aggiornaMenti
Corso di formazione per insegnanti

Andrea Beraudo

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Torino

Workshop "L'INFN e la scuola", Firenze, 13 Novembre 2017

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
SEZIONE DI TORINO

Perché un corso per insegnanti della scuola media

- Gli insegnanti della scuola primaria ricevono oggi una formazione universitaria mirata fornita dal corso di laurea di Scienze della Formazione Primaria, che include anche corsi in cui vengono fornite le competenze per proporre percorsi didattici su argomenti scientifici adatti a bambini di quella fascia di età;
- Per i docenti di matematica e fisica delle superiori esistono già molte possibilità di formazione e aggiornamento, fornite ad esempio dal Piano Nazionale Lauree Scientifiche o dalle Masterclass;
- La fascia critica su cui vale la pena investire è a mio avviso rappresentata dalla scuola media, per una serie di ragioni
  - I docenti (in gran parte laureati in matematica o biologia, grosso modo 49% e 49% in base al mio campione) si trovano a insegnare argomenti che esulano dalla loro formazione;
  - Non sentendosi sicuri evitano di sperimentare approcci didattici più stimolanti basati sul "provare a fare":
  - Gli allievi si trovano in una fase critica della loro vita, in cui dovranno in particolare scegliere la scuola che segnerà il loro futuro, condizionati dall'esperienza scolastica vissuta.

La situazione che ho trovato

Come spesso succede, tutto parte da esperienze nate da rapporti di conoscenza con singoli insegnanti. La situazione che ho visto nelle scuole dove sono andato è stata di aule di scienze

- sottoutilizzare (al più usate come una sala audiovisivi);
- scarsamente attrezzate, con armadi pieni di vecchi strumenti impolverati quasi mai usati.

Ho scelto di *trasformare il limite in un'opportunità*: a portare il materiale necessario per gli esperimenti sarebbero stati i ragazzi, prendendolo dalla cucina o dal bagno di casa o comprandolo in cartoleria o al supermercato. I vantaggi: anziché essere spettatori passivi di esperimenti eseguiti con strumenti che si trovano solo a scuola i ragazzi sono protagonisti, costruendosi da soli quanto necessario per eseguire le esperienze. I ragazzi, magari come compito, possono ripetere gli esperimenti a casa (magari filmandosi con lo smartphone) e possono tirar fuori capacità (importanti per fare scienza!) scarsamente valorizzate da una lezione tradizionale (manualità, fantasia per risolvere problemi pratici, lavoro di squadra...). Studenti affetti da DSA sono messi allo stesso livello dei loro compagni in "lezioni" di questo tipo.

L'approccio iniziale seguito

Il corso "AggiornaMenti" nasce da esperienze in cui ero io ad andare nelle singole classi. La volontà era che la cosa non risultasse uno "spot", ma si integrasse bene col percorso didattico pensato dall'insegnante. Pertanto

- si concordava con il/la docente l'argomento da affrontare ;
- si pensavano esperienze facilmente eseguibili e ripetibili che fossero *il punto di partenza* per cercare una spiegazione scientifica dei fenomeni, stimolando il ragionamento;
- alla classe lasciavo ogni volta un file PDF con la descrizione e la spiegazione scientifica delle esperienze eseguite.

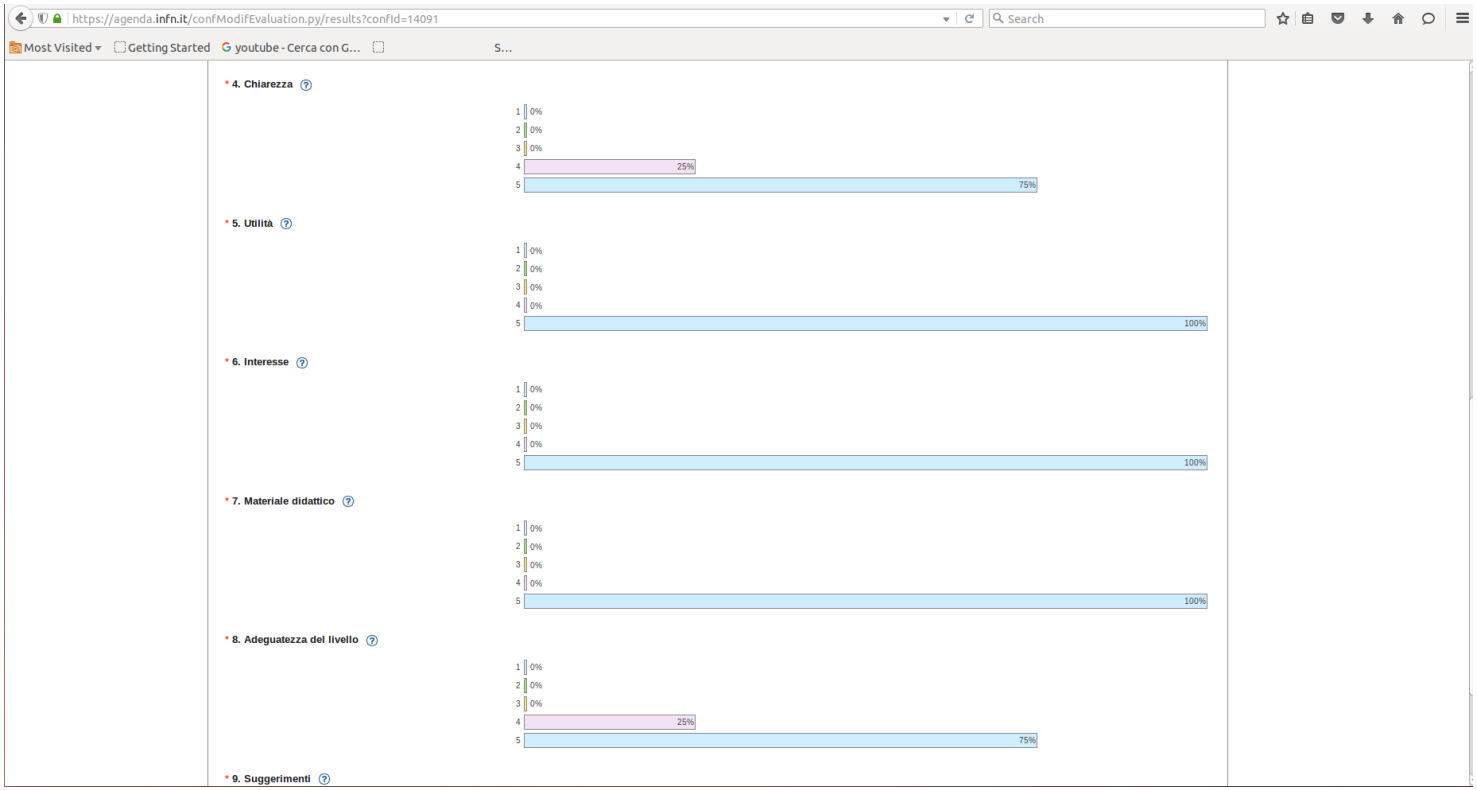
La cosa ha avuto un notevole successo: i docenti si scambiavano il materiale di supporto didattico da me preparato, che è stato anche usato da diversi insegnanti per preparare il concorsone.

Visto che la cosa funzionava ho pensato che la strategia vincente per raggiungere la platea più vasta possibile era rivolgersi non alle singole classi, ma puntare sulla formazione dei docenti: 30 docenti per 60-70 allievi per docente fa 2000 fruitori finali per ogni edizione del corso!

AggiornaMenti: la prima edizione (in corso)

- 6 appuntamenti pomeridiani da 2 ore
- Scuole avvisate dalla nostra segreteria scientifica con aiuto di USR
- Costo di 100 Euro pagabili attraverso carta del docente o bonifico
- 30 docenti da tutto il Piemonte che seguono con fedeltà le lezioni, dando feedback positivo

AggiornaMenti: la prima edizione (in corso)



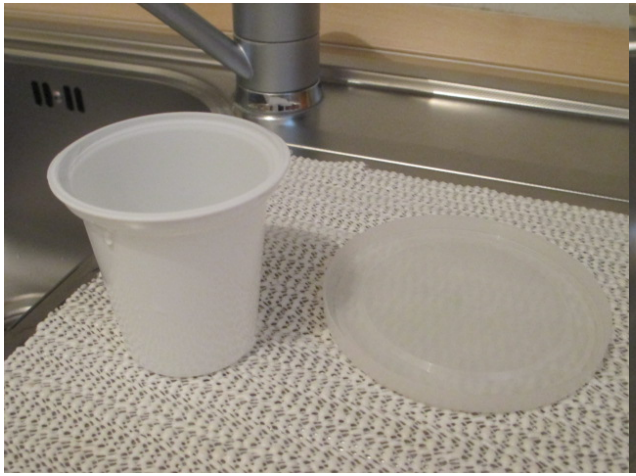
- 6 appuntamenti pomeridiani da 2 ore
- Scuole avvisate dalla nostra segreteria scientifica con aiuto di USR
- Costo di 100 Euro pagabili attraverso carta del docente o bonifico
- 30 docenti da tutto il Piemonte che seguono con fedeltà le lezioni, dando feedback positivo

Un assaggio del corso...

Il vasetto ribaltato

- Prendi un vasetto di yogurth (o un bicchiere) e riempilo d'acqua *fino al bordo*
- Coprilo con una superficie *piana impermeabile* (coperchio di un barattolo, carta da gioco...)
- Capovolgi il tutto: il coperchio non cade! Sai spiegare il perchè?

Il vasetto ribaltato

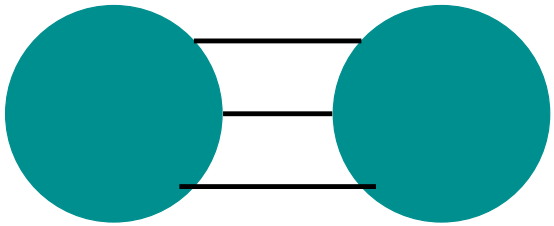


- Prendi un vasetto di yogurth (o un bicchiere) e riempilo d'acqua *fino al bordo*
- Coprilo con una superficie *piana impermeabile* (coperchio di un barattolo, carta da gioco...)
- Capovolgi il tutto: il coperchio non cade! Sai spiegare il perchè?

