



**IS**

science centre immaginario scientifico

scienza come gioco  
**caldo e freddo**



# scienza come gioco

# caldo e freddo



## indice

---

- Accendiamo i fiammiferi con il calore 2
- Metalli e conduzione 4
- L'acqua imprigionata 6
- La cella convettiva 8
- La girandola ad aria calda 10
- Il gatto impressionato sulla carta 12
- I barattoli che assorbono calore 14
- Lamine bimetalliche 16
- Termoscopio ad alcool 17
- Gonfiamo un palloncino 18
- Giochiamo con l'azoto liquido 19

parole  
chiave

Propagazione del calore  
Conduzione

# Accendiamo i fiammiferi con il calore

Il calore si propaga nel tempo lungo una barretta metallica: la propagazione viene evidenziata tramite l'accensione di fiammiferi o la caduta di pallini di piombo.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Una piastra elettrica
- Fiammiferi
- Un blocchetto di legno
- Due barrette di rame spesse circa 1,5 mm, lunghe circa 30 cm e larghe circa 3 cm
- Una candela
- Alcuni piombini da pesca



## REPERIBILITÀ

Le lamine si possono far tagliare nella misura voluta in un negozio di ferramenta, i pallini di piombo possono venire acquistati nei negozi di articoli per la pesca, la piastra elettrica è reperibile nei negozi di elettrodomestici.



## PREPARAZIONE

- Appoggiare un'estremità di una barretta di rame sulla piastra elettrica, appoggiare l'altra estremità sul blocchetto di legno in modo da mantenerla orizzontale.
- Appoggiare due o tre fiammiferi sulla barretta a circa 4 cm l'uno dall'altro.
- Fissare con una goccia di cera sull'altra barretta i pallini di piombo, a circa 4 cm di distanza uno dall'altro.



### SVOLGIMENTO

- Accendere la piastra elettrica: dopo un po' di tempo i fiammiferi cominceranno ad accendersi a partire da quello più vicino alla sorgente di calore.
- Facendo attenzione a non scottarsi, togliere la barretta dalla piastra. Appoggiare allo stesso modo al suo posto la barretta con i pallini di piombo, in modo che il lato con i pallini sia rivolto verso il basso.  
Anche in questo caso con il passare del tempo la cera comincerà a fondere lasciando cadere i pallini di piombo sul piano sottostante: a partire da quello più vicino alla piastra.



### OSSERVAZIONI

L'esperienza può essere ripetuta utilizzando lamine di diversi metalli, possibilmente riscaldandole sulla stessa piastra per osservare le differenze. Può essere utile sistemare un orologio che segni i secondi accanto alle barrette in modo da evidenziare che il calore si propaga attraverso la barretta in maniera non istantanea.

parole chiave

Propagazione del calore  
Conduzione

# Metalli e conduzione

Il calore si propaga nel tempo lungo delle bacchette di diversi materiali: la propagazione viene evidenziata tramite la caduta di pallini di piombo.

fonti: LIS e autori vari



## REPERIBILITÀ

## MATERIALI

- Piastra elettrica
- Pentola
- Un termometro del tipo a immersione (con range di temperature almeno da 0°C a +100°C)
- Alcune bacchette uguali per dimensioni e forma, ma di diverso materiale (per esempio rame, alluminio, acciaio, ottone, legno)
- Una vaschetta di polistirolo con coperchio (per esempio una vaschetta per il gelato)
- Una candela
- Alcuni piombini da pesca
- Fiammiferi

Le bacchette si possono far tagliare nella misura voluta in un negozio di ferramenta e presso un falegname, i pallini di piombo possono venire acquistati nei negozi di articoli per la pesca, la piastra elettrica è reperibile in un qualunque negozio di elettrodomestici. I termometri sono reperibili sui cataloghi di materiali didattici.



## PREPARAZIONE

- Su un'estremità di ogni barretta, fissare con una goccia di cera un pallino di piombo.

