

**Progetto Regionale
"Scienze e Tecnologie"**

**Liceo Scientifico Tecnologico
"F. Alberghetti" di Imola**

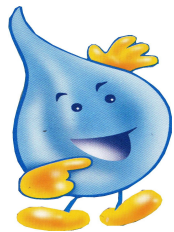
**Museo del Patrimonio Industriale di
Bologna**



**LA MAGIA
DELL'ACQUA**

"Giochi d'acqua"

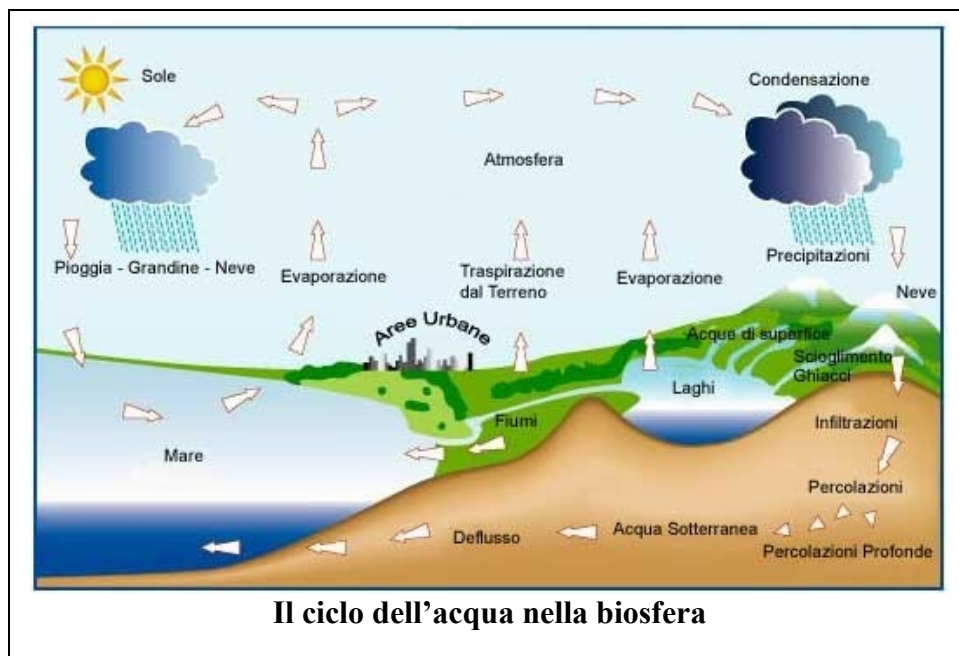
Quaderno 1



L'ACQUA IN NATURA

La sostanza di gran lunga più diffusa nella biosfera è quel composto familiare, ma insolito, chiamato acqua. La distribuzione dell'**acqua in natura** fa sì che essa sia una componente essenziale di tutto ciò che ci circonda.

Le temperature mediamente riscontrabili sulla terra vanno da poche decine di gradi sotto lo 0 °C a poche decine sopra lo 0 °C. In tali condizioni l'acqua si presenta in tutti e tre gli stati di aggregazione: solido, liquido, vapore, secondo il **ciclo dell'acqua nella biosfera**.



Le condizioni climatiche fanno però sì che l'acqua allo stato liquido sia di gran lunga prevalente, occupa infatti la maggior parte della superficie della Terra (ca. il 70%).

Sulla terraferma le acque circolano, dopo una eventuale permanenza nei ghiacciai, attraverso i fiumi e le falde sotterranee garantendo la distribuzione dell'acqua nel suolo, di fondamentale importanza dal punto di vista biologico.

I fiumi non sono solo agenti di trasporto dell'acqua, ma servono anche per distribuire il materiale che essi recano in soluzione o in sospensione.

L'acqua è un **agente erosivo** assai efficace; erosione, trasporto e deposizione sono processi geologici fondamentali strettamente legati all'acqua presente nella biosfera. Sono questi i processi che hanno prodotto rocce e suoli (depositi sedimentari) che ora sono densamente popolati e coltivati, nei quali spesso le inondazioni e la deposizione conseguente di materiale hanno costituito il supporto della vita.