Dal lato superiore del barattolo agisce la pressione dell'acqua contenuta nel bicchiere (pochi centimetri d'altezza!). Dal lato inferiore agisce la pressione atmosferica (capace di sostenere fino a 10 metri d'acqua!)

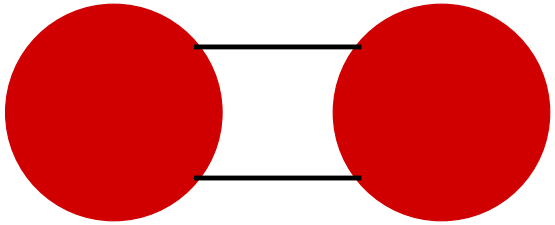
La pressione atmosferica

L'atmosfera che ci consente di respirare è una miscela di diversi gas, principalmente azoto e ossigeno. Entrambi sono costituiti da molecole formate da 2 atomi *legati* tra loro



Azoto (78%)

Velocita' media: <v>=500 m/s=1800 km/h



Ossigeno (21%)

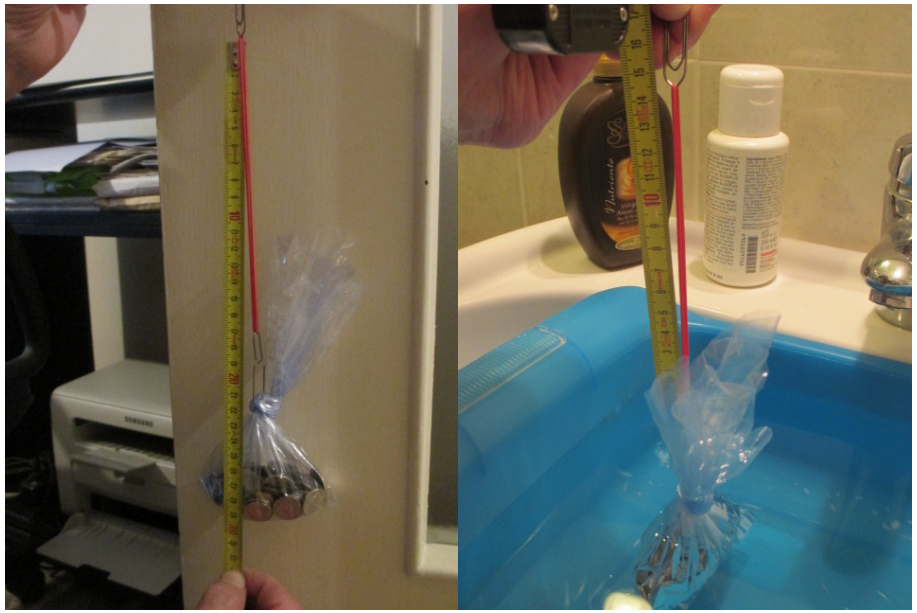
In 1 m^3 d'aria ci sono *grosso modo* 3×10^{25} (3 seguito da 25 zeri! 30 milioni di miliardi di miliardi!) molecole, che si muovono in media più veloci di un aereo (che fa "solo" i 900 km/h): questo spiega il grande valore della pressione atmosferica, pari a quella esercitata da una colonna d'acqua di 10 metri (un palazzo di 3 piani!).

La bottiglia bucata

- Prendi una bottiglia d'acqua *aperta* e bucala con un ago: uscirà un getto d'acqua che descrive una *parabola*;
- A questo punto tappa la bottiglia: il getto si arrresterà. Perchè?
- Se riapri la bottiglia il getto riparte.
- Se fai un secondo foro piu' in alto uscirà acqua anche da lì, ma il getto sarà più debole

La spinta di Archimede

Verifichiamo con un semplice esperimento che tutti i corpi immersi in acqua ricevono una spinta verso l'alto (spinta di Archimede)

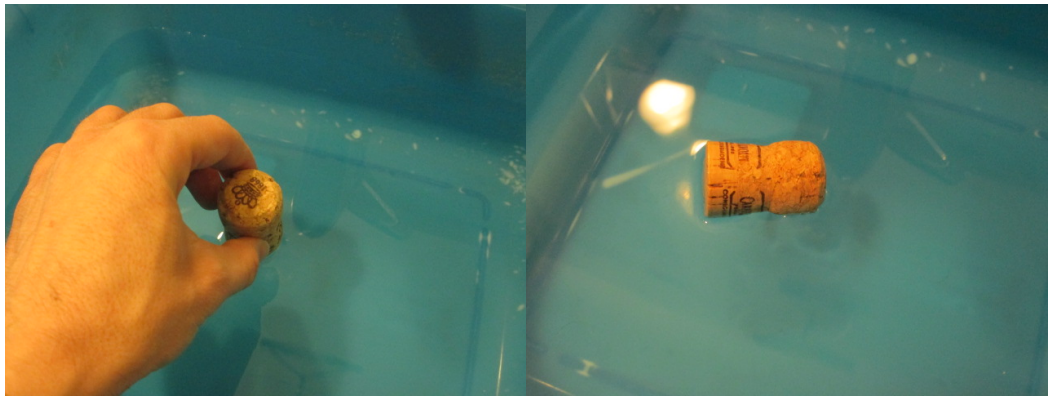


- Prendete un oggetto pesante (ho usato un sacchetto di monete) e tenetelo sollevato con un elastico: l'elastico si allunga ($l = 17$ cm)
- Immergete quindi l'oggetto in acqua: l'elastico si accorcia un po' ($l = 14$ cm)

A far accorciare l'elastico è la spinta verso l'alto esercitata dall'acqua.

Stabilità dei corpi che galleggiano

I corpi (in media, una nave è fatta d'acciaio, ma ha molte parti vuote) meno densi dell'acqua galleggiano. Questo non vuol dire che si trovino anche in equilibrio stabile! Verifichiamolo con un tappo di sughero:



- Un tappo di sughero galleggia, ma se cerco di mantenerlo in verticale si ribalta. Questo per una barca sarebbe un bel problema!
- Se però proviamo a *zavorrarlo* con delle viti riusciamo a farlo stare in equlibrio in verticale!

Sul tappo agisce una coppia di forze (la forza peso e la spinta di Archimede) che tende a farlo *ruotare*: il trucco sta nel far ruotare il tappo nel giusto verso quando si inclina, riportandolo in verticale!

Stabilità dei corpi che galleggiano

I corpi (in media, una nave è fatta d'acciaio, ma ha molte parti vuote) meno densi dell'acqua galleggiano. Questo non vuol dire che si trovino anche in equilibrio stabile! Verifichiamolo con un tappo di sughero:

- Un tappo di sughero galleggia, ma se cerco di mantenerlo in verticale si ribalta. Questo per una barca sarebbe un bel problema!
- Se però proviamo a *zavorrarlo* con delle viti riusciamo a farlo stare in equlibrio in verticale!

Sul tappo agisce una coppia di forze (la forza peso e la spinta di Archimede) che tende a farlo *ruotare*: il trucco sta nel far ruotare il tappo nel giusto verso quando si inclina, riportandolo in verticale!

Le sorprese della superficie dell'acqua

Dal principio di Archimede ci aspetteremmo che oggetti più densi dell'acqua affondino. Per oggetti abbastanza piccoli non sempre è così

- Prendi un ago (o uno spillo, una clips...) e adagialo *piatto* sulla superficie dell'acqua: rimane a galla!
- Se provi a metterlo di punta invece affonda
- Se all'acqua aggiungi del detersivo affonda!

Cosa mantiene a galla l'ago e cosa cambia aggiungendo il detersivo?

Perchè le gocce di pioggia sono sferiche...

Cerchiamo di convincerci che la tensione superficiale è alla base del fatto che l'acqua tende a formare delle gocce sferiche e non di altra forma (cubi, coni, piramidi...).
Consideriamo una goccia di raggio $r = 1$ cm. Il suo volume e la sua superficie saranno dati da:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \approx 4,19\,\mathrm{cm}^3 \quad \text{e} \quad S_{\mathrm{sfera}} = 4\pi r^2 \approx 12,57\,\mathrm{cm}^2$$

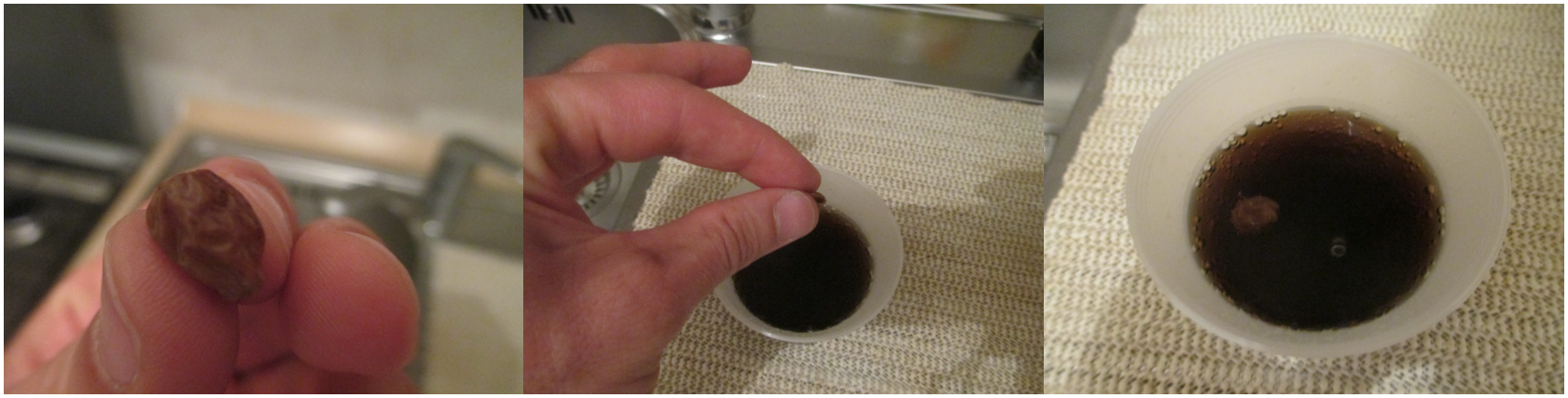
Poichè il volume di un cubo di lato a è dato da $V = a^3$, la stessa quantità di acqua potrebbe essere contenuta da un cubo di lato $a = V^{1/3} \approx 1,61$ cm, che però avrebbe una superficie $S_{\mathrm{cubo}} = 6a^2 \approx 15,59$ cm^2.
Abbiamo così verificato che, a parità di volume,

$$S_{\mathrm{sfera}} < S_{\mathrm{cubo}}$$

e questa è la ragione per cui i liquidi tendono a formare delle gocce sferiche.

