



**Facoltà di Scienze MFN**  
**Dipartimento di Fisica Sperimentale**  
**dell'Università di Torino**  
**2005**  
**Anno Mondiale della Fisica**



**Torino**  
**4-5 Novembre**  
**2005**



**Time to**  
**play**

**Viaggio all'interno delle Scienze**

**La fisica dei giocattoli**

Daniela Allasia, Andrea De Bortoli,  
Valentina Montel, Giuseppina Rinaudo

**Sito web:**  
**<http://www.iapht.unito.it/giocattoli/>**

<i>Suono, luce e percezione</i>	<i>S1</i>	<i>Gli elastofoni</i>
	<i>S2</i>	<i>Vedere la voce</i>
	<i>L1</i>	<i>Il disco di Newton</i>
	<i>L2</i>	<i>La moneta di Tolomeo</i>
	<i>V1</i>	<i>Auguri .... anamorfici</i>
	<i>V2</i>	<i>L'uccellino in gabbia</i>
<i>Giocare con forza ed energia</i>	<i>F1</i>	<i>La bambolina sempre in piedi</i>
	<i>F2</i>	<i>L'asinello acrobata</i>
	<i>F3</i>	<i>Giochi sulla bilancia pesapersona</i>
	<i>F4</i>	<i>La bottiglia senza fondo</i>
	<i>F5</i>	<i>Il diavoletto di Cartesio</i>
	<i>E1</i>	<i>Il barattolo che torna indietro</i>
	<i>E2</i>	<i>Dog car</i>
<i>E3</i>	<i>Sfregare per scaldare</i>	
<i>Magneti e fili elettrici</i>	<i>M1</i>	<i>L'aquilone magnetico</i>
	<i>M2</i>	<i>I magnetini infilati sullo spiedino</i>
	<i>M3</i>	<i>La collana magnetica</i>
	<i>M4</i>	<i>Il chiodo che diventa calamita</i>
	<i>M5</i>	<i>L'acquario magnetico</i>
	<i>E1</i>	<i>Il filo che brilla</i>
	<i>E2</i>	<i>Quiz con le luci</i>

## ***S1. Gli elastofoni***

### ***Oggetti:***

serie di elastici di diverso spessore o lunghezza, una scatola di legno (o di plastica...) o un vaso di terracotta o di altro materiale

### ***Attività:***

- per provare anzitutto l'effetto "cassa di risonanza", tendere l'elastico con le dita e chiedere a un partner di pizzicarlo in mezzo: si sentirà un suono molto debole e "sordo". Senza muovere le dita e cercando di mantenere la stessa *tensione* sull'elastico, appoggiare l'elastico ai bordi della cassetta o del vaso e chiedere al partner di pizzicare l'elastico: si noterà subito che ora il suono è molto forte e che è possibile percepirne nettamente l'altezza;
- ripetere la prova, cambiando la tensione sull'elastico: quando l'elastico è più teso, il suono è più alto, quando lo tendi di meno è più grave. Provare poi con un elastico più spesso: si noterà che il suono è più grave, a parità di tensione;
- avendo capito che puoi diminuire l'altezza del suono diminuendo la tensione oppure usando elastici più spessi, costruire un "elastofono" per suonare con gli elastici. Fare passare un elastico intorno alla scatola e fissarlo un po' sotto i bordi del lato aperto, come nella foto. Scegliere poi un elastico leggermente più lungo e fissarlo accanto al primo nello stesso modo: risulterà meno teso e darà un suono più tenue. Scegliere infine un elastico più corto e fissarlo nello stesso modo dal lato opposto: risulterà più teso e quindi darà un suono più alto. A vendo spazio, si può continuare con un quarto elastico;
- è ora possibile usare l'elastofono a tre o quattro note per provare qualche semplice ritmo che si conosca o che ci si inventi sul momento.



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

perché la vibrazione dell'elastico dia un suono percepibile e forte occorrono due condizioni:

- una buona tensione dell'elastico, che fa sì che la vibrazione, impressa in un punto, si trasmetta al resto dell'elastico (la frequenza della vibrazione è tanto maggiore quanto più l'elastico è teso);
- l'accoppiamento con una "cassa di risonanza" che consente, attraverso riflessioni multiple della vibrazione sonora, di amplificare il suono (cioè sostanzialmente l'energia sonora) e di trasmetterla all'aria circostante.

## ***S2. “Vedere”... la voce***

### ***Oggetti:***

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

### ***Preparazione:***

tendere la membrana di plastica sul bordo dell'imbuto e fissarla con un elastico; inserire poi l'imbuto in una estremità del tubo.

### ***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.



### ***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.

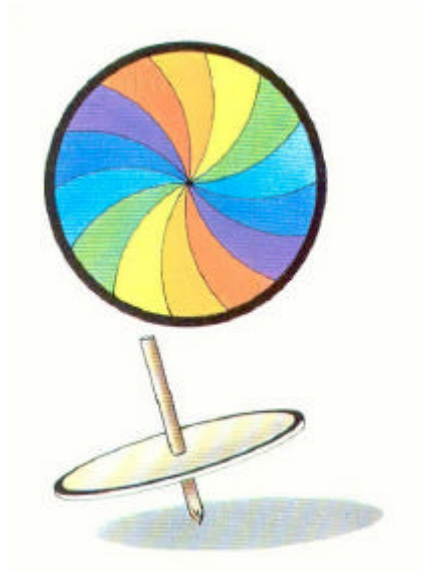
## *L1. Il disco di Newton*

### **Oggetti:**

dischi di cartoncino, matite colorate, forbici

### **Attività:**

- sopra ogni disco disegnare gli “spicchi” da colorare nella sequenza dei colori dell’iride. Con le forbici praticare un foro al centro del disco e infilarvi una matita, con la punta verso il basso;
- impugnare la matita e 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.



### **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.

## L2. La moneta di Tolomeo

### Oggetti:

una moneta, del pongo, un bastoncino da spiedini, una vaschetta non trasparente, un righello, foglio di carta da lucidi con quadrettatura, cartoncini rigidi.