VARI TIPI DI "ACQUA"

La **capacità solvente** dell'acqua fa sì che nel corso del ciclo idrologico l'acqua si arricchisca di diverse sostanze in qualità e quantità variabili in relazione con la "storia" dell'acqua stessa. Evaporando dalla superficie terrestre le acque (mari, fiumi, laghi, ecc.) si liberano dei sali e altre sostanze in essa contenute. Quando l'umidità atmosferica condensa e cade come pioggia, vengono disciolti i gas dell'atmosfera essenzialmente ossigeno, azoto e diossido di carbonio (provenienti da combustioni, fermentazioni, vulcani, ecc.). Nelle zone industriali a questi gas si aggiungono ossidi di zolfo (combustione di carbone e prodotti petroliferi) e in misura minore altri gas (ossidi di azoto, ecc.). Negli strati bassi dell'atmosfera la pioggia incontra poi pulviscolo, fuliggine, batteri e spore di organismi microscopici, di modo che l'acqua piovana, al momento in cui raggiunge la superficie terrestre, contiene già un discreto numero di sostanze disciolte o sospese.

Infiltrandosi nel terreno l'acqua meteorica dissolve sostanze e a sua volta si spoglia dei materiali in sospensione per azione filtrante del terreno stesso. La natura del terreno sarà responsabile della qualità delle sostanze disciolte. In questo processo giocano un ruolo determinante alcuni gas disciolti che ne aumentano il potere solvente.

Nel linguaggio di tutti i giorni quando si parla di acqua non si intende perciò la sostanza chimica H_2O (acqua pura) ma una soluzione in acqua di componenti diversi. L'acqua in natura possiede quindi caratteristiche proprie, diverse spesso da quelle del prodotto puro.

Nel linguaggio tecnico spesso si parla di "**acque**" al plurale per sottolineare le differenze che si presentano nella composizione della soluzione e quindi nella sua qualità. Una classificazione delle acque che parte dalla provenienza è:

- **ACQUE MARINE:**
caratterizzate da alto contenuto salino, specie cloruro di sodio (NaCl). Sono fonti di importanti materie prime in essa disciolti.
- **ACQUE DOLCI NATURALI:**
si distinguono in sotterranee e superficiali (fiume, lago). Sono il tradizionale serbatoio per soddisfare il bisogno d'acqua.
- **ACQUE MINERALI:**
in base al crescente grado di mineralizzazione si dividono in: oligo-minerali, medio-minerali, minerali. Sono usate nell'alimentazione; alcune possono avere proprietà terapeutiche.
- **ACQUE TERMALI:**
sono acque minerali che scaturiscono dalle sorgenti con temperatura maggiore di 20°C. Per la loro particolare composizione possiedono proprietà terapeutiche.



UNA SOSTANZA SPECIALE

L'acqua è una **sostanza con caratteristiche speciali** e, certamente, il suo insolito comportamento ha reso possibile l'affermarsi della **vita sul pianeta** così come la conosciamo.

ACQUA: UNA SOSTANZA CON PROPRIETÀ “SPECIALI”

L'acqua è un composto inorganico, liquido, inodore, insapore e incolore (quando è presente in grandi masse assume colore azzurro, in seguito all'assorbimento della luce). L'acqua è pressoché unica o, in ogni modo, ai limiti estremi della norma per quasi tutte le sue proprietà fisiche. Queste ultime, a loro volta, le conferiscono un comportamento chimico unico; da tali caratteristiche fisiche e chimiche deriva l'importanza biologica dell'acqua.

L'acqua è presente in natura contemporaneamente nei tre **stati di aggregazione**: solido, liquido, gassoso. È liquida nell'intervallo di temperatura 0-100 °C, ma è presente sul pianeta anche allo stato solido (ghiaccio) e allo stato gassoso (vapore). Il congelamento inizia dalla superficie e procede verso il basso; ciò deriva da una delle proprietà peculiari dell'acqua; il solido possiede una densità minore del liquido.