Bollicine e tensione superficiale

Una bevanda gassata contiente una gran quantità di anidride carbonica (CO2) disciolta nell'acqua. Pian piano si formano delle bolle di CO2 che salgono in superficie liberando il gas. Il processo è lento: come mai?

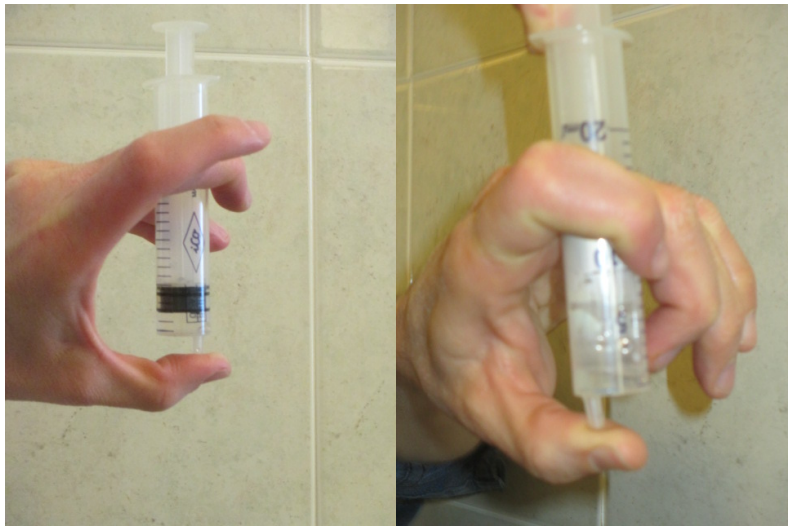


- Prendi un acino di uvetta e immergilo in una bevanda gassata
- Intorno all'acino di formano delle bollicine
- L'acino viene a galla, le bollicine in superficie rilasciano la CO2 e l'acino torna a fondo
- Il processo si ripete

Perché l'acino d'uvetta favorisce la formazione di bollicine?

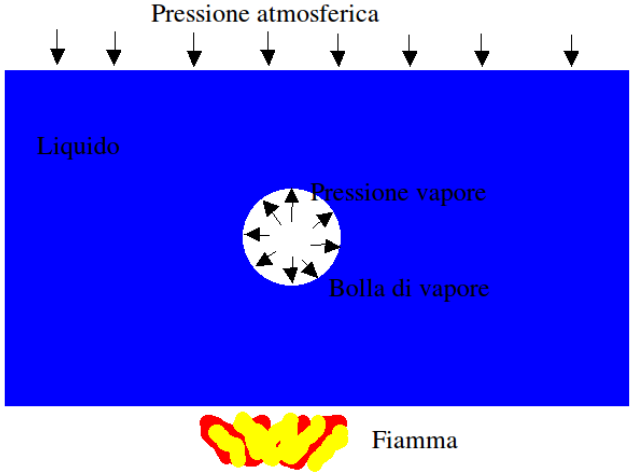
Perchè l'acqua bolle?

Abbiamo visto che sia liquidi sia gas sono fluidi. In condizioni particolari le sostanze possono mostrare una *transizione di fase* tra lo stato liquido e quello gassoso. È il caso dell'acqua quando bolle. Siamo abituati a pensare che questo avvenga alla temperatura di 100 gradi. È sempre così? Verifichiamolo con il seguente esperimento.



- Prendiamo una siringa e aspiriamo un po' di acqua tiepida ($\approx 40^{\circ}$)
- Alziamo lo stantuffo e osserviamo: l'acqua inizia a bollire! Questo nonostante la temperatura sia molto inferiore a 100 gradi!

Perchè l'acqua nella siringa bolle anche se appena tiepida? Per capirlo occorre comprendere il meccanismo generale dell'ebollizione.



- In un liquido le molecole che si muovono più velocemente possono formare delle *bolle* di vapore. Le molecole contenute in queste bolle esercitano una pressione, detta *tensione di vapore*
- Per contro, il liquido esercita su queste bolle una pressione opposta, dovuta alla pressione atmosferica dell'aria sovrastante.
  - Se $P_{\mathrm{atm}} > P_{\mathrm{vap}}$ la bolla viene schiacciata e si contrae
  - Quando $P_{\mathrm{vap}} = P_{\mathrm{atm}}$ la pressione atmosferica non è più in grado di opporsi alla crescita della bolla, che sale a causa della forza di Archimede (è meno densa dell'acqua!) e arriva fino in superficie: l'acqua bolle!

Il frullatore che scalda l'acqua

Occorrente: frullatore con un po' d'acqua (1/2 litro) e termometro

- Misurate la temperatura dell'acqua (19.5^o C)
- Azionate il frullatore per 30 s e misurate la temperatura (21° C)
- Azionate il frullatore per 60 s e misurate la temperatura (24° C)

Il movimento ordinato delle pale del frullatore (energia meccanica) si è trasferito (*dissipato*) nel movimento caotico (energia termica) delle molecole d'acqua: la temperatura è aumentata.

Conduttori e isolanti

Con un semplice esperimento si può verificare che alcuni materiali conducono il calore meglio di altri:

- I metalli sono degli ottimi conduttori di calore
- Legno e plastica sono invece degli isolanti termici

La ragione per cui i metalli conducono bene il calore (e l'elettricità) va cercata nella loro struttura microscopica. I metalli possono essere descritti come un reticolo di ioni positivi (e.g. Fe^{2+}, Al^{3+}) immersi in un mare di elettroni molto poco legati (elettroni di conduzione) responsabili della conduzione del calore (e della corrente elettrica). Negli isolanti il calore si propaga invece attraverso le vibrazioni reticolari degli ioni intorno alle loro posizioni di equilibrio.

La convezione

- Riempi due bicchieri di acqua fredda e due bicchieri di acqua bollente, con un po' di colorante alimentare;

La convezione

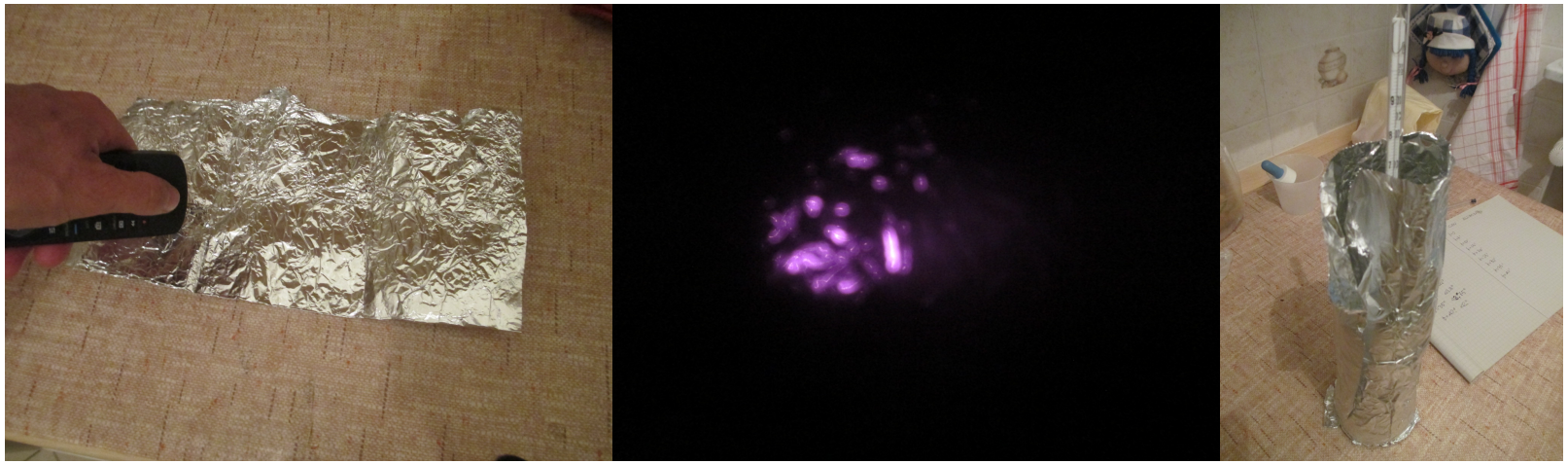
- Riempi due bicchieri di acqua fredda e due bicchieri di acqua bollente, con un po' di colorante alimentare;
- Capovolgi il bicchiere di acqua fredda su quello di acqua calda, tenendoli separati con una carta da gioco: quando rimuovi la carta a causa della forza di gravità l'acqua calda (blu), meno densa, tende a salire e quella fredda, più densa a scendere;

La convezione

- Riempi due bicchieri di acqua fredda e due bicchieri di acqua bollente, con un po' di colorante alimentare;
- Capovolgi il bicchiere di acqua fredda su quello di acqua calda, tenendoli separati con una carta da gioco: quando rimuovi la carta a causa della forza di gravità l'acqua calda (blu), meno densa, tende a salire e quella fredda, più densa a scendere;
- Ripeti l'esperimento invertendo la configurazione: l'acqua calda rimane in alto e quella fredda in basso, senza mescolarsi. Succede lo stesso in atmosfera nei giorni di *inversione termica*, quando l'aria più calda negli strati alti provoca il ristagno dello smog!