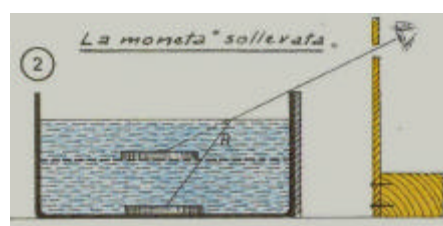
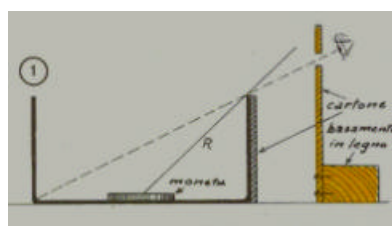
### Attività:

- disporre uno strato di pongo sulla moneta
- puntare il bastoncino al centro, avvicinare la moneta al bordo della vaschetta, tenendola però a una certa distanza e appoggiare lo stecchino al bordo
- mettere la vaschetta su un banco e chiedere a uno studente, che farà da "osservatore" (al lato del banco in posizione tale che sicuramente non possa vedere la moneta, perché nascosta dal bordo della vaschetta) di guardare lungo la direzione dello stecchino cercando di indovinare che cosa c'è in fondo
- versare poi l'acqua nella vaschetta finché, a un certo punto, "l'osservatore" avvisi di cominciare a vedere la moneta
- misurare l'altezza  $h$  dell'acqua, la posizione della moneta rispetto al bordo della vaschetta, l'altezza della vaschetta, riprodurre in scala il disegno e cercare di ricostruire il cammino del raggio che "esce" dalla moneta e giunge all'occhio dell'osservatore quando deve viaggiare solo in aria oppure quando viaggia in acqua e in aria
- si possono ottenere misure più precise e ripetibili disponendo verticalmente, a distanza fissa dalla vaschetta, un cartoncino con un foro attraverso cui tralucere il fondo della vaschetta, come nelle figure successive.



### La fisica:

- gli oggetti trasparenti si lasciano attraversare dalla luce senza bloccarla
- quando il raggio di luce proveniente dalla moneta passa dall'acqua a un mezzo trasparente meno denso come l'aria, la sua direzione cambia e si allontana di più dalla direzione della retta perpendicolare alla superficie di separazione
- come conseguenza, la posizione della moneta al fondo dello strato di acqua appare spostata verso punti più lontani dalla perpendicolare e verso l'alto
- la deviazione del raggio dipende da una proprietà caratteristica del mezzo detta indice di rifrazione  $n$
- noto l'indice di rifrazione (per l'acqua  $n=1,33$ ) si può calcolare lo spostamento della moneta usando la costruzione geometrica di diapositiva 1\*
- viceversa, misurando lo spostamento e l'altezza dello strato di acqua, si può calcolare l'indice di rifrazione usando la costruzione geometrica di diapositiva 2\*



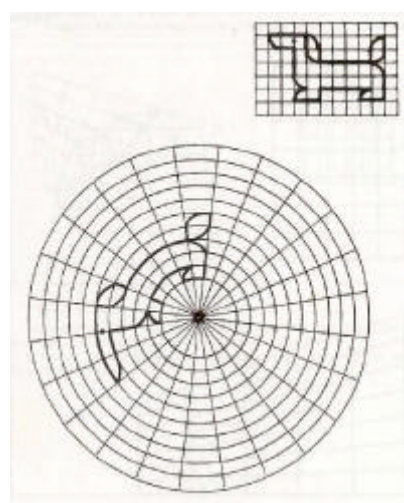
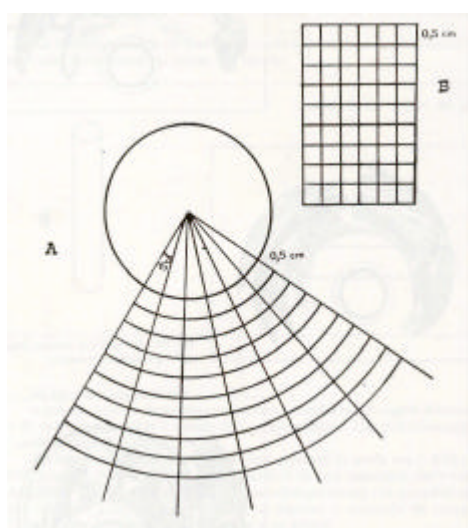
## VI. Auguri...anamorfici<sup>1</sup>

### Oggetti:

un tubo di cartone (lungo una ventina di centimetri), un foglio di carta argentata, un foglio F4,

### Attività:

- avvolgere il foglio di carta argentata sul rotolo, cercando di renderlo il più liscio possibile;
- sul foglio F4 preparare due griglie come quelle della figura, una rettangolare divisa in tanti quadratini di lato 0,5 cm, e una circolare, divisa in spicchi e in corone circolari di distanza 0,5 cm;
- nella quadrettatura "rettangolare", disegnare una figura a piacere e riprodurla sulla griglia "circolare" come indicato nella figura di destra;
- porre lo specchio cilindrico al centro della griglia circolare (il raggio dello specchio deve coincidere con quello della traccia centrale) e osservare.



