a ricerche non finalizzate, la così detta scienza libera o pura, potrebbero ancor meglio essere definiti 'solutori di rompicapi'. Il ricercatore, afferma il professor Bontempi, si imbatte, spesso casualmente, in qualcosa 'che non torna', non capisce perché un certo fenomeno vada come va e non come si aspettava che dovesse andare, oppure si chiede cosa succede se si cambia qualche condizione di un certo processo o altro ancora. In altre parole, si pone un problema al quale vorrebbe trovare risposta. E qui comincia il gioco che seriamente si chiama ricerca.

Si studiano le regole e si adattano al caso in questione, si incontrano ostacoli tecnici o formali che, a seconda dei casi, si aggirano o si superano.

Talvolta, aprendo una nuova via, per usare un gergo alpinistico, si provano diverse strade molte delle quali risultano vicoli ciechi e allora si torna indietro e si riparte in un'altra direzione, si costruiscono o si adattano progressivamente gli strumenti necessari per aprire le porte che ci sbarrano il cammino, finché si comincia a vedere la luce e il percorso arriva alla sua conclusione. Talvolta si trova la risposta, talvolta si capisce che il problema era mal posto e non ammette risposta, ma nella maggior parte dei casi si trova una risposta che pone però nuovi, impensati problemi, raccolgono le forze e si inizia una nuova partita.

La cosa più significativa di questo gioco non è la risposta finale, ma il percorso fatto giocando.