La radiazione termica dei corpi

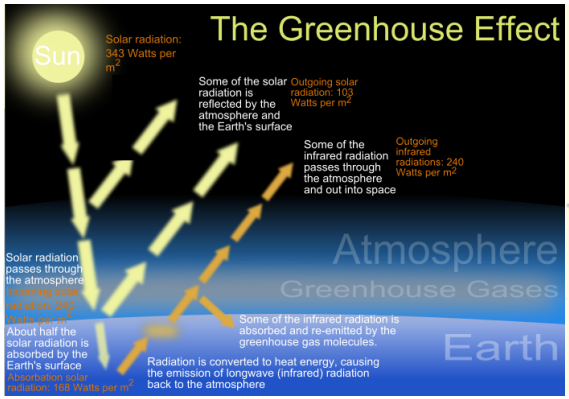
Tutti i corpi a temperature sopra lo zero assoluto emettono in realtà onde elettromagnetiche. A temperatura ambiente ($T \approx 300$ K) la *legge di Wien* $\lambda_{\max} \sim 1/T$ implica che la radiazione emessa sta nella regione dell'*infrarosso*. La luce infrarossa è quella emessa, ad esempio da un telecomando, che non è in grado di eccitare i recettori della nostra retina, ma viene rivelata da una fotocamera digitale

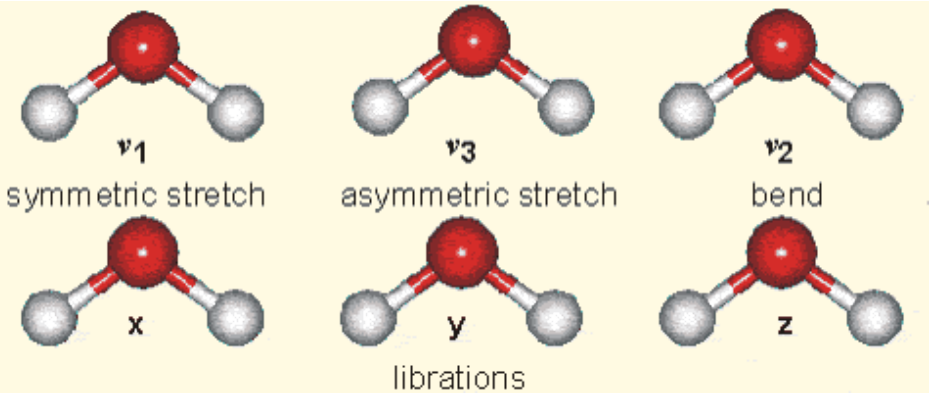


Il foglio di alluminio, come tutti i metalli, ha la proprietà di riflettere le onde elettromagnetiche, non solo nel visibile, ma anche nell'infrarosso. Avvolgendo la bottiglia con la pellicola di alluminio l'energia irradiata in radiazione IR dall'acqua calda viene pertanto riflessa.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.

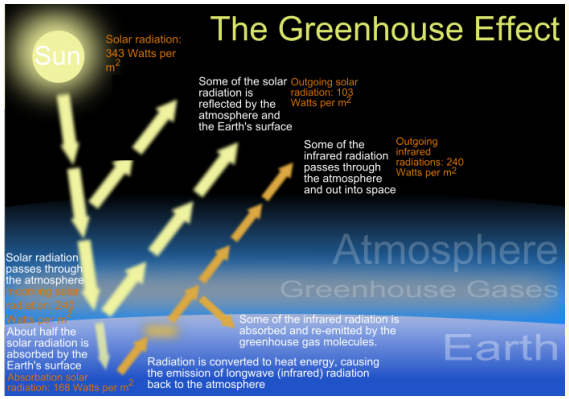


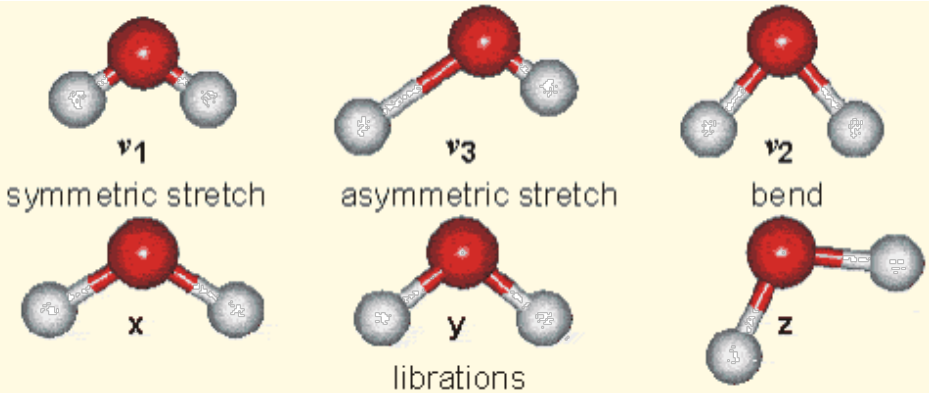


La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.

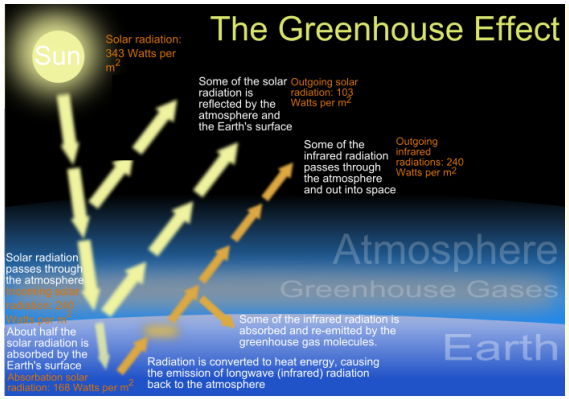


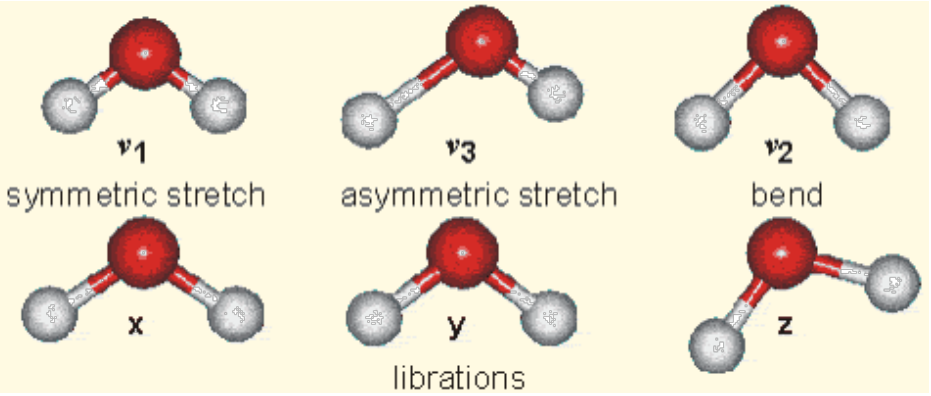


La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.

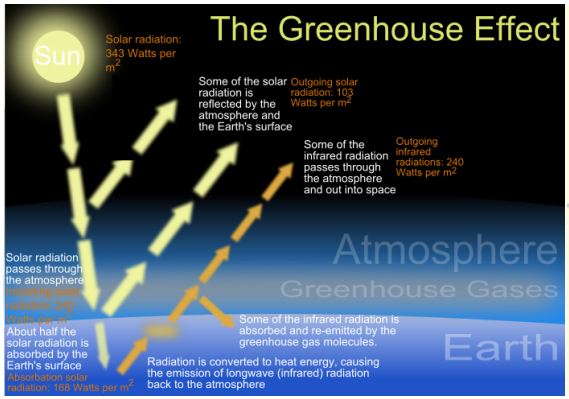


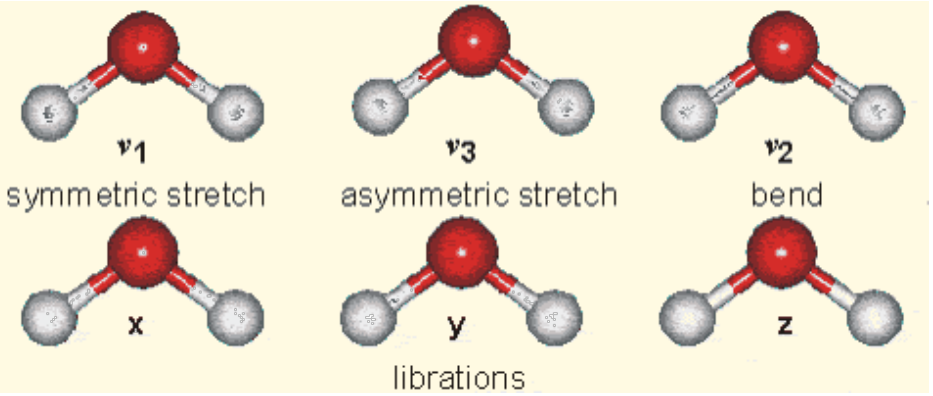


La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.

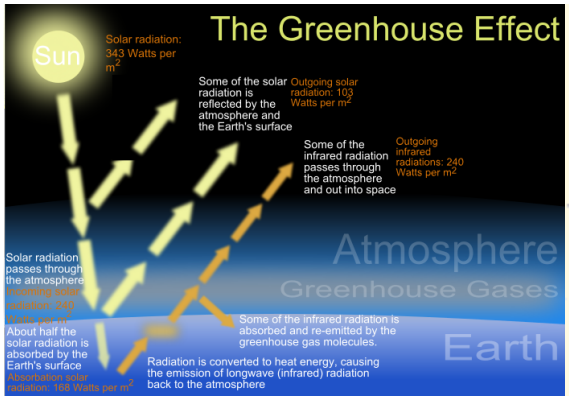


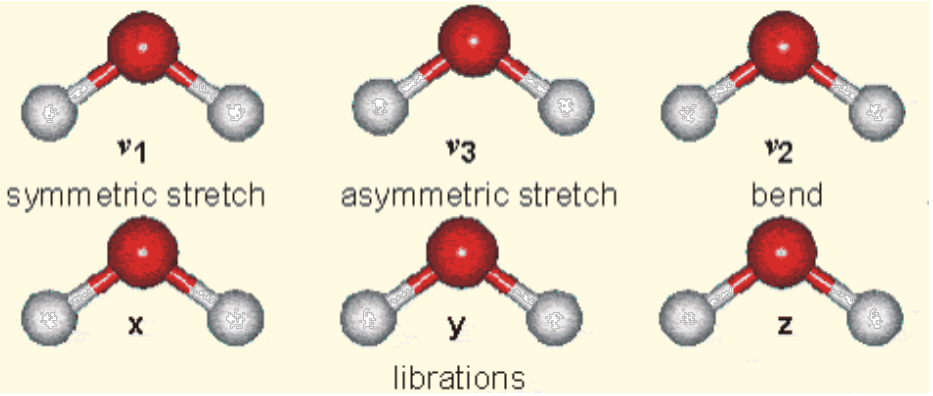


La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.