### La fisica:

- lo *specchio* è un oggetto che ha una superficie molto liscia e regolare e che *riflette* il fascio di luce, cambiandone la direzione secondo le leggi della riflessione speculare;
- lo specchio funziona da sorgente secondaria e non aggiunge "informazione" al fascio incidente, al di là del semplice cambiamento di direzione;
- l'anamorfosi è un disegno dai tratti incomprensibili che recupera il suo senso logico se osservato attraverso uno *specchio cilindrico*

<sup>1</sup> I. Sacchetti – Caleidoscopio: giochi geometrici per la Scuola Elementare - Tecnodid, 1993



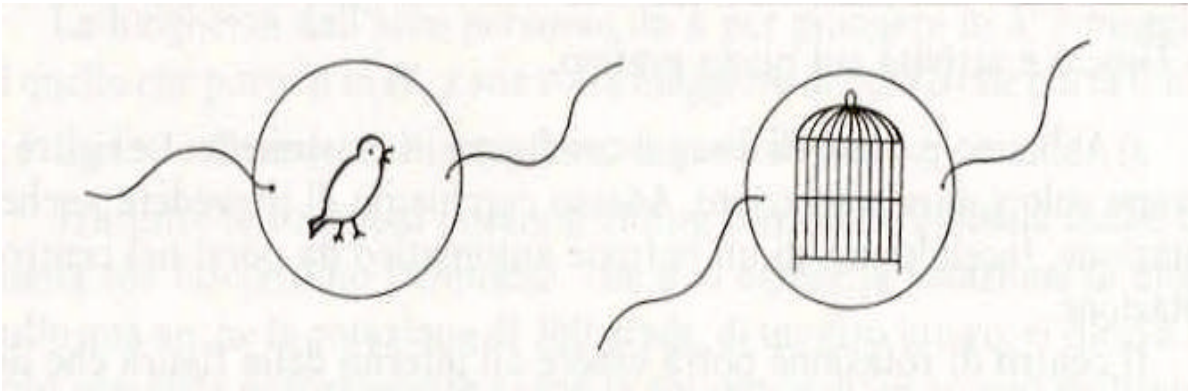
## V2. L'uccellino in gabbia

### Oggetti:

due dischi di cartone, filo o cordoncino

### Attività:

- disegnare, sulle due facce di un disco di cartone, due immagini che rappresentino le diverse posizioni di una azione qualunque;
- praticare due fori diametralmente opposti e farvi passare un cordoncino, in modo da poter fare ruotare il disco intorno al suo asse;
- osservare



### La fisica:

- a causa della *persistenza delle immagini* le due figure rimangono impresse per un certo tempo (meno di un secondo) a livello di retina o di cervello, anche dopo che ognuna di esse è già scomparsa, per cui le due immagini consecutive in movimento prese a breve distanza di tempo si sovrappongono con continuità;
- rallentando il movimento è possibile distinguere di nuovo la gabbia e l'uccellino separatamente.



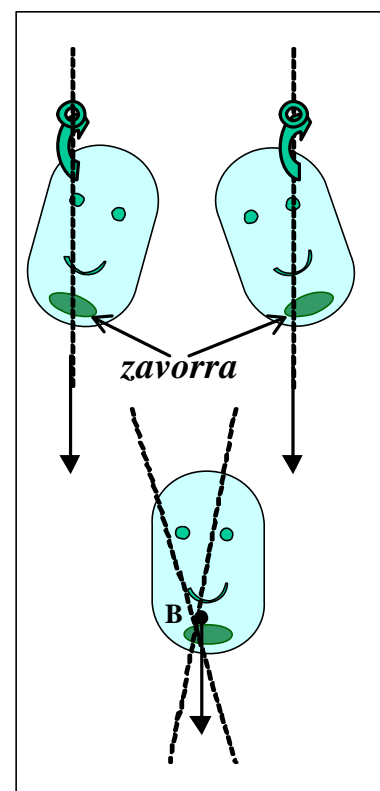
## *F1 La bambolina sempre in piedi*

### **Oggetti:**

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

### **Attività:**

- 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 dall'altra parte del centro. Raddrizzare la bambolina: il baricentro si troverà in corrispondenza dell'incrocio delle due rette.



### **La fisica:**

- in condizioni di equilibrio la forza-peso è diretta lungo la verticale che passa per il punto di sostegno e il suo punto di applicazione ideale (baricentro) sta su questa retta,
- spostato dalla posizione di equilibrio, l'oggetto oscilla intorno a quella posizione, perché si crea una forza di richiamo che tende a riportarlo alla posizione di equilibrio.

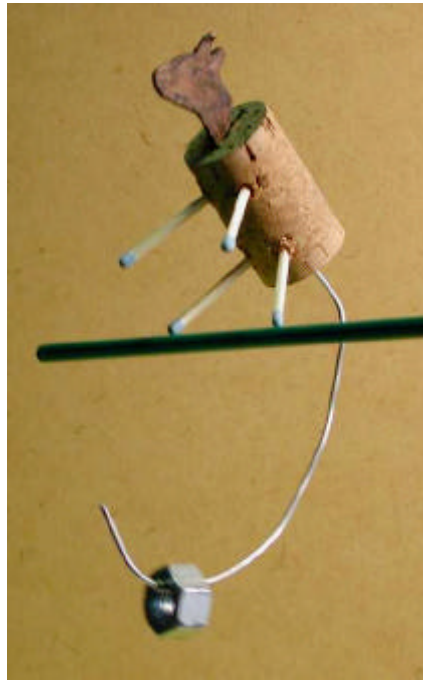
## *F2. L'asinello acrobata*

### **Oggetti:**

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).

### **Attività:**

- 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 fisica:**

- il dado pesante fa sì che alla piccola forza di gravità  $F_{Ta}$  che attira l'asinello verso il basso si sommi la grossa forza di gravità  $F_{Td}$  del dado,
- le forze di reazione dei punti di appoggio, che agiscono sulle due zampe posteriori dell'asinello,  $F_{pz}$ , danno una risultante che non solo è uguale e contraria alla somma  $F_{Td} + F_{Ta}$ , ma *sta anche sulla stessa verticale*.

### *F3. Giochi su una bilancia pesapersona*

#### **Oggetti:**

due bilance pesapersona, un elastico (precedentemente tarato).

#### **Attività:**

- nella figura, vediamo un ragazzino che sta tirando verso il basso un elastico, che la sua amichetta, anche lei su una bilancia, sta tirando verso l'alto.
- ci si potrebbe aspettare che la forza-peso del ragazzino aumentasse, visto che spinge verso il basso e che la forza-peso della sua amichetta diminuisse, visto che spinge verso l'alto, ma avviene esattamente l'opposto! vediamo perché, esaminando come si trasmettono le forze sia dal punto di vista del ragazzino che della sua amichetta.



