scheda docenti sec 1° grado

# DIAVOLETTO DI CARTESIO

I "diavoletti di Cartesio" fatti in un certo modo possono anche ruotare su sé stessi oltre a salire e scendere. E così illustrano diverse leggi del moto e dei fluidi.

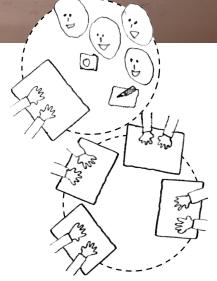


Con una cannuccia e due graffette si costruisce un diavoletto che ruota su sé stesso.

Questo esperimento illustra un problema-rompicapo affrontato da Mach nell'800 e da Feynman (studente) negli anni 40. Da qui il nome, innaffiatore di Feynman. Gli esperimenti di questo kit possono servire quando si affrontano:

- -il galleggiamento
- la pressione
- le forze e il moto





Il KIT "Diavoletto di Cartesio" contiene materiali per costruire "diavoletti" semplici (la caraffina di Magiotti) e complessi (l'innaffiatore di Feynman).

Questa scheda presenta i materiali, attività e approfondimenti relativi in particolare agli Innaffiatori di Feynman.

#### NELLA SCATOLA TROVATE







cannucce

graffette

bicchieri







spilli

candelina

accendino

## È NECESSARIO PROCURARSI ANCHE





rotolone per asciugare

imbuto e bacinella

#### OGNI STUDENTE PROVVEDE A





una bottiglia di plastica

un paio di forbici

## RISORSE

video e istruzioni su reinventore.it



## KIT Diavoletto di Cartesio

Sul sito reinventore.it si trovano video di istruzioni, video di esperimenti, schede didattiche.

I link alle diverse pagine sono tutti raccolti sulla pagina del prodotto "Kit Diavoletto di Cartesio" nell'Eshop.



INNAFFIATORE DI FEYNMAN

video di istruzioni di montaggio corti esperimenti #022 durata 2:07



## LE CARAFFINE DI MAGIOTTI

video di esperimenti e spiegazioni durata 12:16

Ci sono schede di istruzioni, che accompagnano i video, il minikit, o che sono state proposte in corsi per docenti.



ISTRUZIONI DETTAGLIATE PER GLI ESPERIMENTI MOSTRATI NEL VIDEO: "LE CARAFFINE DI MAGIOTTI" dispensa



JOHNNY CANNUCCIA: ESPERIMENTI FLUIDI CON MATERIALI SEMPLICI dispensa

# PIANO DELLE ATTIVITÀ

## **ESPERIMENTI AVANZATI** CON LE CARAFFINE DI MAGIOTTI

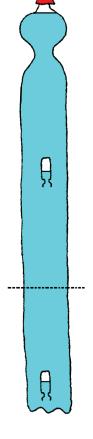
## il punto di non ritorno

## 1. nel bicchiere galleggia, nella bottiglia affonda!

A volte inavvertitamente, a volte per scelta deliberata, si ottiene il seguente effetto: il flaconcino che nel bicchiere galleggiava, nella bottiglia affonda e non torna più su. Esso ha passato il "punto di non ritorno".

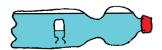
Per ogni flaconcino esiste una data profondità dove la pressione dell'acqua sovrastante è sufficiente per schiacciare la bolla in modo che la densità dell'oggetto diventa maggiore di quella dell'acqua anche senza la pressione manuale. Nel mare a 10 km di profondità, per esempio, la bolla d'aria sarebbe così schiacciata che il flaconcino non verrebbe più su.

Perché ciò si realizzi nella bottiglia il flaconcino deve essere "calibrato" molto attentamente



## 2. quali strategie per tornare a galla?

Mettere la bottiglia orizzontale, o capovolgerla, in modo da far diminuire la pressione dell'acqua sovrastante può essere un modo.



Un secondo modo è provare ad aspirare con la bocca al posto del tappo. Ciò toglie la pressione dell'aria (equivalente a 10 metri d'acqua).

Altrimenti, travasare.

## gli anelli di colorante

#### 3. con colorante alimentare o inchiostro

Ogni studente riempie il proprio flaconcino con acqua colorata anziché acqua normale. Dopo un po', il colorante si distribuisce per tutta la bottiglia, e l'acqua va cambiata.

#### 4. le condizioni affinché gli anelli vengano bene

Il flaconcino non deve essere troppo pieno, perché in questo modo continua a galleggiare mentre si preme per far entrare l'acqua. Bisogna cercare di premere e lasciare la bottiglia senza scosse per non far traballare il flaconcino. Il colorante non deve essere troppo concentrato, altrimenti esce da solo dal flaconcino, colorando tutta l'acqua nella bottiglia.

## **ESPERIMENTI** CON GLI INNAFFIATORI DI FEYNMAN

Gli esperimenti con l'innaffiatore seguono logicamente quelli con i flaconcini e le caraffine di Magiotti.

Quello che chiamiamo innaffiatore altro non è che un diavoletto di Cartesio che oltre ad andare su e giù può anche girare su sé stesso, fare le piroette. In senso orario o antiorario, a seconda di come è costruito.