Tra le altre proprietà termiche, l'acqua ha quella di essere il liquido dotato di **calore specifico** maggiore; il calore specifico è la capacità d'accumulare una quantità maggiore o minore di energia termica per un dato incremento di temperatura. A causa di ciò, dato un certo rapporto di energia, una certa massa d'acqua aumenta la sua temperatura più lentamente di quanto accadrebbe a qualunque altro materiale; per contro, nel caso in cui l'energia venga ceduta, la temperatura della massa d'acqua diminuirà più lentamente.

Altrettanto eccezionale è il **calore latente di evaporazione** dell'acqua: a 20°C sono necessarie 585 calorie per evaporare un grammo d'acqua. Anche da questo, fra l'altro, l'atmosfera trae gran parte della sua energia.

L'acqua è caratterizzata anche da una elevata **tensione superficiale** cioè dell'energia dello strato di separazione tra acqua e aria. La struttura sferica delle gocce d'acqua ne è una conseguenza.

Tutte le proprietà ricordate derivano dalla natura degli elementi che costituiscono la **molecola dell'acqua** e dal tipo di legami chimici che si instaurano tra questi elementi.



MODELLO MOLECOLARE

MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

- MODELLO MOLECOLARE DELL'ACQUA

Il modello molecolare si propone di rappresentare, ingrandito, l'infinitamente piccolo ma anche di proporlo in forme familiari alla percezione dei nostri sensi. Il modello della molecola dell'acqua, nei suoi stati di aggregazione, contribuisce ad una migliore comprensione dei fenomeni naturali.

LA MOLECOLA D'ACQUA

L'acqua è una sostanza composta da due elementi **ossigeno** e **idrogeno**.

Secondo la teoria atomica (Dalton 1808) tutte le sostanze risultano essere formate da 92 elementi naturali. Gli elementi sono costituiti da particelle piccolissime e "indivisibili" detti atomi. Gli atomi di un elemento sono tutti eguali e differiscono, nella struttura interna, dagli atomi degli altri elementi.

L'atomo si rappresenta solitamente con una sfera di volume diverso per i diversi tipi di atomi.

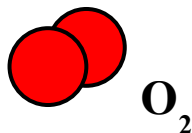
Nel nostro modello:

- la pallina rossa rappresenterà l'atomo di ossigeno (simbolo O).
- la pallina bianca rappresenterà l'atomo di idrogeno (simbolo H).

Il modello è circa 360 milioni di volte più grande della realtà.

Allo stato elementare e alle condizioni normali di temperatura e pressione, ossigeno e idrogeno sono gas. L'esperienza (Avogadro) mostra che, in tale condizione, le particelle costitutive sono molecole formate da due atomi uguali. Le formule chimiche sono O_2 e H_2 .

Modello della molecola d'Ossigeno:



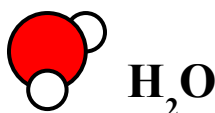
Modello della molecola di Idrogeno:



Quando l'idrogeno si combina con l'ossigeno (è necessario un innesco, fiamma nel nostro caso) forma acqua.

Il modello della molecola dell'acqua contiene un atomo di ossigeno e due atomi di idrogeno. La formula chimica dell'acqua sarà H_2O .

Modello della molecola d'acqua





GLI STATI DELL'ACQUA

LO STATO LIQUIDO

Un bicchiere contenente molti modelli di molecole d'acqua libere di muoversi scivolando le une sulle altre, rappresenta una buona rappresentazione dell'acqua liquida. Lo stato liquido ha una massa e un volume proprio ma assume la forma del recipiente che lo contiene. Le molecole di un liquido sono poi nella realtà in continuo movimento, tanto più evidente quanto più alta è la sua temperatura.

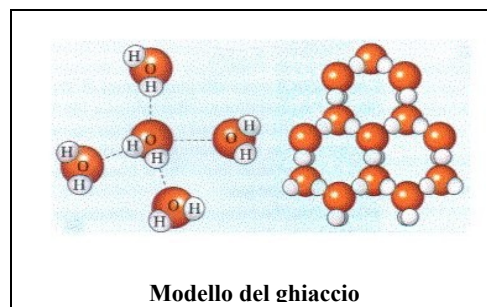
La temperatura è un indice dell'energia cinetica media delle molecole.