- Praticare sul coperchio della vaschetta di un numero di buchi pari al numero di bacchette a disposizione. Le bacchette andranno infilate attraverso tali fori, in modo da rimanere circa per metà della loro lunghezza all'interno della vaschetta. I buchi devono avere la stessa forma e dimensione della sezione trasversale delle bacchette per evitare la fuoriuscita di vapore dall'interno della vaschetta, nel corso dell'esperimento. Dovranno essere inoltre disposti a una certa distanza in modo da consentire di manovrare agevolmente le bacchette.

- Usando la pentola a disposizione, riscaldare una quantità d'acqua sufficiente a riempire la vaschetta. Verificare con il termometro che la temperatura dell'acqua sia tra i 70 e gli 80°.



**S V O L G I M E N T O**

Versare l'acqua nella vaschetta, richiuderla con il coperchio e infilare le bacchette nei fori, in modo da immergere in acqua parte delle bacchette. L'estremità con il pallino di piombo, dovrà rimanere all'esterno. Ogni bacchetta dovrà risultare immersa

in acqua per metà, l'altra metà dovrà rimanere all'esterno. Con il passare del tempo la cera comincerà a fondere lasciando cadere i pallini di piombo sul piano sottostante. In tal modo sarà possibile verificare le diverse conducibilità dei materiali a disposizione.



**O S S E R V A Z I O N I**

Se i buchi sono stati praticati con attenzione, il pallino all'estremità della bacchetta di legno, non cadrà. Gli altri pallini cadranno seguendo un ordine fisso a partire dai materiali con maggior coefficiente di conducibilità (nel caso si usino i materiali indicati nella scheda cadranno nell'ordine i pallini del rame, dell'alluminio, dell'ottone e dell'acciaio).

Può essere utile sistemare un orologio che segni i secondi accanto alle bacchette in modo da evidenziare che il calore si propaga attraverso i materiali in maniera non istantanea.

Le bacchette non devono essere né troppo spesse, né troppo lunghe. Si consiglia di utilizzare bacchette con diametro compreso tra 5 e 8 mm, e lunghezza compresa tra 20 e 30 cm.

# L'acqua imprigionata

L'acqua calda sale verso l'alto e si stratifica sopra l'acqua più fredda, ciò viene evidenziato usando acqua colorata.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Due beaker da 2 litri
- Due bottigliette di vetro trasparente con tappo, di dimensioni tali da poter venire infilate nei beaker grandi; l'altezza delle bottigliette deve essere di circa 10 cm inferiore rispetto all'altezza dei beaker
- Spago
- Carta crepe rossa e blu
- Riscaldatore a immersione



## REPERIBILITÀ

La vetreria è reperibile sui cataloghi di materiali per laboratorio, il riscaldatore è reperibile nei negozi di elettrodomestici. Gli altri materiali sono acquistabili nelle cartolerie.

## PREPARAZIONE

- Legare, con dei pezzi di spago, i tappi delle bottigliette in modo da poterle agevolmente stappare tirando lo spago.
- Preparare dell'acqua a temperatura ambiente lasciandola per un paio d'ore in un secchio.
- Versare l'acqua dal secchio nei due beaker, in modo che infilando le bottigliette tappate resti uno strato d'acqua di almeno 7-8 cm sopra il tappo della bottiglietta.
- Tingere dell'acqua presa dal secchio con un po' di carta crepe blu tagliuzzata.
- Filtrare l'acqua in modo da eliminare i pezzetti di carta.
- Versare l'acqua colorata di blu in una delle bottiglie, scaldare altra acqua e tingere di rosso allo stesso modo.
- Versare l'acqua calda rossa nell'altra bottiglietta. Tappare le bottiglie e infilarle nei beaker.



### SVOLGIMENTO

Stappare delicatamente le bottiglie tirando i pezzetti di spago, e facendo attenzione a smuovere il meno possibile l'acqua all'interno del baeker. L'acqua calda uscirà vorticosamente dalla bottiglietta, per formare dopo un po' di tempo uno strato d'acqua rossa sotto la superficie del recipiente grande. Nell'altro baeker la situazione rimarrà invariata, come se la bottiglia non fosse stata stappata. Tutt'al più si noterà in piccolo sbuffo blu dovuto all'effetto di trascinamento del tappo. L'acqua blu che si trova alla stessa temperatura resta confinata nella bottiglia.