Questi esperimenti vengono dopo quelli con i flaconcini e "fanno affidamento" su una certa familiarità e perizia col funzionamento delle caraffine, sulla loro calibrazione, sul cosa fare quando affondano.

### 5. costruzione innaffiatore

La costruzione è presentata dettagliatamente nelle Scheda Studenti

### L'innaffiatore

## 6. lo spruzzo

L'innaffiatore espelle l'acqua dai buchi quando viene strizzato, effetto a cui deve il nome di "innaffiatore".

### 7. perché l'innaffiatore ruota su sé stesso?

Come l'innaffiatore da giardino, che spruzzando gira, questo diavoletto di Cartesio gira su sé stesso quando espelle l'acqua.

Si porta l'innaffiatore sul fondo della bottiglia, tenendola premuta. Tutto fermo. Poi si lascia andare la pressione, e l'innaffiatore espelle l'acqua e gira su sé stesso. È un effetto di cui si rende conto con "la conservazione della quantità di moto" o "azione e reazione", come il rinculo del fucile.

#### 8. buchi in altre posizioni

Se i buchi sono fatti sui fianchi delle cannucce, anziché uno davanti e uno dietro, l'innaffiatore non gira.



## PIANO DELLE ATTIVITÀ

Se i buchi sono sotto, come per il flaconcino, l'uscita dell'acqua non fa girare ma dà una spinta verso l'alto, eccetera.

Pertanto alla domanda "Perché l'innaffiatore gira?" si può rispondere in modi diversi

- perché ha i buchi posizionati così e cosà
- per azione e reazione (o altri principi della dinamica)

Una risposta completa unisce entrambi gli aspetti, quello più pratico e quello più teorico.

I buchi non possono essere fatti troppo in alto, altrimenti esce l'aria (e non rientra).

## 9. lo scatto e la velocità delle piroette

Le piroette sono più veloci quando

- l'acqua viene espulsa con più rapidità
- l'acqua viene espulsa in maggiore quantità

Entrambi i fattori sono legati alla compressione della bolla, e quindi un innaffiatore con una bolla grande piroetterà più rapido di un innaffiatore calibrato "a pelo d'acqua", o che perde acqua da altri posti.

#### L'innaffiatore inverso

#### 10. l'innaffiatore inverso

Quando si preme la bottiglia, si fa entrare l'acqua nell'innaffiatore che diventa così un innaffiatore inverso.

#### 11. da che parte ruota?

Da che parte ruota (se ruota) l'innaffiatore inverso?

- 1→ In alcuni esperimenti da noi eseguiti, ci è sembrato che l'innaffiatore compisse una leggera rotazione (di un quarto di giro su tutta la lunghezza della bottiglia) allontanandosi dall'acqua entrante, ruotando cioè come l'innaffiatore normale (direzione normale).
- 2-> La risposta più classica al quesito venne data a fine 800 da Mach nel suo libro "La scienza della meccanica". Lo studioso analizzò una ruota che espelleva e risucchiava aria, e concluse che lo strumento "non mostra alcuna distinta rotazione".



Negli anni 40 del Novecento il rompicapo faceva di nuovo capolino a Princeton, dove il futuro premio Nobel, Richard Feynman, era studente. La ruota ad aria di Mach si era trasformata in un innaffiatore da giardino dentro la piscina, ma il problema era lo stesso.

Feynman decise di fare un esperimento con materiali di recupero per verificare la sua risposta, e il risultato fu una piccola esplosione in laboratorio. È lui stesso a descrivere l'episodio, con interessanti osservazioni ma senza "svelare" quale fosse la sua risposta, in un racconto riportato in Antologia.



FEYNMAN SPRINKLER di Richard Feynman

3→ Negli anni 80, in un approfondito studio teorico e sperimentale, Richard Berg e Michael Collier della University of Maryland (1989-91) mostrarono che un innaffiatore ideale (senza attrito) gira incontro all'acqua che entra (direzione inversa). Il loro prototipo è entrato a far parte delle dimostrazioni scientifiche dell'ateneo.

Come dirimere la questione? La parola agli studenti, ai loro esperimenti e alle loro osservazioni.

# LA "SOLITA" DISCUSSIONE SUL METODO SCIENTIFICO

Il valore didattico di questo esperimento va oltre la fondamentale attività di laboratorio. Con la costruzione e le eventuali misure. E va oltre anche alla sua funzione di dare illustrazione a vari concetti.

L'innaffiatore, come la caraffina di Magiotti, stimola dibattiti tra le diverse spiegazioni-teorie, e quindi come bisogna affrontare questi dibattiti, come bisogna argomentare, il ruolo dell'esperimento, il metodo scientifico.

In queste discussioni l'insegnante può ritagliarsi il ruolo di *moderatore*, senza schierarsi. Non si tratta solo di leggere cosa dice il libro, ma anche come farlo proprio criticamente, come argomentare, imparare a dar forma alle proprie idee...

#### Sicurezza!



Fare attenzione alle fiamme libere di cannucce, candeline, e accendini.

Attenzione anche con gli spilli.