LO STATO SOLIDO

Se sottraiamo energia all'acqua liquida (raffreddamento) le molecole rallentano il loro movimento finché, alla temperatura di 0°C , le forze attrattive prevalgono e le molecole si bloccano in una struttura solida (passaggio di stato fisico detto **solidificazione**).

La struttura formatasi ha massa, volume e forma propria.

Anche nel solido esistono deboli movimenti, vibrazione degli atomi. Un aspetto fondamentale che mostrano tutti i solidi (solidi cristallini) e ben evidente nel nostro modello, è che le molecole non si sono bloccate a caso ma secondo una struttura ben definita (reticolo esagonale in questo caso). La struttura presenta evidenti spazi vuoti, canali esagonali, che conferiscono al ghiaccio una densità minore dell'acqua. Il ghiaccio infatti galleggia sul liquido.

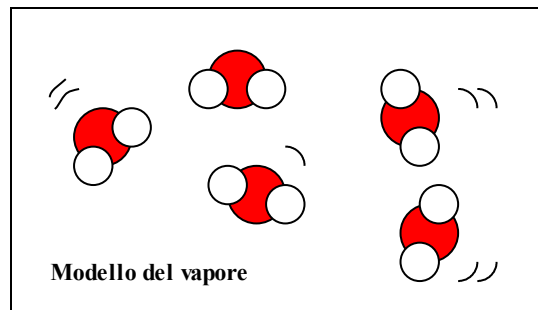


LO STATO GASSOSO

Quando forniamo energia all'acqua liquida (riscaldamento) le molecole si muovono sempre più velocemente. Le molecole possiedono energia cinetica diversa, alcune ne acquisiscono tanta da poter abbandonare il liquido. Il fenomeno è detto **evaporazione** e avviene a tutte le temperature. Proseguendo nel riscaldamento si raggiunge la temperatura di

100°C , per l'acqua a pressione normale, ora tutte le molecole hanno energia sufficiente per abbandonare il liquido e passare allo stato di vapore. Il fenomeno si dice **ebollizione**. L'evaporazione interessa solo la superficie del liquido, l'ebollizione tutta la massa.

Il vapore ha massa ma non forma e volume proprio.

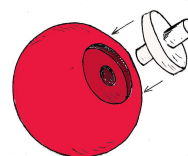




COSTRUISCI IL MODELLO MOLECOLARE

ISTRUZIONI PER L'ASSEMBLAGGIO:

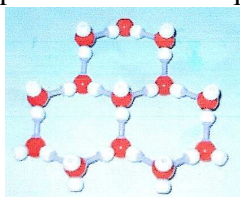
1. Costruisci il modello molecolare del ghiaccio assemblando 26 molecole d'acqua. Come ricorderai una molecola d'acqua è formata da un atomo di ossigeno (sferetta rossa) legato a due atomi di idrogeno (sferette bianche). Usa i “collegamenti” bianchi più corti che trovi nel kit per formare i legami covalenti all'interno della molecola (v. fig.)



N.B. Per sganciare i collegamenti puoi utilizzare l'apposito strumento che trovi nel kit (v. fig.):

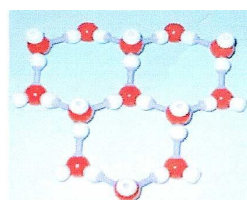


2. Il modello molecolare del ghiaccio è formato da 2 strati contenenti ciascuno 13 molecole d'acqua. Costruisci ciascuno strato prima di collegarli tra loro.
3. Disponi 13 molecole d'acqua su di una superficie piana a formare esagoni come indicato in figura:

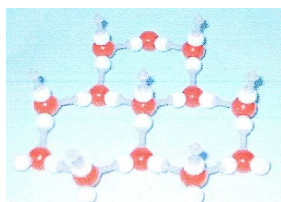


Attenzione: le molecole d'acqua devono essere disposte come in figura! Unisci le molecole d'acqua usando i “collegamenti” viola più lunghi, che trovi nel kit, che rappresentano i “ponti a idrogeno”.