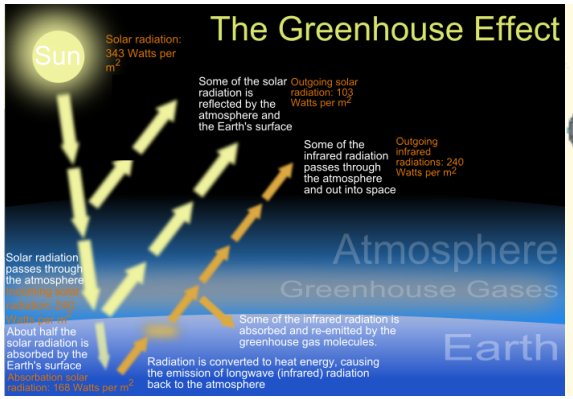


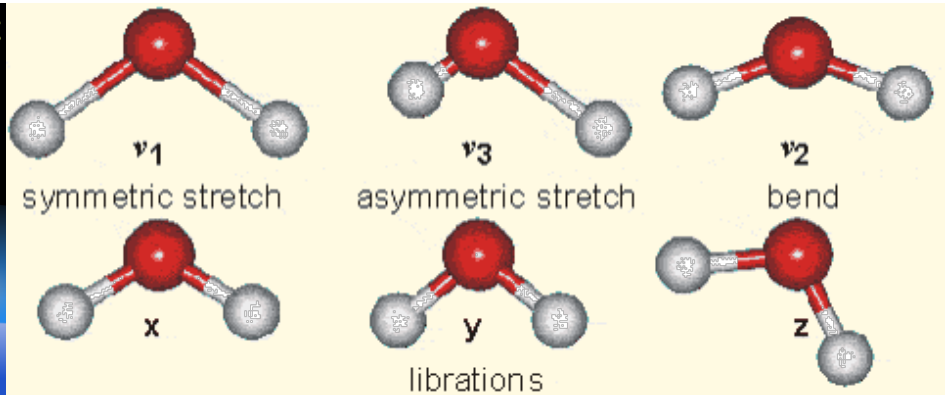


La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.

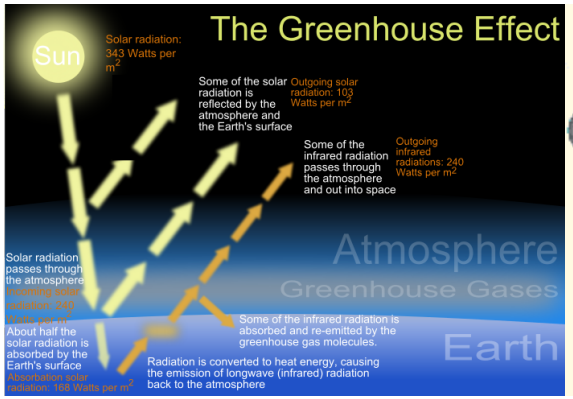


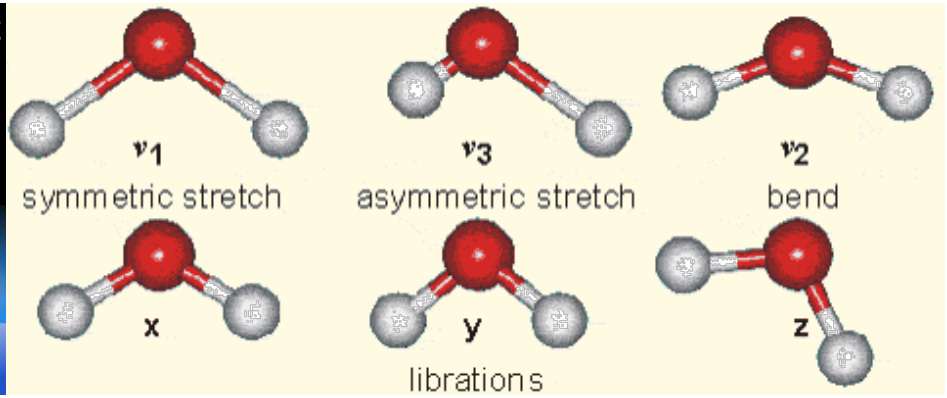


La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.

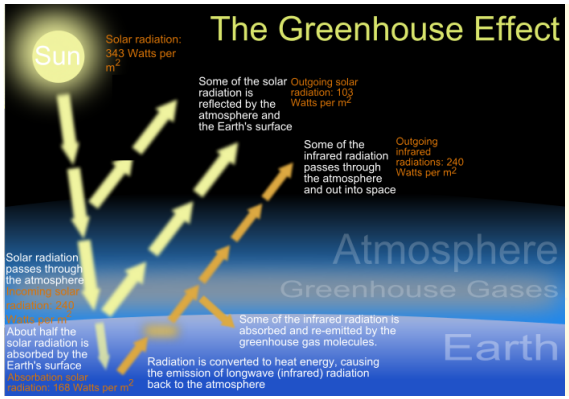


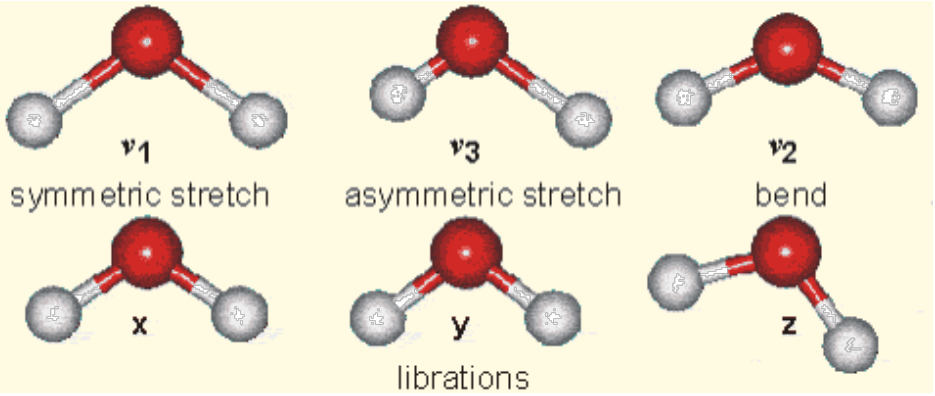


La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

L'effetto serra

Il ruolo del foglio di alluminio che, riflettendo la radiazione infrarossa, mantiene l'acqua nella bottiglia calda più a lungo è simile a quello dell'atmosfera che, assorbendo la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, mantiene la Terra a una temperatura più calda di quella che si avrebbe in sua assenza. Descriveremo in modo più quantitativo il fenomeno.





La radiazione termica infrarossa emessa dalla Terra ha la frequenza giusta (come spingere un'altalena alla sua frequenza propria) per eccitare le vibrazioni di *molecole triatomiche* presenti nell'atmosfera (CO_2, H_20, O_3) che la assorbono impendendo che si disperda direttamente nello spazio. La radiazione assorbita è poi riemessa in tutte le direzioni.

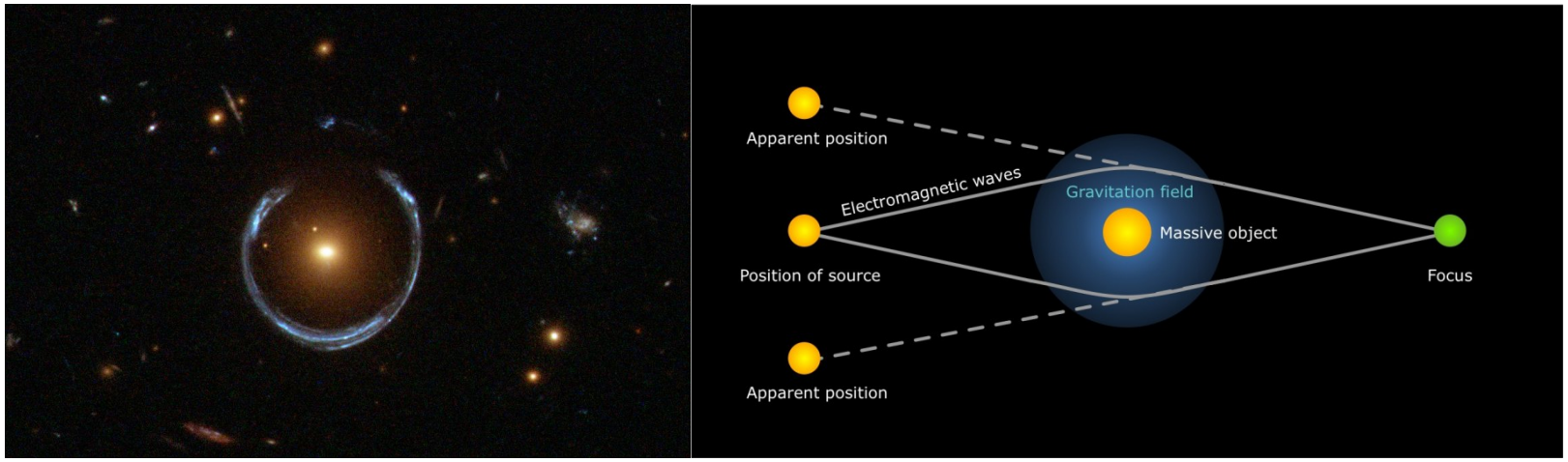
La propagazione della luce

- Infila uno spillo su un cartoncino e quindi infilane altri lungo il cammino che la luce segue per arrivare al tuo occhio, in modo da vedere solo lo spillo più vicino a te.
- Solleva quindi lo sguardo e prova a tracciare la linea che unisce le posizioni dei vari spilli. Cosa osservi?

La luce, nel vuoto o in un mezzo omogeneo (cioè che ha ovunque le stesse proprietà), si propaga in linea retta, ovvero lungo il cammino più veloce che unisce due punti.