#### **La fisica:**

- iniziamo dal ragazzino. Egli è soggetto alla forza di gravità  $\mathbf{F}_{Tr}$ , ma in più gli arriva, trasmessa dall'elastico, la forza  $\mathbf{F}_{ae}$  che la sua amichetta applica all'elastico e che diventa la forza  $\mathbf{F}_{er}$  che l'elastico applica al ragazzino. Poiché l'amichetta tira verso l'alto, anche la forza  $\mathbf{F}_{er}$  è diretta verso l'alto e quindi va a sottrarsi alla forza di gravità  $\mathbf{F}_{Tr}$  per cui sembra che il ragazzino sia più leggero! Infatti la bilancia segnala di ricevere dal ragazzino una forza risultante  $\mathbf{F}_{rp}$  più piccola di quella che riceveva prima che l'amichetta iniziasse a tirare, perché ora è pari alla differenza fra le due forze  $\mathbf{F}_{Tr}$  ed  $\mathbf{F}_{er}$ .
- l'opposto capita invece all'amichetta. Su di lei agisce la forza  $\mathbf{F}_{re}$  che il ragazzino applica all'elastico e che, trasmettendosi attraverso l'elastico, diventa la forza  $\mathbf{F}_{ea}$ . Poiché il ragazzino tira verso il basso, essa va ad aggiungersi alla forza di gravità  $\mathbf{F}_{Ta}$ , dando una forza risultante maggiore. La bilancia infatti segnala che riceve dall'amichetta una forza  $\mathbf{F}_{ap}$  maggiore rispetto a quella che riceveva prima che i due ragazzi iniziassero a tirare l'elastico.

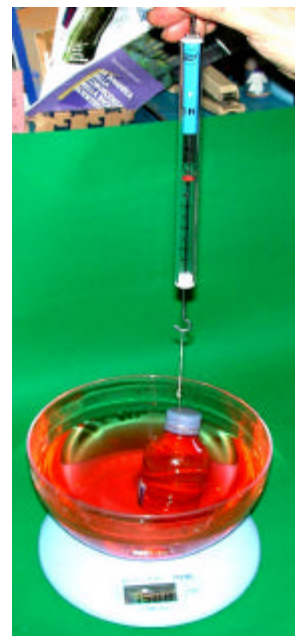
## F4. La bottiglia senza fondo

### Oggetti:

una bottiglietta di plastica, una vaschetta, una bilancia da cucina, un dinamometro

### Attività:

- prendere una bottiglietta di plastica, tagliarle il fondo, tapparla e immergerla completamente in una vaschetta contenente acqua come nella foto di sinistra;
- provare a estrarla lentamente tenendola dalla parte del tappo: si vedrà che, finché il fondo rimane completamente immerso, il livello dell'acqua nella bottiglietta rimane alto e si fa fatica, come se si dovesse effettivamente sollevare l'acqua in una bottiglietta che ha il fondo. Se il tutto avviene su una bilancia, si osserverà che il peso effettivamente diminuisce (figura di destra);
- come controprova, legare la bottiglietta a un dinamometro e verificare che la forza segnata dal dinamometro corrisponde alla diminuzione della forza peso della bottiglietta immersa



### La fisica:

- cercando di estrarre la bottiglia, la mano applica una forza diretta verso l'alto,  $F_{mb}$ ,
- la forza peso registrata dalla bilancia è quindi pari alla forza peso registrata prima meno la forza  $F_{mb}$ ,
- con il dinamometro si può misurare direttamente il valore di  $F_{mb}$  e verificare che è pari alla diminuzione della forza peso registrata dalla bilancia (occorre ovviamente convertire la diminuzione di "peso" indicata dalla bilancia ed espressa in kg in diminuzione di "forza peso" espressa in newton usando il *fattore di conversione* che è pari a circa 10N/kg)

## F5. Il diavoletto di Cartesio

### Oggetti:

una bottiglietta di plastica da mezzo litro e il cappuccio di una penna a sfera (preferibilmente trasparente).

### Attività:

- fissare al cappuccio due clips per renderlo pesante, riempire la bottiglia di acqua e immergere verticalmente il cappuccio: se la grandezza del cappuccio e il peso delle clips sono corretti, il cappuccio galleggerà (si consiglia di provare prima in una vaschetta di acqua);
- tappare la bottiglia; se si comprime la bottiglia come mostrato in figura il cappuccio affonda, se si lascia la presa, esso sale in superficie e galleggia;
- con un po' di esercizio è possibile riuscire a bloccare il cappuccio a metà salita giocando sulla pressione che si esercita sulle pareti



### La fisica:

- quando si immerge verticalmente il cappuccio, nella sua parte alta resta intrappolata una piccola bolla di aria (se il cappuccio è trasparente, l'aria intrappolata è ben visibile), sufficiente per farlo galleggiare, grazie alla *spinta di Archimede*;
- comprimendo, la *pressione* applicata dalla mano si *propaga in tutte le direzioni* dentro l'acqua, per il *principio di Pascal*, e quindi anche all'aria intrappolata nel cappuccio;
- l'aumento di *pressione riduce il volume* dell'aria intrappolata, per la *legge di Boyle*: se il cappuccio è trasparente, la diminuzione del volume dell'aria è ben visibile;
- la riduzione del volume dell'aria intrappolata dentro il cappuccio causa una riduzione del volume di acqua spostata dal cappuccio e quindi della spinta di Archimede, per cui il cappuccio affonda;
- eliminando la pressione applicata dalla mano, l'aria intrappolata nel cappuccio si espande e quindi aumenta anche il volume di acqua spostata e il cappuccio risale fino a galleggiare;
- a metà della risalita, la pressione è leggermente inferiore a quella sul fondo (in un dislivello di circa 20 cm di acqua la pressione cambia di circa il 2% della pressione atmosferica) per cui è possibile, controllando finemente la pressione esercitata sulle pareti della bottiglietta, fare in modo che la pressione dell'aria intrappolata sia tale che il volume corrispondente di aria sposti una quantità di acqua in grado di dare una spinta esattamente eguale alla forza peso del cappuccio.

