



tradizione e rivoluzione nell'insegnamento delle scienze



Istruzioni dettagliate per gli esperimenti mostrati nel video

Aeroplani ed effetto Coanda

prodotto da Reinventore con il contributo del MIUR
per la diffusione della cultura scientifica (legge 6/2000).

Gli esperimenti mostrati riguardano la **Fisica dei fluidi** e precisamente:

- 1) Effetto Coanda con cucchiaio e un getto d'acqua
- 2) Visualizzazione di un getto d'aria
- 3) Bicchiere mosso da getto d'aria
- 4) Pallone da calcio (tiro a effetto)
- 5) Palla da biliardo lungo la canalina
- 6) Aeroplano di carta

Aeroplani ed effetto Coanda - Esperimenti

1. Effetto Coanda con un cucchiaino e un getto d'acqua

(vedi dal min 1:02)

cosa serve

- un rubinetto o un recipiente forato (una siringa) e fissato ad un'asta
- acqua
- un cucchiaino

cosa fare

- aprire il rubinetto in modo da far scendere un getto d'acqua, non turbolento. Altrimenti, realizzare il getto d'acqua in altri modi, con un recipiente forato e una bacinella per raccogliere l'acqua che scende.
- avvicinare il dorso del cucchiaino (la parte convessa, panciuta) al getto d'acqua, tenendolo per il manico.
- il getto d'acqua seguirà la convessità del cucchiaino, e verrà così deviato dalla caduta verticale

cosa notare

- il flusso d'acqua viene per così dire "tirato" dal profilo curvo, e lo segue. Il profilo curvo, a sua volta, è tirato dalla parte opposta (azione e reazione).
- è in virtù di questo effetto che certe volte versando una bevanda da una bottiglia o da un pentolino essa "segue" il bordo, rimanendo attaccata alla bottiglia e sbradando un po'. Per questo motivo si inseriscono nel collo delle bottiglie i "salva-gocce". Essi sono molto sottili, e la bevanda non riesce a "rimanerci attaccata", a "girarci intorno", e si stacca senza sgocciolare.
- un esperimento molto famoso e collegato a questo è il pallone da spiaggia in equilibrio sul getto d'aria del phon o dell'aspirapolvere. In piccolo, una pallina da ping-pong sospesa in aria sopra una cannuccia.

Aeroplani ed effetto Coanda - Esperimenti

2. Visualizzazione di un getto d'aria

(vedi dal min 4:22)

cosa serve

- l'involucro di una penna biro (o una cannuccia)
- filo da cucire
- nastro adesivo
- un bicchiere cilindrico (o una bottiglia, una lattina, etc)

cosa fare

- inserire il filo nell'involucro della penna (si può risucchiarlo, senza mandarlo giù!)
- attaccare il filo all'esterno dell'involucro con un pezzetto di nastro adesivo
- quando soffiando, il filo sottolinea il getto d'aria che esce, ci permette di vederlo

cosa notare

- quando il getto d'aria incontra una superficie curva, per esempio quella di un bicchiere o di una bottiglia, la segue. E così il getto d'aria curva verso il basso quando avviciniamo il bicchiere dal basso, e curva verso l'alto quando avviciniamo il bicchiere dall'alto!

Aeroplani ed effetto Coanda - Esperimenti

3. Bicchiere mosso da getto d'aria

(vedi dal min 7:05)

cosa serve

- l'involucro di una penna biro (o una cannuccia)
- filo da cucire
- nastro adesivo
- un bicchiere cilindrico (o una bottiglia, una lattina, etc)
- un'asse di legno, o un quadernone ad anelli

cosa fare

- appoggiare il bicchiere sul tavolo, e dietro di esso sistemare l'asse di legno (o quadernone)
- se spingiamo con il dito il bicchiere sul lato destro, perpendicolarmente all'asse di legno, il bicchiere si muove verso sinistra (l'asse - o quadernone - funge da sponda)
- se spingiamo il bicchiere sul lato sinistro, si muove verso destra
- spingiamo ora il bicchiere soffiando attraverso la penna biro, e quindi con "un dito d'aria" anziché col nostro dito, sempre perpendicolarmente all'asse
- paradossalmente, se spingiamo con il dito d'aria a destra, il bicchiere si muove verso destra! Se spingiamo a sinistra, il bicchiere si muove verso sinistra

cosa notare

- questo esperimento completa quello del punto 2. e ci mostra che, quando il filo (e quindi il getto d'aria) viene spinto e deviato verso il sinistra, il bicchiere viene spinto verso destra.
- quando il getto d'aria viene spinto e deviato verso sinistra, il bicchiere viene spinto verso destra
- quando il getto d'aria viene spinto e deviato verso l'alto, il bicchiere viene spinto verso il basso (come nelle macchine da formula1, per tenerle attaccate alla strada)
- quando il getto d'aria viene spinto e deviato verso il basso, il bicchiere viene spinto verso l'alto (come le ali degli aeroplani)