La luce nell'universo: le lenti gravitazionali

Quanto appena sperimentato (i raggi luminosi nel vuoto si propagano in linea retta) ci può sembrare una banalità. Tuttavia osserviamo cosa succede quando la luce passa in vicinanza di un oggetto molto massiva (una stella, una galassia, un ammasso di galassie)



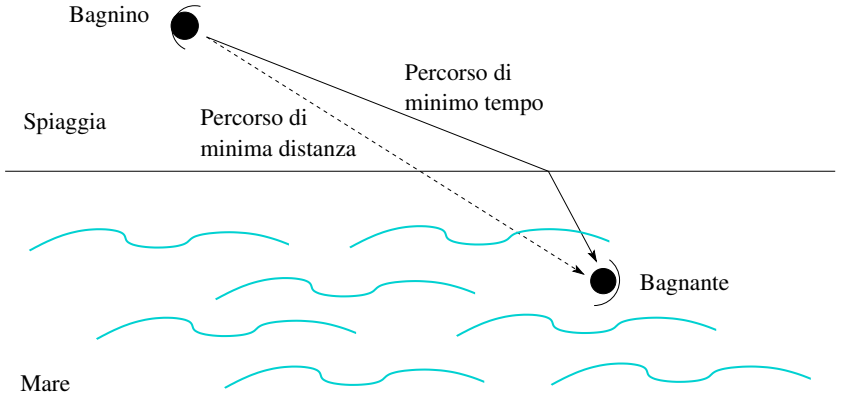
L'immagine di sinistra è una foto del telescopio spaziale Hubble e mostra la luce di una galassia blu che viene totalmente distorta da una galassia gialla posta lungo il suo cammino. La luce viene deviata dalla forza di gravità di corpi *molto* massivi, come una galassia, e i corpi celesti nel cosmo a volte ci appaiono distorti e spostati rispetto alla loro reale posizione: si parla di lenti gravitazionali (gravitational lensing).

Una fibra ottica "fatta in casa"

- Prendi una bottiglia d'acqua aperta e forala con uno spillo, in modo che esca un sottile getto d'acqua
- Illumina il foro con un puntatore laser: osserverai che il fascio di luce segue il percorso del getto d'acqua. Questo avviene poiché la luce che cerca di uscire "rimbalza" contro la superficie acqua-aria, venendo totalmente riflessa all'interno.

La legge della rifrazione

Cerchiamo di capire la legge che descrive la propagazione dei raggi luminosi attraverso mezzi differenti con un esempio

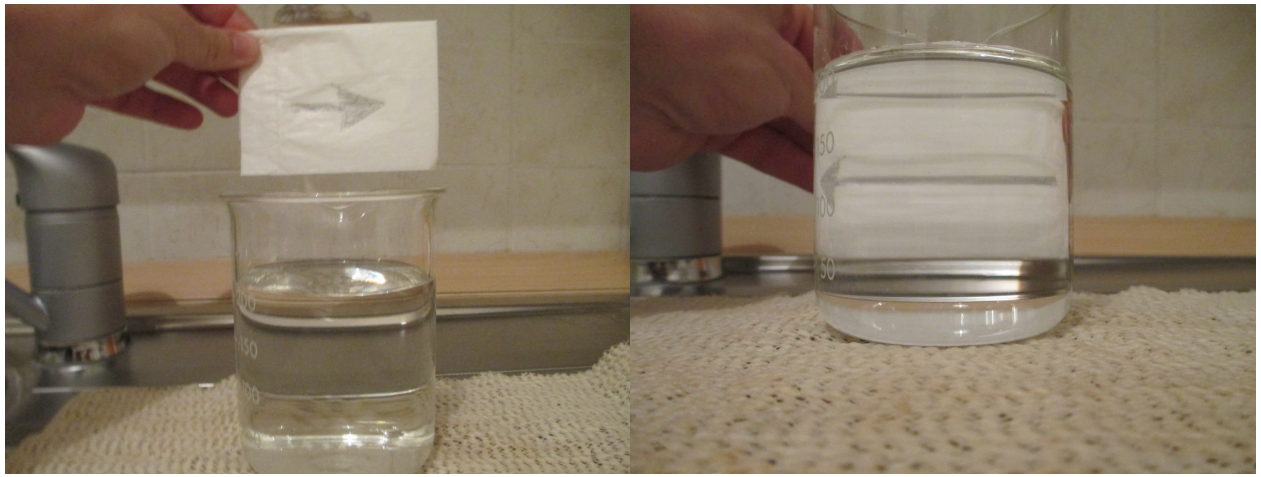


Supponiamo che un bagnino debba soccorrere un bagnante in difficoltà

- Il percorso più corto è dato da una linea retta: questo però comporta un lungo tratto da fare a nuoto
- Il percorso che richiede il tempo minore è quello dato dalla linea spezzata, geometricamente più lungo, ma in cui la parte a nuoto, *in cui ci si sposta più lentamente*, è più breve.

Dovendo salvare il nuotatore, il bagnino sceglierà ovviamente il secondo percorso: la stessa scelta è fatta dalla luce nel passare da un mezzo (es: l'aria) a un altro (es: l'acqua) in cui si propaga a una velocità inferiore

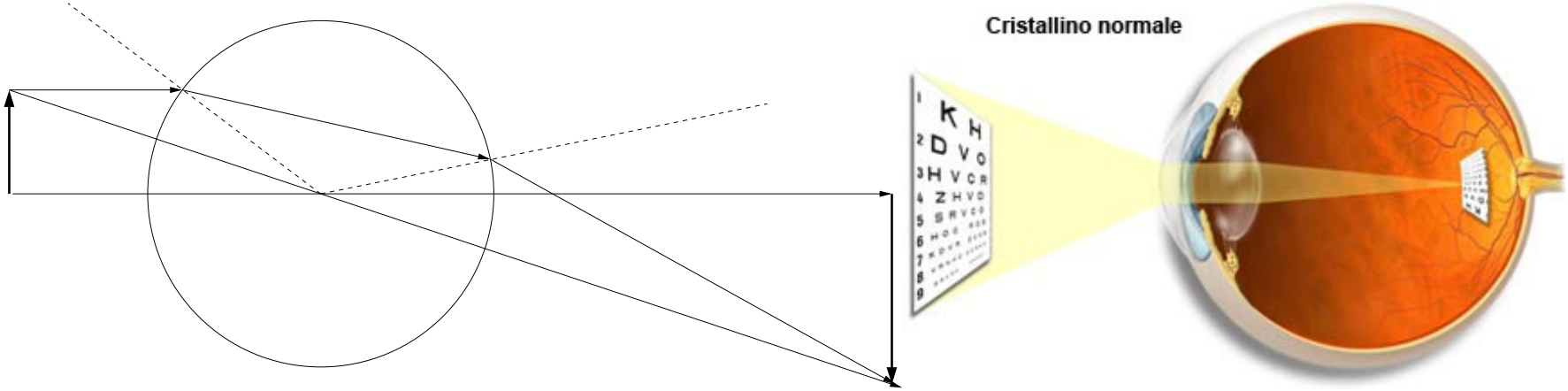
Le lenti



- Riempi d'acqua un contenitore cilindrico
- Osserva cosa succede al foglio: la freccia appare ribaltata e ingrandita

Hai costruito una lente, che – sfruttando la legge della rifrazione – è in grado di ribaltare, ingrandire o rimpicciolire un'immagine. Il cristallino del nostro occhio è una lente che proietta sulla cornea un'immagine ribaltata degli oggetti. Mettendo insieme più lenti si possono costruire cannocchiali e microscopi.

Le lenti



- Riempi d'acqua un contenitore cilindrico
- Osserva cosa succede al foglio: la freccia appare ribaltata e ingrandita

Hai costruito una lente, che – sfruttando la legge della rifrazione – è in grado di ribaltare, ingrandire o rimpicciolire un'immagine. Il cristallino del nostro occhio è una lente che proietta sulla cornea un'immagine ribaltata degli oggetti. Mettendo insieme più lenti si possono costruire cannocchiali e microscopi.

Perchè il cielo è azzurro e il sole al tramonto è rosso?

Aggiungi qualche goccia di latte in una brocca d'acqua e illuminala con una torcia (luce bianca)

- La luce diffusa appare azzurra
- La luce che arriva direttamente dalla torcia appare invece giallo-rossa

Perchè il cielo è azzurro e il sole al tramonto è rosso?

Aggiungi qualche goccia di latte in una brocca d'acqua e illuminala con una torcia (luce bianca)

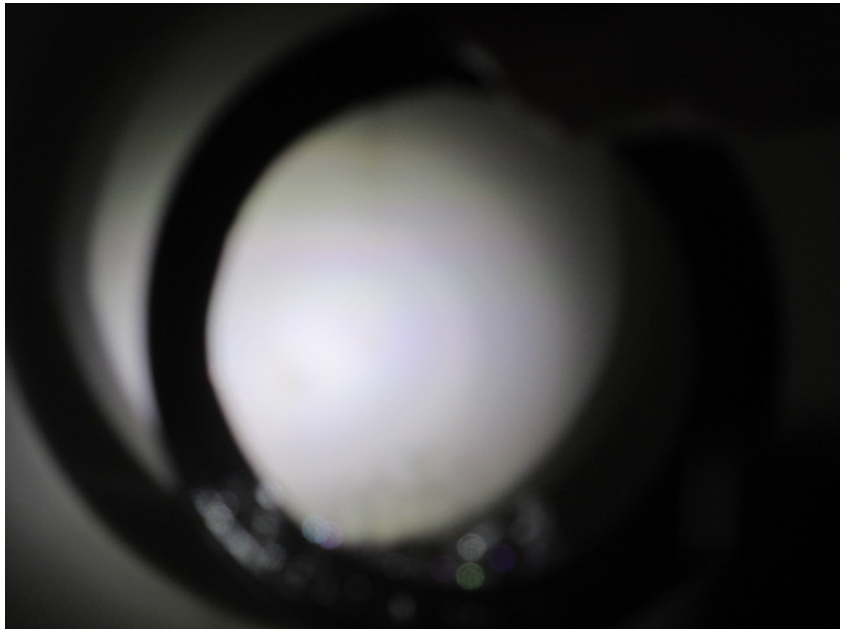
- La luce diffusa appare azzurra
- La luce che arriva direttamente dalla torcia appare invece giallo-rossa

L'acqua senza latte appare invece completamente trasparente. Il latte contiene dei microscopici globuli di grasso che diffondono la luce. L'intensità della radiazione diffusa dipende dalla sua lunghezza d'onda: $I \propto \lambda^4$. La componente azzurra della luce ($\lambda \sim 400$ nm) è pertanto diffusa in misura molto maggiore della componente rossa ($\lambda \sim 700$ nm). Il sole al tramonto appare rosso perchè i suoi raggi hanno attraversato uno spessore maggiore di atmosfera.