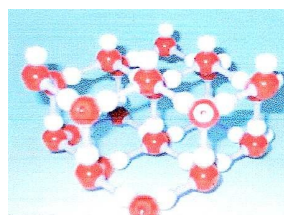
4. Nello stesso modo costruisci il secondo strato:

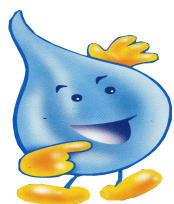


5. Aggiungi i legami a idrogeno al primo strato come mostrato in figura:



6. Unisci i due strati come mostrato in figura:





LA PALLINA UBBIDIENTE

MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

- CONTENITORE IN VETRO
- UNA PALLINA DA PING PONG

MATERIALI DA PROCURARE:

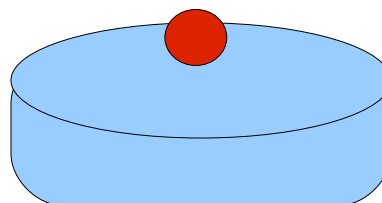
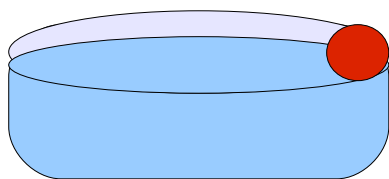
- ACQUA

COSA FARE:

Versare dell'acqua nel contenitore fino circa a metà, quindi far galleggiare la pallina da ping pong sulla superficie dell'acqua e osservare.

La pallina si sposta lentamente verso il bordo del contenitore, come mai? È possibile farla stare al centro?

Aumentare la quantità di acqua fino al bordo del contenitore e ripetere l'esperimento. Questa volta se si porta la pallina al bordo, essa tenderà a spostarsi verso il centro del contenitore, perché?



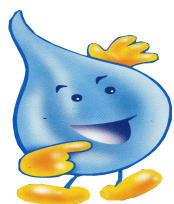
PERCHÉ ACCADE:

Il comportamento della pallina si spiega conoscendo il fenomeno della **TENSIONE SUPERFICIALE**, che deriva dalla **FORZA DI COESIONE** che si esercita tra le molecole superficiali di un liquido. Mentre infatti su una molecola interna al liquido le forze che esercitano le altre molecole sono simmetriche in tutte le direzioni, su quelle in superficie agiscono solo forze laterali e verso l'interno del liquido. Lo strato superficiale del liquido si comporta come una sottile pellicola elastica. La tensione superficiale ha l'effetto di formare le due forme di menisco riportate qui sotto.



Nel primo caso le forze di adesione tra acqua e vetro formano un menisco concavo e portano la pallina ai bordi; nel secondo le forze di coesione tra le molecole d'acqua formano un menisco convesso e spingono invece la pallina al centro del contenitore.

In fisica la tensione superficiale è il lavoro fatto per estendere la superficie del liquido. Per l'acqua il valore è particolarmente alto.



LA FORMA DELLA GOCCIA



MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

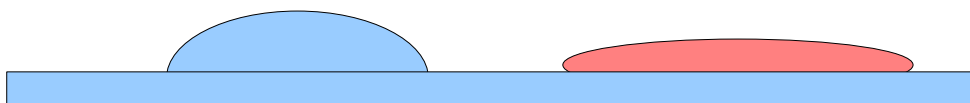
- VETRINO 10 X 10

MATERIALI DA PROCURARE:

- ALCOL DENATURATO
- ACQUA

COSA FARE:

Versare sul vetrino una goccia d'acqua da un lato e a fianco una goccia di alcol. Osservare la forma delle due gocce e confrontarle.



LA CORSA DELL'ACQUA

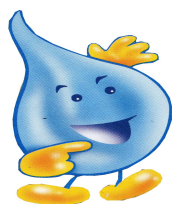


COSA FARE:

Ora inclina il vetrino e osserva la corsa delle due gocce: quale scende più veloce?