- Aeroplani ed effetto Coanda - Esperimenti

4. Pallone da calcio (tiro a effetto)

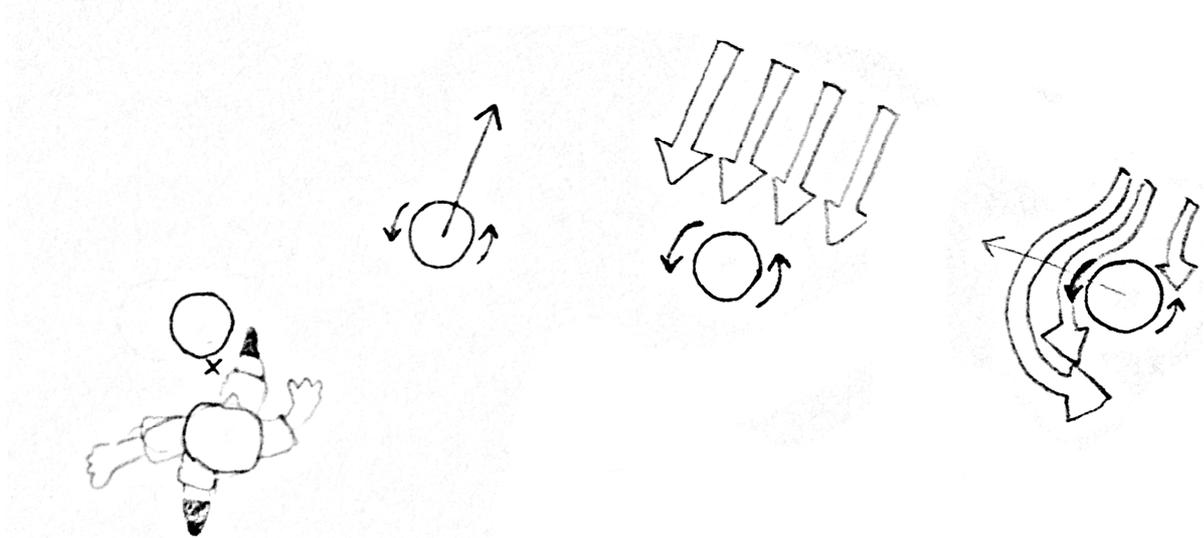
(vedi dal min 9:16)

cosa serve

- un pallone (Raskin in antologia usa un pallone da spiaggia)

cosa fare

- calciare il pallone dandogli l'effetto. Affinché curvi verso sinistra, bisogna colpire il pallone sul lato destro o sul lato sinistro?



- se si colpisce con forza il pallone sul suo lato destro (come in figura, con l'esterno sinistro) il pallone andando avanti curverà verso sinistra. Se si colpisce il pallone sul suo lato sinistro, curverà verso destra.

cosa notare

- avviene veramente così, come si può notare al rallentatore nella famosa punizione di Roberto Carlos nell'amichevole Francia-Brasile.
- Il pallone è colpito con forza sul lato destro (crocetta in figura)
- Il pallone dunque avanza girando su sé stesso in senso antiorario (visto dall'alto)
- L'altro modo di vedere le cose è: l'aria gli viene incontro mentre ruota sé stesso in senso antiorario
- L'aria che scorre sul lato destro viene ostacolata nel suo moto, rallentata. L'aria che scorre sul lato sinistro, invece, viene agevolata, e segue la curvatura del pallone
- L'aria viene quindi deviata per effetto Coanda verso destra, e sul pallone per azione-reazione agisce una forza verso sinistra.
- Nel testo in antologia di Jef Raskin viene discussa la spiegazione di questo fatto (con le palle da baseball e i palloni da calcio) data in libri di testo di fisica e in libri di calcio. Capita che alcuni libri di testo di fisica siano sbagliati (ossia, descrivono male l'effetto, dicono che la palla curva dall'altra parte rispetto alla realtà), mentre i libri di calcio (i calciatori naturalmente hanno provato l'esperimento più volte...) sono giusti!
- le forze che in un fluido agiscono su un corpo in rotazione vengono spesso descritte come "Effetto Magnus".
- è un esercizio interessante chiedere la descrizione e la spiegazione del tiro ad effetto agli studenti, prima di proporla.