L'interferenza da una pellicola d'acqua

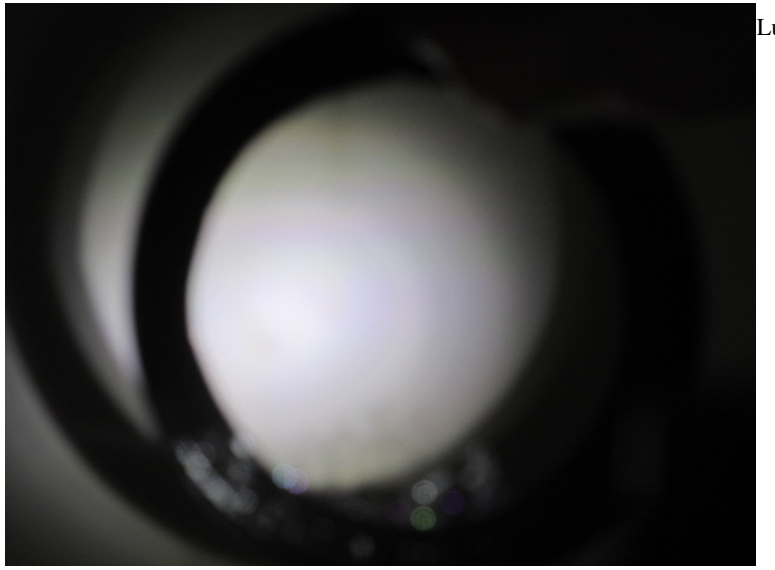
- Prendete dell'acqua saponata e un cerchio di plastica del diametro di una decina di centimetri
- Dopo aver immerso il cerchio sollevatelo, facendo in modo che si formi una sottile pellicola d'acqua

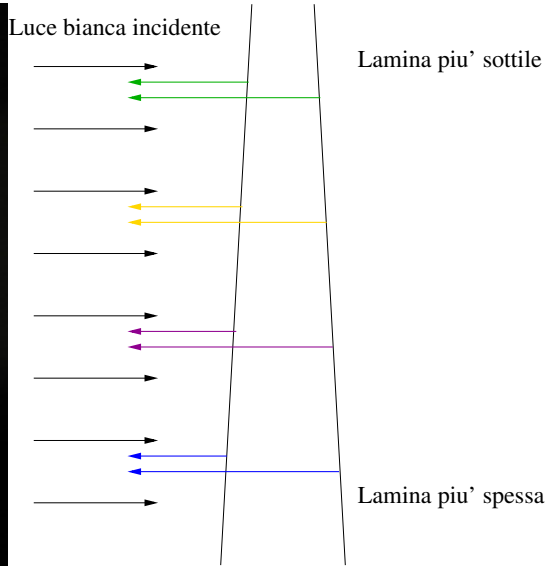
L'interferenza da una pellicola d'acqua



- Prendete dell'acqua saponata e un cerchio di plastica del diametro di una decina di centimetri
- Dopo aver immerso il cerchio sollevatelo, facendo in modo che si formi una sottile pellicola d'acqua
- Illuminate con una lampada la lamina d'acqua: dopo qualche secondo compariranno in alto delle linee orizzontali colorate! Sai spiegare il perché?

L'interferenza da una pellicola d'acqua





A causa della forza di gravità, dopo alcuni secondi, la pellicola d'acqua sarà più spessa in basso e più sottile in alto. La luce incidente contiene tutte le lunghezze d'onda (dal rosso al violetto). Parte di essa viene riflessa dalla prima superficie della pellicola, parte dalla seconda. Poiché il secondo raggio riflesso avrà percorso una distanza più lunga del primo i due raggi torneranno indietro *sfasati*. Ad una data altezza dal fondo della lamina tale sfasamento causerà interferenza costruttiva per alcune lunghezze d'onda e distruttiva per altre lunghezze d'onda, determinando il colore della linea orizzontale che vediamo

La diffrazione della luce

- Prendiamo un capello e un pointer laser
- Spegnendo la luce e pondendo il capello lungo il percorso del raggio laser osserviamo sulla parete un sistema di frange chiare e scure: notiamo in particolare che *in corrispondenza del capello non c'è il buio, ma* al contrario *un massimo di intensità*.

A questo fenomeno, che si verifica quando la luce incontra ostacoli o attraversa fenditure di dimensioni confrontabili con la sua lunghezza d'onda ($\lambda \approx 400-700$ nm, cioè $4-7 \cdot 10^2 \cdot 10^{-9}$ m, cioè $4-7 \cdot 10^2 \cdot 10^{-9} \cdot 10^3 = 4-7 \cdot 10^{-4}$ mm) si dà il nome di diffrazione

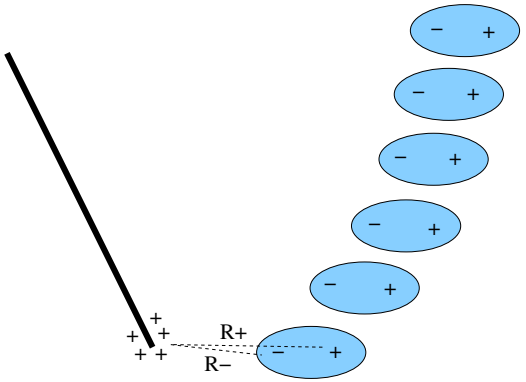
La polarizzazione dei corpi

Elettrizza una bacchetta (non importa se di vetro o di plastica) strofinandola

- Avvicinala al getto d'acqua di un rubinetto: la bacchetta attrae l'acqua;
- Avvicinala a dei pezzetti di carta: la bacchetta li attrae

L'acqua e la carta tuttavia non erano state elettrizzate: contengono tante cariche positive quante cariche negative. Cosa succede? Le molecole di acqua e della carta sono elettricamente neutre, tuttavia sono composte di elettroni (-) che "orbitano" intorno a dei nuclei (+). Accicinando un oggetto carico (ad esempio +) le molecole si orientano, rivolgendo le loro cariche negative verso la bacchetta e quelle positive sul lato opposto: il materiale si polarizza. Le cariche negative si trovano ora leggermente più vicine alla bacchetta e la forza di attrazione su di esse prevale su quella di repulsione sulle cariche positive.

La polarizzazione dei corpi



Elettrizza una bacchetta (non importa se di vetro o di plastica) strofinandola

- Avvicinala al getto d'acqua di un rubinetto: la bacchetta attrae l'acqua;
- Avvicinala a dei pezzetti di carta: la bacchetta li attrae

L'acqua e la carta tuttavia non erano state elettrizzate: contengono tante cariche positive quante cariche negative. Cosa succede? Le molecole di acqua e della carta sono elettricamente neutre, tuttavia sono composte di elettroni (-) che "orbitano" intorno a dei nuclei (+). Accicinando un oggetto carico (ad esempio +) le molecole si orientano, rivolgendo le loro cariche negative verso la bacchetta e quelle positive sul lato opposto: il materiale si polarizza. Le cariche negative si trovano ora leggermente più vicine alla bacchetta e la forza di attrazione su di esse prevale su quella di repulsione sulle cariche positive.