## *E1 . Il barattolo che torna indietro*

### **Oggetti:**

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

### **Attività:**

- 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;
- 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.



## E2. Dog car\*

### Oggetti:

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

### Attività:

- 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:

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.

-----  
(\*) Giocattolo realizzato da una studentessa di S.F.P., a.a. 1999/2000



### *E3. Sfregare per riscaldare*

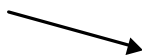
#### **Oggetti:**

una tavoletta di legno quadrata di circa 15 cm di lato, un ditale, un pezzo di spago di circa 50 cm, un po' di sabbia e un termometro digitale per ambienti "interno-esterno" corredato di puntale sensibile

#### **Attività:**

- fare nella tavoletta un foro nel quale possa essere infilata la parte inferiore (chiusa) del ditale (il ditale deve rimanere ben fissato nella tavoletta ma emergere dalla tavoletta stessa per metà circa della sua altezza)
- riempire il ditale di sabbia fin quasi al bordo e inserite il puntale del termometro nella sabbia
- rilevare la temperatura iniziale (che si legge sul visore della temperatura "esterna")
- prendere poi le due estremità dello spago, passare lo spago intorno al ditale e, tirando lo spago alternativamente in un senso e nel senso opposto, facendo in modo che esso sfreghi contro la superficie esterna del ditale
- agire con una certa forza tenendo il cordino ben teso in modo che ci sia un buon attrito contro il ditale
- rilevare la temperatura segnata dal termometro nella sabbia, a intervalli regolari di tempo

*temperatura  
"esterna"*



*puntale immerso  
nella sabbia*



Daniela Allasia, Andrea De Bortoli,, Valentina Montel, Giuseppina Rinaudo

Sito web: <http://www.iapht.unito.it/giocattoli/>

***La fisica:***

- è possibile utilizzare il moto di un oggetto per riscaldare altri oggetti attraverso l'attrito,
- l'energia di movimento può essere trasformata in energia termica,
- in tutti i passaggi e le trasformazioni di energia, l'energia non si distrugge mai, anche se può essere difficile scoprire sotto che forma o in quale oggetto è finita

***Nota bene:***

- l'energia che si è trasformata in energia termica della sabbia e del ditale è data da  $Q = c_{sp} m \Delta T$  (per il calore specifico della sabbia usare  $c_{sp} \approx 0,2 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \approx 0,8 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ )
- si può valutare quanto lavoro è stato fatto stimando (o misurando con un dinamometro) la forza  $F$  necessaria per sfregare con il cordino contro il ditale e moltiplicandola per lo "spostamento"  $s$  fatto fare al cordino e per il numero di volte che l'operazione si è ripetuta per ottenere l'aumento di temperatura  $\Delta T$
- il confronto fra le due energie permette di valutare quanta energia è andata "dispersa"