Aeroplani ed effetto Coanda - Esperimenti

5. Palla da biliardo lungo una canalina

(vedi dal min 9:53)

cosa serve

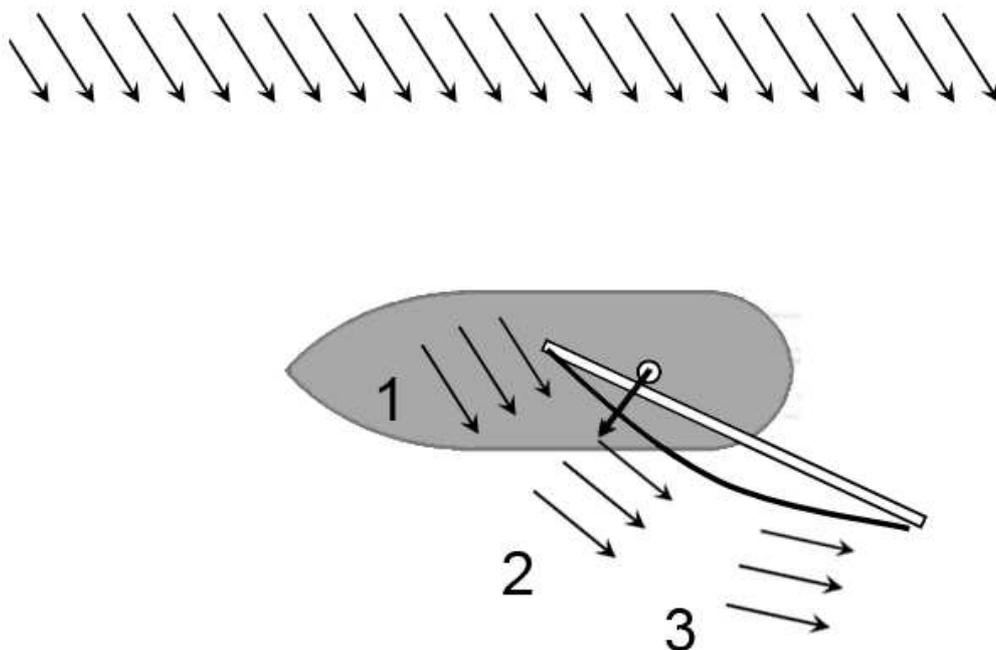
- canalina piatta per fili elettrici
- palla da biliardo
- cannuccia

cosa fare

- sistemare la canalina su un tavolo (in bolla quanto possibile)
- sistemare la palla da biliardo sulla canalina, in modo che possa scorrere liberamente
- soffiare nella cannuccia, avvicinando la cannuccia alla palla da biliardo
- soffiando perpendicolarmente alla canalina, sul lato destro della palla, essa si muoverà verso destra! il “dito d’aria” spinge quindi al contrario di un dito vero...
- possiamo soffiare su un lato della palla anche con una certa angolazione, come nel video, e la palla si muoverà “controvento”.

cosa notare

- questo esperimento rende conto di come le barche a vela possano avanzare controvento, o col vento che soffia di lato.
- nel caso in cui soffiamo perpendicolarmente alla canalina sulla palla da biliardo, la spiegazione tramite l’effetto Coanda è immediata. Se soffiamo sul lato destro, l’aria seguirà la curvatura e andrà a sinistra, e la palla per reazione sarà spinta a destra.
- nel caso in cui soffiamo “con una certa angolazione”, bisogna disegnare alcuni vettori e fare qualche operazione di somma e sottrazione tra vettori. È questo uno degli ambienti più interessanti per questo tipo di operazioni. Nel Sistema di Riferimento della barca, la situazione è come in figura. La vela è gonfiata come un cucchiaio, e l’aria entra come vettore 1 ed esce come vettore 3. La differenza tra i due vettori (3-1) ci dà la spinta che riceve l’aria. Questo vettore, cambiato di segno, è la forza che spinge la barca.



Aeroplani ed effetto Coanda - Esperimenti

6. Aeroplano di carta

(vedi dal min 12:27)

cosa serve

- un foglio di carta (indicativamente formato A4)

cosa fare

- costruire un aeroplano di carta (cfr. possibili istruzioni di seguito)
- fare un volo di prova e bilanciare l'aeroplano
- se il muso dell'aeroplano tende a salire, incurvare leggermente verso il basso l'estremità delle ali (detti elevatori o equilibratori, o altrimenti flap o alettoni, a seconda).
- se il muso tende a precipitare, incurvare leggermente verso l'alto l'estremità delle ali
- l'obiettivo è che l'aeroplano possa procedere il più lontano possibile, senza andare in stallo né in picchiata.

cosa notare

- questi movimenti si spiegano bene con l'effetto Coanda, e abbiamo anche un'idea quantitativa dell'entità del fenomeno, confrontando le piccole pieghe sulla carta con i movimenti dell'aeroplano.
- un aeroplano di carta per questo tipo di esercizi viene proposto da Paul Doherty nel numero speciale sulla carta "Exploring Paper" (1999) della rivista dell'Exploratorium. È disponibile online su <http://www.exploratorium.edu/exploring/paper/airplanes.html>

L'exploratorium propone anche attività di matematica su esperimenti di questo tipo
http://www.exploratorium.edu/math_explorer/flyingthings.pdf