PERCHÉ ACCADE:

Una goccia di un liquido che viene deposta su una superficie solida vi aderisce in modo maggiore o minore a seconda della natura del liquido e di quella del solido. Per comprendere questo fenomeno bisogna considerare sia la **FORZA DI COESIONE** a cui sono soggette le molecole del liquido (che le mantiene unite), sia la **FORZA DI ADESIONE** che rappresenta la forza con cui le molecole del liquido aderiscono alla superficie del materiale con cui vengono in contatto.



LA PELLE DELL'ACQUA



MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

- 2 CAPSULE PETRI
- CONTENITORE CON AGHI
- PINZETTE

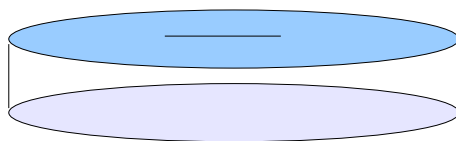
MATERIALI DA PROCURARE:

- ACQUA

COSA FARE:

Mettere dell'acqua nelle capsule Petri e, con un po' di abilità, provare a far galleggiare l'ago sull'acqua (nel caso aiutarsi con le pinzette).

Come mai l'ago non affonda?



PERCHÉ ACCADE:

In realtà l'ago non galleggia: la densità dell'acciaio è maggiore di quella dell'acqua e, per il Principio di Archimede, riceve una spinta idrostatica minore del proprio peso. L'ago non affonda perché la superficie dell'acqua presenta una “membrana elastica” formata per la **TENSIONE SUPERFICIALE** del liquido.

La tensione superficiale deriva dalla **FORZA DI COESIONE** che si esercita tra le molecole superficiali di un liquido. Mentre infatti su una molecola interna al liquido le forze che esercitano le altre molecole sono simmetriche in tutte le direzioni, su quelle in superficie agiscono solo forze laterali e verso l'interno del liquido.

Lo strato superficiale del liquido si comporta come una sottile pellicola elastica.



IL BUCO NELL'ACQUA



MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

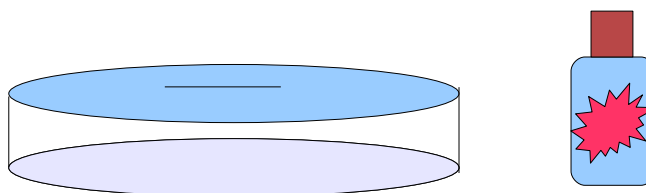
- CONTAGOCCE “BUCO NELL'ACQUA”
- MATERIALI USATI NELL'ESPERIMENTO “LA PELLE DELL'ACQUA”

COSA FARE:

Dopo aver realizzato l'esperimento “La pelle dell'acqua”, versare una goccia del liquido contenuto nel flacone “buco dell'acqua” nell'acqua della capsula Petri con l'ago galleggiante. Osservare.

L'ago affonda immediatamente, perché?

Qual è il liquido misterioso contenuto nel contagocce?



PERCHÉ ACCADE:

Il liquido misterioso non è altro che sapone liquido.

L'ago non affondava grazie alla “membrana elastica” formata sulla superficie dell'acqua per la tensione superficiale.

L'aggiunta del sapone abbassa la tensione superficiale dell'acqua, indebolisce la membrana elastica e fa affondare l'ago.



FIORI DI CARTA

MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

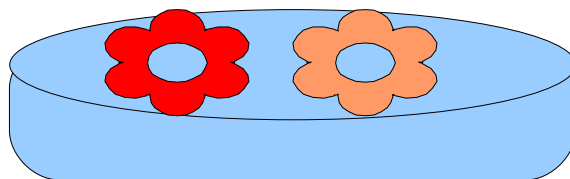
- FOGLIO DI CARTA CON SAGOME FIORI
- CONTENITORE PER ACQUA

MATERIALI DA PROCURARE:

- ACQUA
- FORBICI

COSA FARE:

Mettere dell'acqua nel contenitore. Ritagliare il foglio di carta con la sagoma dei fiori. Ripiegare i petali verso l'interno e appoggiare i fiori di carta sull'acqua. Osservare: cosa succede e perché?