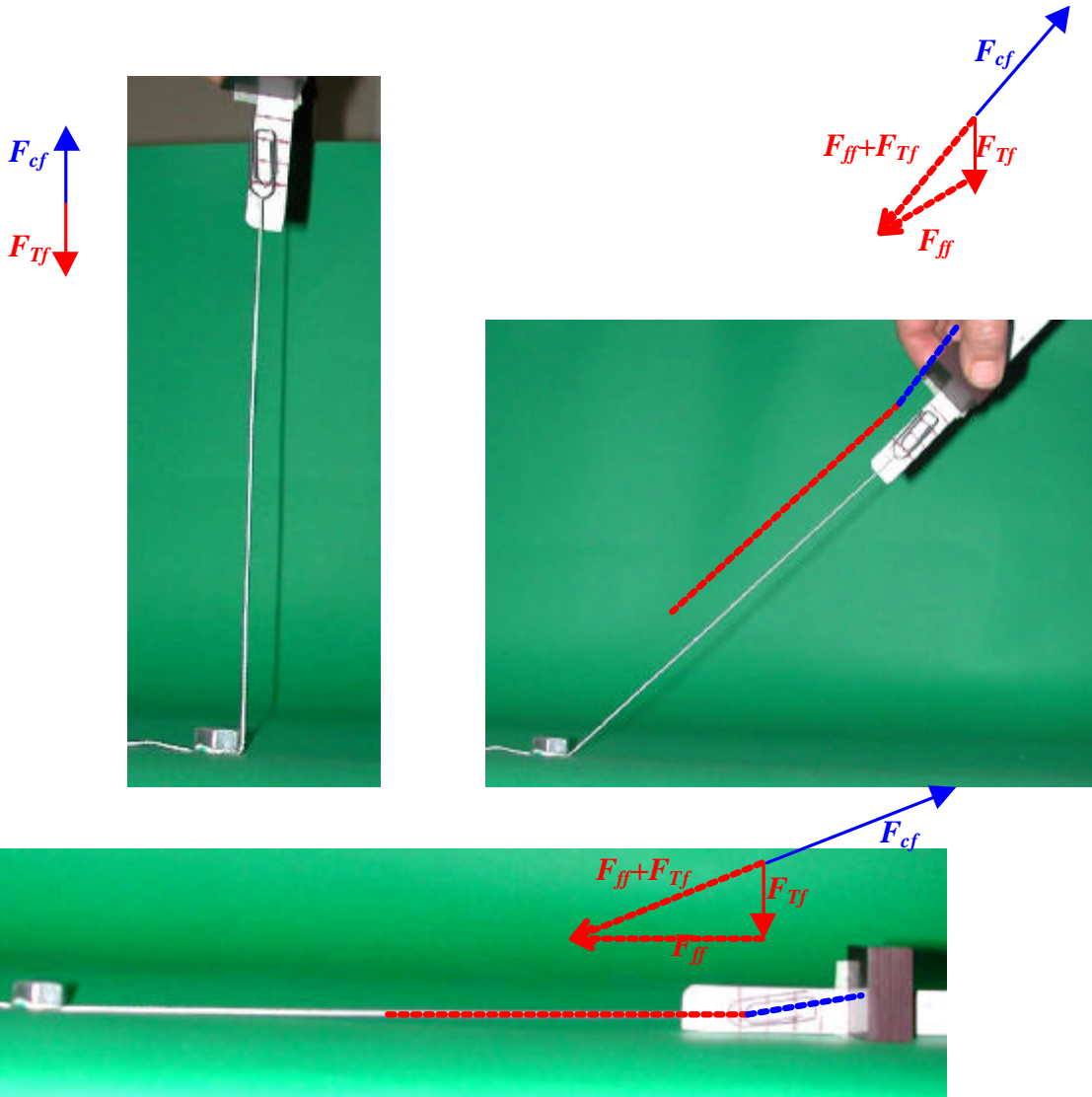
## M1. L'aquilone magnetico

### Oggetti:

alcune clips metalliche, alcuni magnetini, filo, pongo, righello

### Attività:

- attaccare un cordino leggero alla base del fermaglio metallico, che fungerà da "aquilone"; appoggiare cordino e fermaglio su un tavolo e, tenendo fermo con un dito l'estremo libero del cordino, avvicinare una calamita al fermaglio, facendo in modo che la calamita lo attiri senza tuttavia toccarlo fino a quando il cordino risulti ben teso;
- cominciare a sollevare la calamita badando di tirarsi dietro il fermaglio;
- evidenziare, con il righello fissato alle calamite, la distanza massima che si può lasciare fra la calamita e l'estremo del fermaglio senza che il fermaglio cada;
- confrontare la distanza massima quando il filo è verticale con quella che si riesce a realizzare con una inclinazione obliqua;
- ripetere la prova con più fermagli appesi oppure con più calamite



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

- la forza di attrazione o di repulsione magnetica agisce a distanza e cresce col diminuire della distanza
- *composizione di forze e forze in equilibrio:* la calamita attira il fermaglio con una forza che è diretta verso l'alto e permette al fermaglio di "levitare", cioè di non cadere sotto l'azione della forza di gravità che è diretta verso il basso.
- In posizione verticale la forza  $F_{cf}$  (Forza calamita-fermaglio) deve equilibrare la forza  $F_{Tf}$  (Forza Terra-fermaglio) e la piccola forza verticale  $F_{ff}$  (Forza filo-fermaglio, non mostrata nella figura perché troppo piccola) dovuta alla tensione del filo che mantiene il fermaglio alla massima distanza possibile dalla calamita.
- In posizione obliqua, la forza  $F_{ff}$  è molto maggiore, perché ha una componente orizzontale che cresce man mano che l'inclinazione aumenta;
- quindi è maggiore anche la forza applicata dalla calamita  $F_{cf}$  che deve equilibrare la somma di  $F_{Tf} + F_{ff}$  e la calamita deve andare più vicino al fermaglio per poterlo attirare

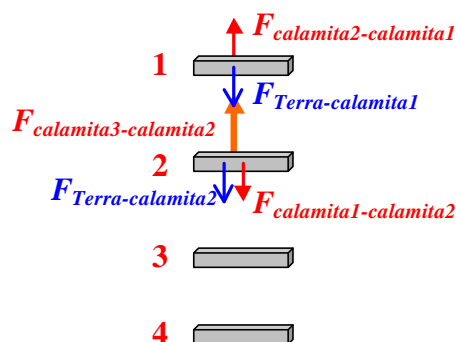
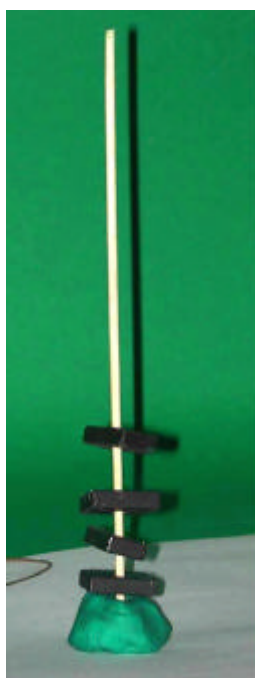
## M2. I magnetini infilati sullo spiedino

### Oggetti:

magnetini forati al centro, pongo, stecchino da spiedini

### Attività:

- esplorare in vari modi come è fatta una calamita e l'attrazione o repulsione che avviene fra poli eguali e poli opposti di due calamite;
- per farlo più facilmente, infilare i magnetini forati sullo stecchino piantato nel pongo per tenerlo verticale
- individuare sempre le forze in gioco indicandole con il nome degli oggetti in interazione



### La fisica:

- *attrazione e repulsione magnetica*: poli opposti si attirano, poli eguali si respingono
- *forze a distanza*: la forza di attrazione o di repulsione magnetica agisce a distanza,
- *azione e reazione*: ogni calamita esercita sulla calamita vicina una forza uguale e contraria a quella che la calamita vicina le applica (es.  $F_{calamita1-calamita2}$  è applicata alla calamita 2 ed è diretta verso il basso,  $F_{calamita2-calamita1}$  è applicata alla calamita 1 ed è diretta verso l'alto),
- *composizione di forze e forze in equilibrio*: ogni calamita sta in equilibrio perché la somma di tutte le forze applicate di attrazione o di repulsione magnetica sono pari e contrarie alla forza di gravità