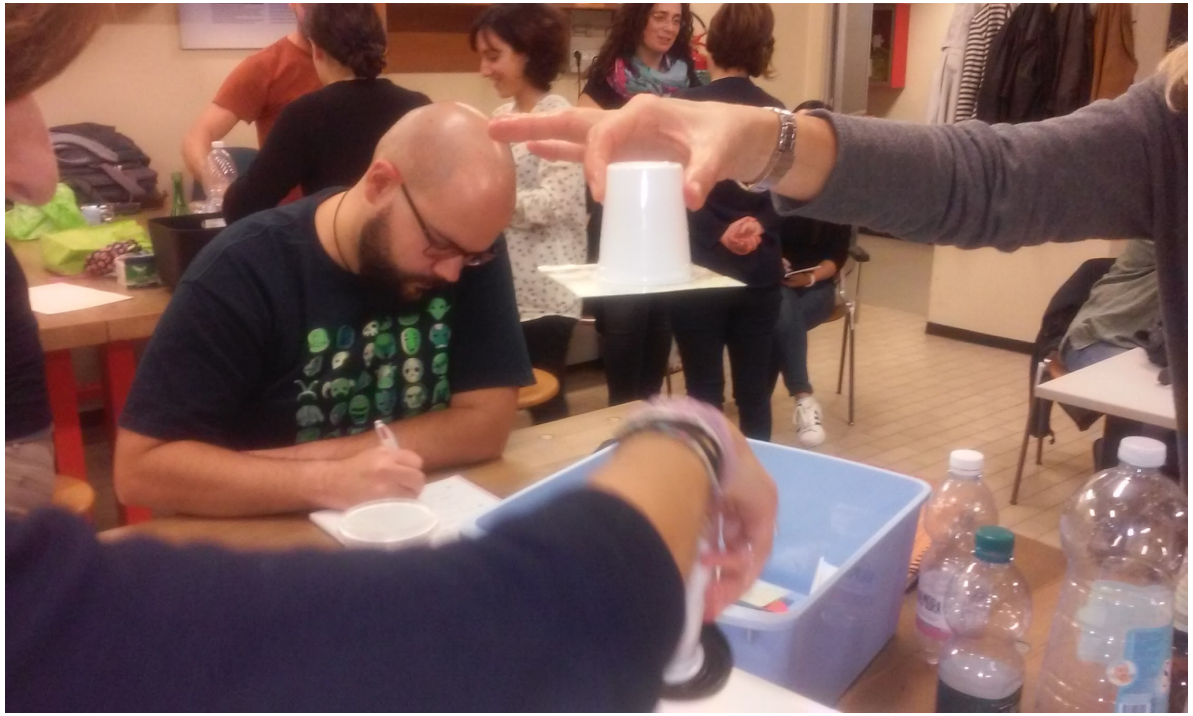
Conduttori ed isolanti

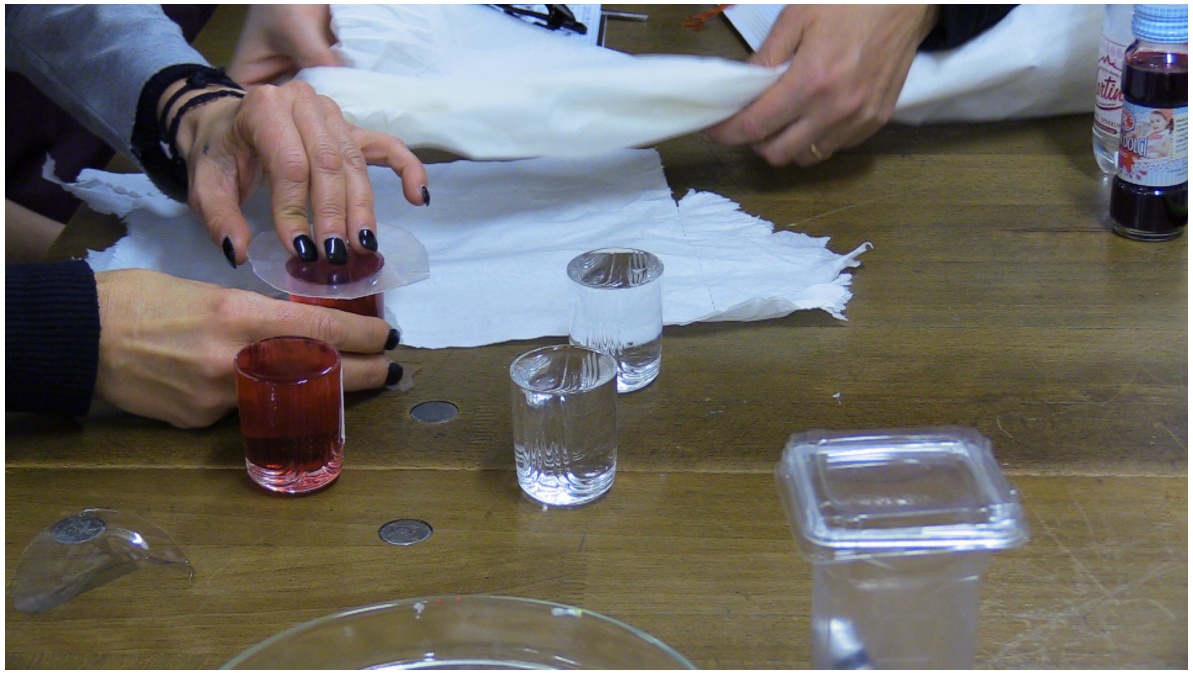
Prendi un oggetto di plastica, uno di legno e uno di metallo e con essi prova a chiudere un circuito con una lampadina

- Chiudi con l'oggetto di plastica o di legno: la lampadina resta spenta;
- Chiudi con l'oggetto di metallo: la lampadina si accende!

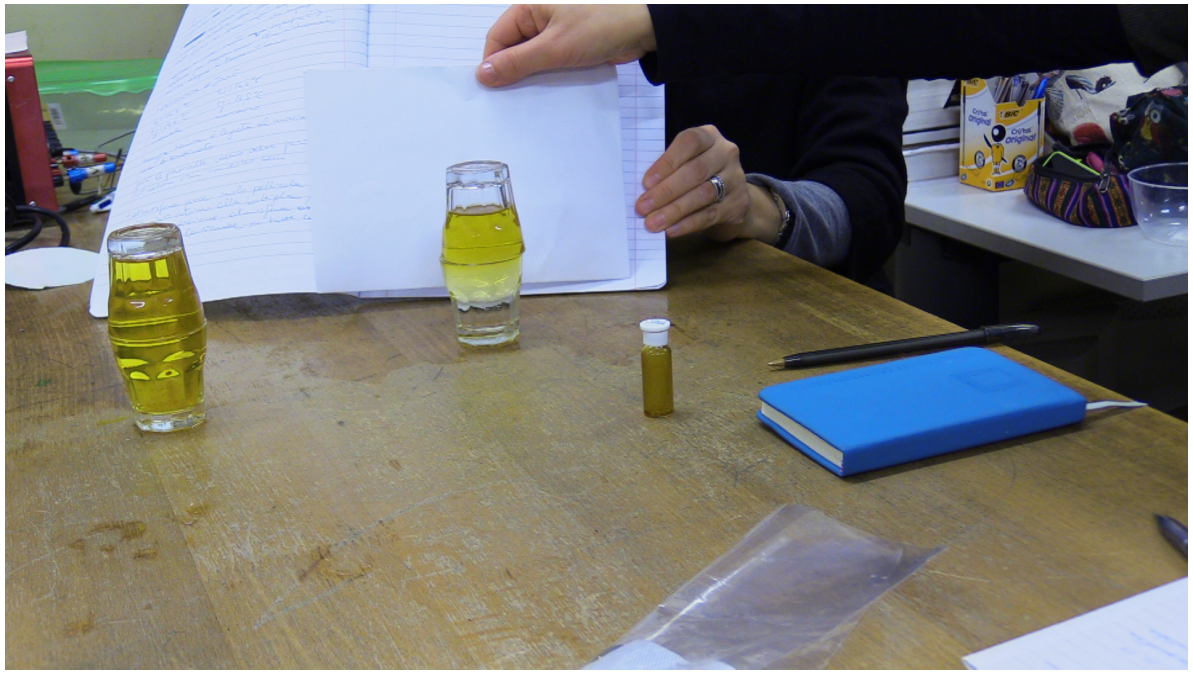
Plastica e legno non conducono la corrente elettrica (sono isolanti), i metalli conducono la corrente (sono conduttori). Notate come i conduttori/isolanti elettrici sono anche conduttori/isolanti termici: a trasportare la corrente e il calore nei metalli sono gli elettroni di conduzione (quelli meno legati agli atomi), che sono particelle molto leggere. Si può mostrare che, per tutti i metalli, il rapporto $\kappa/T\sigma$ è costante (κ/σ: conducibilità termica/elettrica)

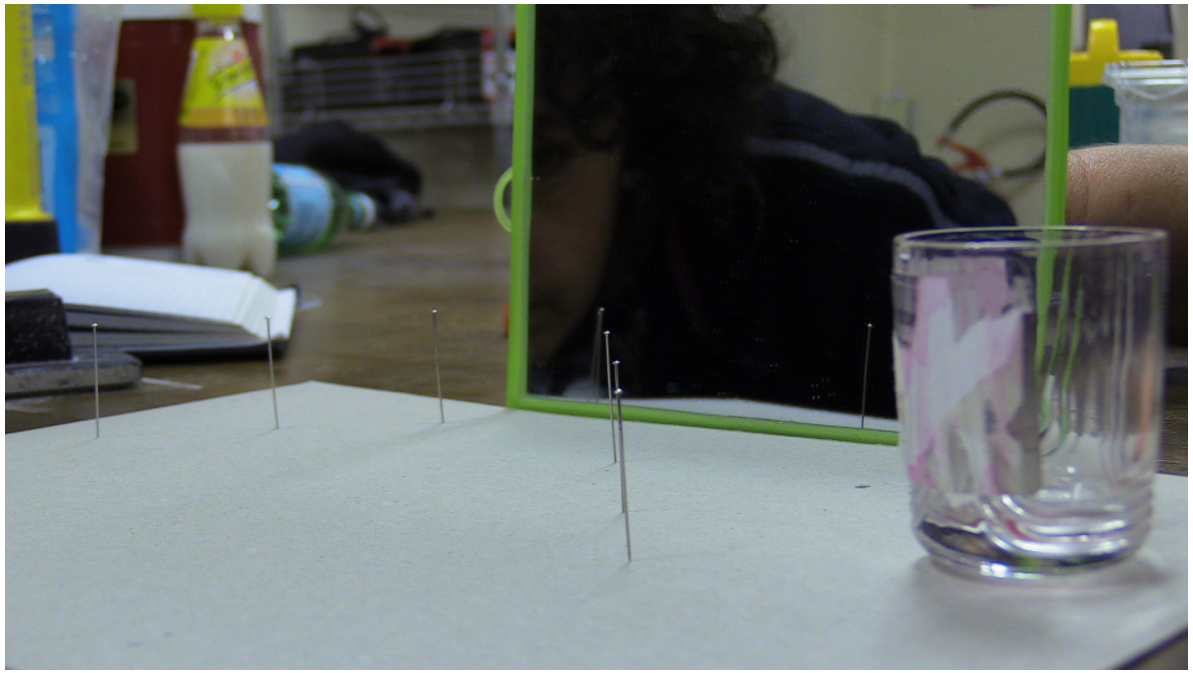
In azione...





ORO





Un primo bilancio

- Il bilancio del corso è molto positivo, testimoniato da presenza assidua, passione nell'eseguire le esperienze e valutazione positiva delle varie lezioni nei form di feedback;
- Si è cercato il più possibile di eseguire esperienze che connettessero concetti fisici con fenomeni importanti delle scienze della vita e delle scienze naturali, oltre che della vita quotidiana (e.g. respirazione, assorbimento e risalita dell'acqua nelle piante, fenomeni atmosferici e cambiamenti climatici, moto dei ghiacciai, colore del cielo...)
- Gli insegnanti dediderano comunque l'intervento di qualche "esperto esterno nelle" loro scuole

Prospettive future

- Sarebbe importante avere a disposizione in ogni sezione un apposito fondo con cui finanziare attività di outreach, che localmente potrebbe essere in parte alimentato dalle quote di iscrizione a un corso come "AggiornaMenti" (3000 Euro tra tutti gli iscritti). Nel caso del corso in questione esso potrebbe essere in parte usato per
  - Acquisto di un minimo di materiale per le scuole i cui insegnanti hanno seguito il corso;
  - Creare magari una borsa (simile a quelle universitarie per attività di supporto alla didattiva) da destinare a un giovane ricercatore (dottorando, assegnista...) che si impegni ad andare nelle scuole coivolte a proporre in prima persona le esperienze
- Il corso ha funzionato, c'è un sacco di materiale pronto e di expertise acquisita (anche per gli aspetti più pratici) che sarebbe bello condividere. Perché non replicarlo in altre Sezioni e, più in generale, non mettere in rete le varie esperienze positive?