### OSSERVAZIONI

Per la riuscita dell'esperimento è estremamente importante controllare la temperatura dell'acqua. L'effetto è legato alla differenza tra la temperatura dell'acqua dentro e fuori la bottiglia: tanto più tale differenza è elevata tanto più rapida e vorticiosa risulta l'uscita dell'acqua colorata. Nell'altro caso è fondamentale che la temperatura dell'acqua sia esattamente la stessa.

parole  
chiavePropagazione del calore  
Convezione

# La cella convettiva

Viene costruito un semplice modello di cella convettiva: la circuitazione del fluido viene evidenziata da acqua colorata.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Tubo in vetro termoresistente di 2 cm di diametro
- Aste, basamenti, morse reggiprovette
- Carta crepe rossa (o di un colore vivo)
- Una siringa
- Una candela e fiammiferi



## REPERIBILITÀ

Le aste, i basamenti e le morse reggiprovette sono reperibili nei cataloghi di materiali di laboratorio. Il tubo può venire acquistato tramite i cataloghi di materiali didattici o fatto costruire appositamente presso una vetreria.

Gli altri materiali sono facilmente reperibili.



## PREPARAZIONE

- Far piegare e richiudere il tubo su se stesso, in modo da formare un rettangolo di dimensioni 30 x 45 cm, al centro di uno dei lati corti va effettuata un'apertura con un breve collo ottenuto fissando un tratto di tubo di circa 3 cm all'apertura, da dove sia possibile riempire il tubo d'acqua.
- Fissare il tubo con le morse sulle aste con basamento, in modo che il rettangolo resti stabile in un piano verticale. Il tubo deve restare in posizione rialzata rispetto al piano del tavolo d'appoggio, in modo da poter infilare sotto il tubo una candela.
- Riempire d'acqua il tubo quasi completamente. A parte tingere un po' d'acqua tagliuzzandovi dentro della carta crepe e filtrarla in modo da eliminare i frammenti di carta.



### SVOLGIMENTO

Accendere la candela e sistemarla sotto uno dei vertici inferiori del tubo, in maniera che la fiamma lambisca il gomito del tubo.

Successivamente con la siringa versare nel tubo, attraverso l'apertura superiore, un po' d'acqua colorata.

Si vedrà che l'acqua colorata si mette in movimento all'interno del tubo: scendendo dal lato non scaldato e risalendo dalla parte dove è stata posta la candela.

È possibile osservare almeno due giri completi dell'acqua colorata prima che tutta l'acqua presente nel tubo assuma una tinta uniforme a causa della diffusione.

parole  
chiavePropagazione del calore  
Convezione

# La girandola ad aria calda

L'aria calda sale per convezione, mettendo in rotazione una girandola.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Una piastra elettrica
- Un cartoncino leggero
- Un bastoncino di legno o una cannuccia
- Forbici
- Una matita
- Una puntina da disegno



## REPERIBILITÀ

I materiali sono di facile reperibilità.



## PREPARAZIONE

- Ritagliare sul cartoncino un quadrato di circa 20 cm di lato, disegnare le diagonali e trovare il centro del quadrato.

- Tagliare il quadrato lungo le diagonali, fermandosi per ogni semi-diagonale a circa 1-2 cm dal centro.

- Ripiegare alternativamente verso il centro i vertici del quadrato e fermarli assieme con una puntina da disegno.

- Fissare la girandola sul bastoncino con la puntina e controllare che sia libera di ruotare.



## SVOLGIMENTO

Accendere la piastra e aspettare che sia ben calda.

Mettere la girandola sopra la piastra: l'aria calda salendo la metterà in rotazione.