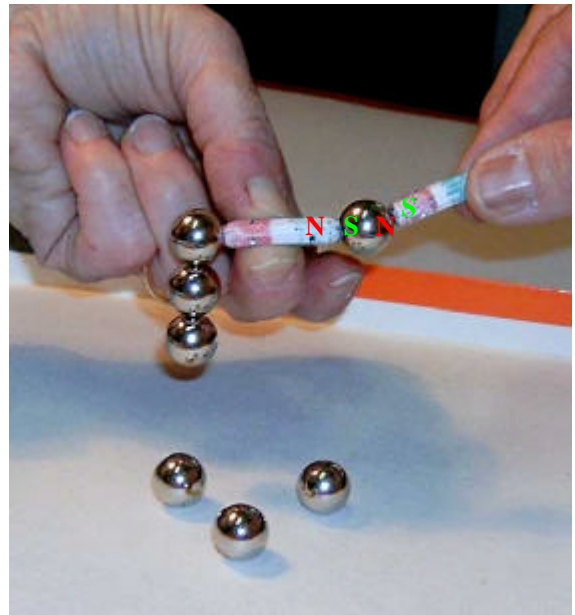
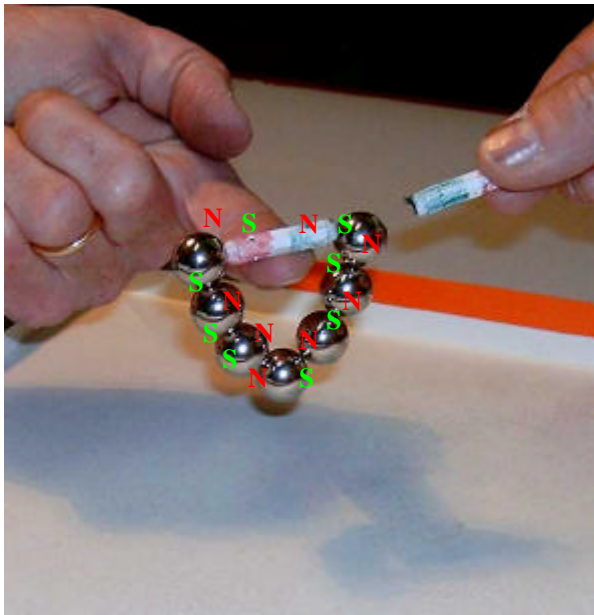
### *M3. La collana magnetica*

#### **Oggetti:**

barrette magnetiche, sferette di acciaio

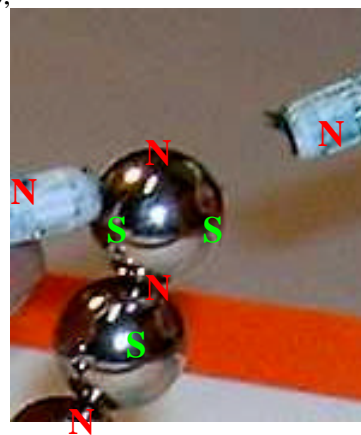
#### **Attività:**

- costruire una “collana magnetica” attaccando ai due poli della barretta magnetica due sferette e poi aggiungendo le altre e avvicinandole verso il centro fino a chiudere il giro;
- avvicinare a una sferetta che sta a uno degli estremi una barretta dal lato che ha la stessa polarità di quell’estremo della barretta che tiene su la collana: nulla capita (foto di sinistra);
- avvicinare il lato della barretta avente la polarità opposta: le sferette attaccate si staccano bruscamente (foto di destra).



#### **La fisica:**

- una sferetta, avvicinata a uno dei poli della calamita, si polarizza: la parte prossima al polo della barretta presenta un polo opposto, quella lontana presenta un polo dello stesso segno;
- avvicinando alla sferetta polarizzata una seconda sferetta, questa si polarizza in modo analogo, e, per gravità, tende a spostare verso il basso il polo di segno opposto;
- così pure si polarizzano le sferette successive fino a chiudere la catena;
- avvicinando alla prima sferetta la barretta magnetica con affacciato il polo dello stesso segno, non si disturba sostanzialmente il segno dei poli che si creano dentro la sferetta, per cui questa continua ad attirare l’altra sferetta che è appesa;
- avvicinando invece alla prima sferetta la barretta magnetica con affacciato il polo del segno opposto, il campo magnetico si chiude tra le due barrette passando attraverso la prima sferetta per cui le altre sferette appese non sentono più alcuna attrazione e si staccano.



## ***M4. Il chiodo che diventa calamita***

### ***Oggetti:***

una pila da 4.5 volt, un chiodo di ferro o acciaio (5-10 cm), un tratto di filo elettrico (circa 50 cm), fermagli, scatola di spilli, una bussola

### ***Attività:***

- avvicinare il chiodo agli spilli e verificare che esso non esercita alcuna attrazione;
- avvolgere il chiodo con una spirale fitta di filo elettrico (almeno una ventina di spire) e collegare i due estremi liberi del filo alle due linguette della batteria;
- avvicinare la punta del chiodo alla bussola: l'ago della bussola risponde in modo evidente alla presenza del chiodo magnetizzato;
- interrompere il collegamento con la batteria: il chiodo mantiene una magnetizzazione residua evidenziata dal movimento dell'ago della bussola;
- per visualizzare in altro modo la magnetizzazione del chiodo da parte della corrente elettrica avvicinare, a circuito chiuso con la pila, la punta del chiodo agli spilli e osservare l'attrazione esercitata dal chiodo sugli spilli;
- staccare il collegamento con la pila: gli spilli si staccano immediatamente dalla estremità del chiodo, la magnetizzazione del chiodo diminuisce in modo evidente;



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

- un filo elettrico percorso da una corrente elettrica produce azioni magnetiche simili a quelle prodotte da una calamita;
- un chiodo di materiale ferromagnetico, avvolto dalla spira percorsa da corrente elettrica, si magnetizza e diventa capace di attrarre gli spilli come una calamita;
- una piccola bussola posta vicino al chiodo, mentre l'avvolgimento è percorso da corrente, segnala la presenza di un'azione magnetica come farebbe in prossimità di una calamita;
- il chiodo potrebbe essere magnetizzato anche per contatto con una calamita e la sua capacità di attrarre spilli sarebbe ancora più elevata;
- il chiodo mantiene una piccola magnetizzazione residua anche se l'avvolgimento non è più percorso da corrente.



## M5. L'acquario magnetico

### Oggetti:

una scatola di cartone rigida (di dimensioni circa 40 cm x 40 cm x 20 cm), cartoncino leggero, pennarelli, fermagli, nastro adesivo, filo sottile, calamita.

### Attività:

- disegnare sul cartoncino alcune sagome di pesciolini, ritagliarle e colorarle;
- fissare sul retro un fermaglio con un po' di nastro adesivo;
- appoggiare la scatola in verticale, con la "porta" aperta e appoggiare la calamita sul retro del cartoncino e, in corrispondenza sul davanti, i vari pesciolini;
- spostare la calamita e fare muovere le sagome.



### La fisica:

- una calamita è capace di attirare piccoli oggetti vicini;
- la calamita esercita sugli oggetti vicini una forza attrattiva detta forza magnetica, che è diretta lungo la retta che li congiunge;
- non tutti gli oggetti risentono di una forte attrazione magnetica, ma solo quelli che contengono certi tipi di metallo come il ferro (e perciò sono detti *materiali ferromagnetici*);
- un oggetto *magnetizzato* da una calamita si comporta come se fosse a sua volta magnetico, cioè diventa capace di attrarre altri oggetti di ferro.

## *E1. Il filo che brilla*

### **Oggetti:**

una matassina di paglietta di ferro sottile (filo di lana d'acciaio), due tratti di filo elettrico (10 cm circa), una pila da 4.5 volt

### **Attività:**

- collegate i due tratti di filo elettrico ai poli opposti della pila
- con le estremità libere dei due fili elettrici toccate gli estremi del filo di acciaio
- osservate: il filo di acciaio si riscalda istantaneamente e raggiunge il colore rosso, con crepitii e scintille il filo fonde e si rompe
- potete anche appoggiare direttamente le estremità del filo di acciaio sui poli opposti della pila



### **La fisica:**

- la corrente elettrica circola in un percorso chiuso, costituito da soli conduttori metallici e in cui sia inserito un generatore di energia elettrica, come una pila;
- la pila fornisce l'energia necessaria al mantenimento della corrente elettrica nel percorso chiuso a spese di energia chimica;
- i conduttori elettrici si riscaldano quando sono attraversati dalla corrente elettrica;
- un filo metallico molto sottile, quindi di piccola massa, per il riscaldamento dovuto alla corrente elettrica può diventare incandescente e fondere.

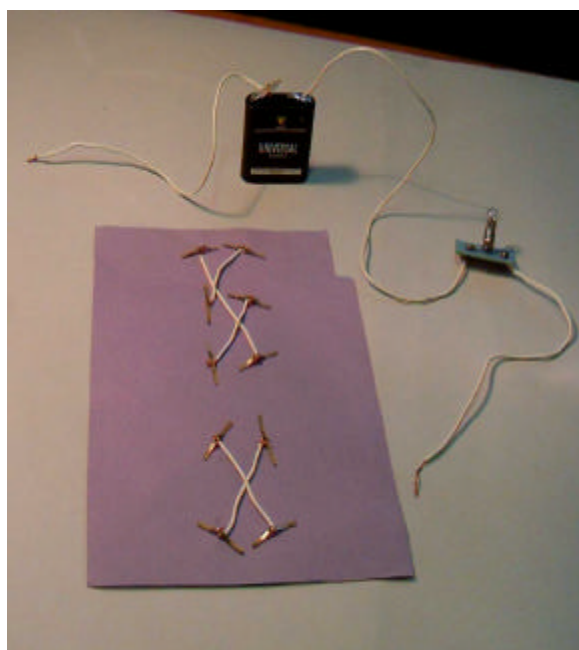
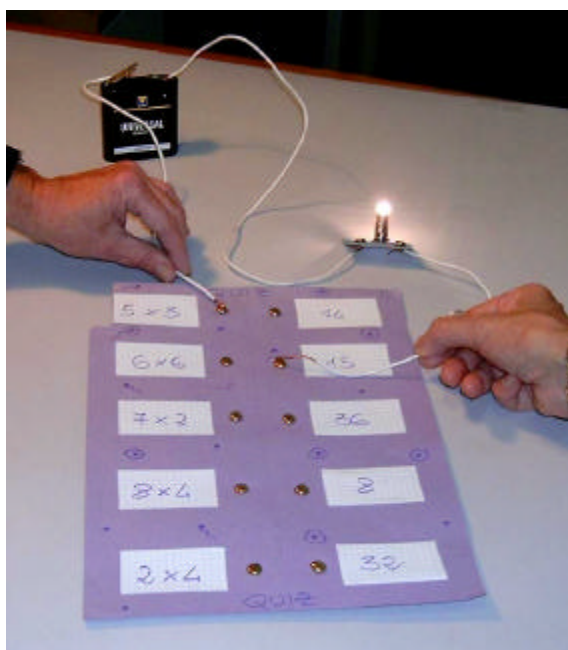
## E2. Quiz con le luci

### Oggetti:

un cartoncino, alcuni tratti di filo elettrico, borchie metalliche, una lampadina con portalampada, una pila da 4.5 volt

### Attività:

- preparare un certo numero di domande e le risposte corrispondenti e scriverle su delle schede,
- disporre le domande nella colonna di sinistra del cartoncino e le risposte nella colonna di destra, badando che non ci sia corrispondenza nell'ordine delle due colonne,
- inserire le borchie metalliche passanti accanto a ogni domanda – risposta,
- collegare sul retro del cartoncino le borchie corrispondenti alla corretta relazione domanda – risposta,
- collegare pila con lampadina e, ai capi liberi, collegare due cavetti: toccando con l'estremo libero dei cavetti le borchie che corrispondono alla giusta correlazione domanda – risposta la lampadina si accende.



### La fisica:

la corrente elettrica circola in un percorso chiuso, costituito da soli conduttori metallici e in cui sia inserito un generatore di energia elettrica, come una pila.