## OSSERVAZIONI

Può essere utile ripetere l'esperimento sistemando la piastra verticalmente. Avvicinare dapprima la girandola sopra la piastra, poi di lato. In quest'ultimo caso la girandola si arresterà. Può capitare che la girandola fissata con la puntina da disegno giri con difficoltà, per risolvere l'inconveniente può essere utile acquistare una girandola a vento di dimensioni analoghe, e utilizzarne il perno per la girandola in cartoncino.

parole  
chiave

Propagazione del calore  
Irraggiamento

# Il gatto impressionato sulla carta

Le superfici lucide e riflettenti ostacolano la propagazione del calore per irraggiamento.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Alcune asticelle di legno
- Un foglio di alluminio (rotolo da cucina)
- Un cartoncino nero
- Una piastra elettrica
- Carta da fax
- Forbici, colla, chiodi e martello



## REPERIBILITÀ

Si tratta di materiali di facile reperibilità, la carta da fax può venire acquistata nei negozi di articoli per ufficio, le asticelle di legno possono venire acquistate nei negozi di modellismo.

## PREPARAZIONE

- Costruire con le asticelle di legno un telaio rettangolare (le dimensioni dovranno essere proporzionate a quelle della piastra elettrica). Fissare sul telaio un foglio di alluminio in cui è stata ritagliata la sagoma di un gatto ed è stata sostituita con un'analogha sagoma ritagliata in cartoncino nero. Infilare tra il telaio e il foglio di alluminio un foglio di carta da fax, in modo che quest'ultimo resti ben teso.
- Aiutandosi con le asticelle di legno avanzate sistemare la piastra elettrica in modo che resti verticale.



## SVOLGIMENTO

Accendere la piastra e, quando questa è ben calda, avvicinare il telaio alla piastra.

Dopo un po' di tempo allontanare il telaio ed estrarre il foglio di carta da fax.

Il foglio si è annerito in modo da far apparire la sagoma del gatto: l'irraggiamento del calore è avvenuto solo attraverso la sagoma di cartoncino nero.



## OSSERVAZIONI

La sagoma ritagliata nel foglio non deve essere eccessivamente complicata, ma chiaramente riconoscibile. La piastra va tenuta verticale per evidenziare la differenza con le altre forme di propagazione del calore (convezione).

parole  
chiavePropagazione del calore  
Irraggiamento

# I barattoli che assorbono calore

Viene osservata la differente capacità di assorbire calore da parte di diverse superfici: vengono confrontate superfici chiare, scure, opache o lucide.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Tre barattoli di latta identici (andranno bene lattine da bibite con l'apertura a strappo)
- Foglio di alluminio per alimenti
- Una bomboletta di vernice nera, resistente alle alte temperature
- Una bomboletta di vernice argentata, resistente alle alte temperature
- Tre termometri uguali del tipo a immersione (con range di temperature almeno da 0°C a +150°C)
- Una piastra elettrica
- Alcune asticelle di legno
- Cotone idrofilo



## REPERIBILITÀ

Le vernici sono reperibili nei negozi di accessori per auto e moto, i termometri sono reperibili sui cataloghi di materiali didattici. Gli altri materiali sono di facile reperibilità.



## PREPARAZIONE

- Dipingere un barattolo con la vernice nera, il secondo con la vernice argentata. Avvolgere il terzo barattolo col foglio di alluminio.
- Infilare in ogni barattolo un termometro, sigillando il foro d'apertura con il cotone idrofilo.
- Aiutandosi con le asticelle di legno sistemare la piastra elettrica in modo che resti verticale, quindi sistemare i tre barattoli tutti alla stessa distanza dalla piastra (circa 40 cm).



## SVOLGIMENTO

Accendere la piastra e osservare come varia la temperatura dell'aria all'interno dei barattoli: dopo un certo tempo la temperatura indicata dal termometro infilato nel barattolo annerito sarà molto più elevata di quella negli altri due barattoli.

La temperatura all'interno del barattolo argentato (chiaro e opaco) sarà a sua volta aumentata di più di quella all'interno del barattolo avvolto nel foglio d'alluminio (superficie chiara e riflettente).

## OSSERVAZIONI

- La piastra va tenuta verticale per evidenziare la differenza con le altre forme di propagazione del calore (convezione). A questo proposito si può effettuare una rapida dimostrazione avvicinando una girandola di cartoncino alla piastra: quando la girandola viene posta sopra la sorgente di calore si metterà a girare, quando viene messa di fianco resterà ferma. Nel caso si utilizzino termometri digitali, può essere utile riparare il lato rivolto alla piastra con pezzi di foglio di alluminio, per proteggere il delicato schermo a cristalli liquidi dalla temperatura eccessivamente alta.
- Può essere utile osservare perché d'estate è preferibile vestire con abiti chiari, oppure perché le case nei paesi meridionali sono spesso dipinte di bianco.
- I cibi all'interno dei thermos sono mantenuti a temperatura costante sfruttando sistemi che ostacolano i vari modi di propagazione del calore: all'interno del contenitore c'è una doppia parete con intercapedine in cui è stato creato il vuoto (per impedire la convezione), le pareti sono di vetro (cattivo conduttore) e sono rivestite di uno strato riflettente per impedire l'irraggiamento.

parole  
chiaveConduzione del calore nei solidi  
Dilatazione termica

# Lamine bimetalliche

Il diverso allungamento di metalli differenti provoca il piegamento delle lamine.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Alcune lamine bimetalliche con vari metalli (rame-alluminio, rame-acciaio, acciaio-alluminio)
- Un fornello a gas
- Acqua fredda per raffreddare le lamine



## REPERIBILITÀ

Le lamine bimetalliche sono reperibili nei cataloghi di materiali didattici, oppure si possono far realizzare in un'officina specializzata.



## SVOLGIMENTO

Avvicinare le lamine, di lato, alla fiamma del fornello: si osserva come la lamina piega da un lato. Per raddrizzare le lamine immergerle in acqua fredda.

Avvicinare le lamine alla fiamma dall'altro lato: la lamina si curva sempre dallo stesso lato, dalla parte del metallo con dilatazione minore.

È opportuno notare come il fenomeno risulti più o meno evidente a seconda della coppia di metalli utilizzata.



## OSSERVAZIONI

Vanno citati alcuni esempi in cui si può osservare la dilatazione dei metalli: i ponti metallici, i binari dei treni, i termometri a lamina bimetallica dei termostati di alcuni elettrodomestici.

# Termoscopio ad alcool

L'esperimento consiste nella costruzione di un rudimentale termometro ad alcool.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Una piccola boccetta di vetro o plastica da 20-30 cc, con tappo in gomma
- Un tubicino capillare di vetro o plastica
- Alcool colorato
- Colla



## REPERIBILITÀ

Al posto del tubicino capillare si può utilizzare il contenitore di plastica dell'inchiostro (naturalmente vuoto) di una penna biro.



## PREPARAZIONE

- Praticare un piccolo foro al centro del tappo, infilare nel foro il tubicino capillare e sigillarlo con della colla o nastro adesivo in modo da non lasciare fessure.

- Versare nella bottiglietta l'alcool e chiudere in modo che questo salga per capillarità nel tubicino un po' sopra il tappo.



## SVOLGIMENTO

Scaldare la boccetta con le mani. Presto si noterà che l'alcool comincia a salire nel tubicino.



## OSSERVAZIONI

Si può fissare sul tubicino un pezzetto di carta millimetrata in modo da segnare le variazioni dell'altezza della colonna d'alcool. Cosa succede se si immerge la boccetta in acqua gelata?

# Gonfiamo un palloncino

Quasi tutti i corpi aumentano di volume all'aumentare della temperatura. Sfruttando l'espansione dell'aria all'aumento della temperatura è possibile gonfiare un palloncino oppure riparare una pallina da ping pong ammaccata.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Una bottiglietta di vetro da succo di frutta
- Un palloncino
- Una pallina da ping pong ammaccata
- Un recipiente pieno d'acqua calda
- Un recipiente con acqua e ghiaccio



## REPERIBILITÀ

I materiali sono di facile reperibilità.



## PREPARAZIONE

Fissare sul collo della bottiglietta vuota il palloncino sgonfio



## SVOLGIMENTO

Immergere la bottiglietta in un recipiente pieno di acqua calda: il palloncino si gonfia. Immergere la bottiglietta nell'acqua con ghiaccio: il palloncino si sgonfia.

Prendere una pallina da ping pong ammaccata ma non rotta. Immergendola in acqua molto calda ritornerà tonda.

parole  
chiaveCambiamenti di stato  
Comportamento dei materiali a temperature molto basse

# Giochiamo con l'azoto liquido

Utilizzando l'azoto liquido è possibile fare alcune divertenti osservazioni sul comportamento dei materiali a basse temperature, e su alcuni cambiamenti di stato, non osservabili in condizioni normali, come la liquefazione dell'aria.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Alcuni litri di azoto liquido
- Un *dewar* (contenitore termicamente isolante per bassissime temperature) per la conservazione dell'azoto liquido
- Guanti e pinze appositi per lavorare con l'azoto liquido
- Alcune vaschette di polistirolo
- Un grappolo d'uva
- Un fiore
- Alcuni palloncini chiari (bianchi o gialli)
- Spago



## REPERIBILITÀ

L'azoto liquido e i vasi isolanti per la sua conservazione (*dewar*) non sono di comune reperibilità (i vasi si possono trovare sui cataloghi di materiali per il laboratorio, l'azoto va ordinato presso ditte specializzate). I costi dei materiali, la difficoltà di procurarsi l'azoto liquido e le difficoltà per il trasporto dello stesso rendono l'esperimento poco adatto alla realizzazione in un comune laboratorio scolastico.



## PREPARAZIONE

Mettere nel congelatore alcuni acini d'uva, in modo che al momento dell'esperimento siano congelati.



## SVOLGIMENTO

- Versare l'azoto liquido nella vaschetta di polistirolo e far osservare che il liquido bolle, mentre il "vapore" sprigionato scende verso il basso. Ciò dimostra che non si tratta di un liquido ad alta temperatura, ma il vapore si trova a una temperatura molto inferiore rispetto alla temperatura dell'ambiente. A conferma di ciò si possono gettare nella vaschetta alcune gocce d'acqua, che verranno estratte congelate.
- Utilizzando le apposite pinze (o semplicemente un pezzo di spago) immergere alcuni acini d'uva nell'azoto liquido. Gettare a terra prima gli acini immersi nell'azoto liquido, poi quelli prelevati dal congelatore del frigorifero. Succede la stessa cosa? A bassissime temperature gli oggetti perdono completamente la loro elasticità, e non sono più in grado di ammortizzare gli urti. Il congelatore del frigorifero porta gli oggetti che vi sono conservati a circa  $-20^{\circ}\text{C}$ : una temperatura bassa ma non sufficiente a far perdere tutta l'elasticità.
- Immergere, reggendolo per il gambo, un fiore nell'azoto liquido. Una volta estratto colpire col fiore rapidamente il piano di lavoro: il fiore andrà in mille pezzi come se fosse fatto di vetro.

Gonfiare un palloncino e chiuderne bene l'imboccatura con un pezzo di spago, immergerlo quindi nell'azoto liquido: il palloncino si affloscia.

Una volta tirato fuori dall'azoto, riprenderà rapidamente l'aspetto iniziale. Se si osserva rapidamente in controluce il palloncino prima che si rigonfi, sarà possibile osservare all'interno l'aria che a causa della bassa temperatura si è liquefatta.



## OSSERVAZIONI

- Può essere divertente osservare il comportamento di vari materiali, una volta immersi nell'azoto liquido. Si può quindi vedere cosa succede a elastici o a palline di gomma. Cosa accade una volta tornati a temperatura ambiente? Si possono citare gli utilizzi in campo medico dell'azoto liquido (crioterapia).
- Attenzione: a causa della bassa temperatura (circa  $-196^{\circ}\text{C}$ ) l'azoto liquido va maneggiato esclusivamente da persone esperte! Per evitare il congelamento, vanno sempre indossati gli appositi guanti da azoto liquido, e anche in questo caso il contatto con l'azoto va mantenuto per pochi istanti. Gli spettatori vanno mantenuti a distanza di sicurezza per evitare contatti accidentali con l'azoto. Per nessuna ragione inoltre vanno immersi oggetti metallici, in quanto a causa dell'elevata conduzione del calore da parte del metallo e della bassa temperatura che raggiunge, l'oggetto rimane attaccato alle dita congelandone le estremità e provocando in seguito il sollevamento della pelle.