PERCHÉ ACCADE:

Piano piano i fiori di carta si aprono proprio come se sbocciassero, questo avviene perché l'acqua per il fenomeno della **CAPILLARITÀ** (v. scheda) penetra nei piccoli spazi presenti tra le fibre della carta gonfiandola, le piegature di conseguenza si distendono facendo “sbocciare” il fiore.

ESPERIENZA CORRELATA:

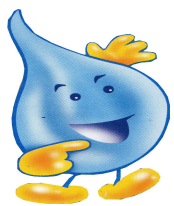
MATERIALE:

- UN BICCHIERE
- UN FIORE RECISO (POSSIBILMENTE BIANCO)
- BLU DI METILENE
- ACQUA

COSA FARE:

Mettere dell'acqua nel bicchiere e colorarla col blu di metilene, quindi immergervi lo stelo del fiore. Lasciare il fiore nell'acqua colorata per qualche giorno, osservare: cosa succede e perché?

I petali del fiore sono diventati blu, poiché l'acqua colorata è risalita lungo il gambo per **CAPILLARITÀ**.



LA CAPILLARITÀ



MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

- DUE VETRINI 10 X 10 CM
- CONTENITORE PER L'ACQUA
- CONTAGOCCE CON BLU DI METILENE
- ELASTICO

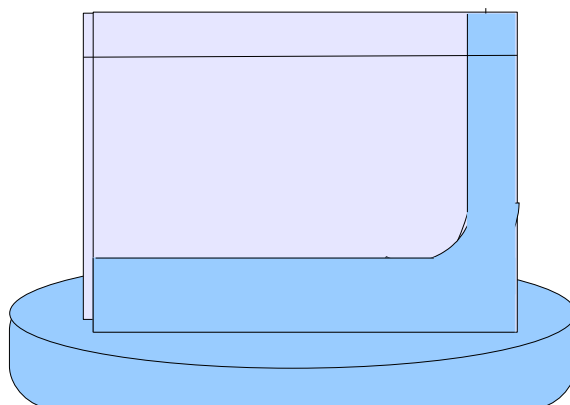
MATERIALI DA PROCURARE:

- ACQUA
- CARTA

COSA FARE:

Versare dell'acqua nel contenitore e aggiungere qualche goccia di blu di metilene per colorarla. Mettere un po' di carta ripiegata tra i due vetri, vicino al bordo destro, e tenerli uniti con un elastico. Inserire quindi i due vetri nel contenitore con l'acqua colorata e osservare come si comporta il liquido.

Cosa succede e perché?



PERCHÉ ACCADE:

Il liquido colorato è salito tra le due lastre di vetro, ma non nello stesso modo: dalla parte della carta è salito di un livello inferiore, mentre dalla parte in cui le lastre sono più vicine è salito più in alto. Questo fenomeno è spiegato dall'esistenza di forze di attrazione tra le molecole dell'acqua e le pareti dei vetri, tali forze sono dette **FORZE DI ADESIONE**.

Anche tra una molecola e l'altra esistono forze di attrazione dette **FORZE DI COESIONE**.

Dove i due vetri sono più discosti, il numero delle molecole d'acqua a contatto col vetro è relativamente piccolo, quando invece le pareti si stringono il numero di molecole a contatto col vetro è in proporzione più grande, quindi le forze di adesione prevalgono sulle forze di coesione e l'acqua riesce così a risalire lungo le pareti.

Questo fenomeno prende il nome di **CAPILLARITÀ** in quanto osservabile in tubi dal diametro inferiore ad 1 mm (dimensioni di un capello).



L'OSMOSI

MATERIALI PRESENTI NEL KIT:

- LEVATORSOLI
- 2 CILINDRI DI VETRO

MATERIALI DA PROCURARE:

- ACQUA
- SOLUZIONE DI SACCAROSIO
- COLTELLO
- 1 PATATA

COSA FARE:

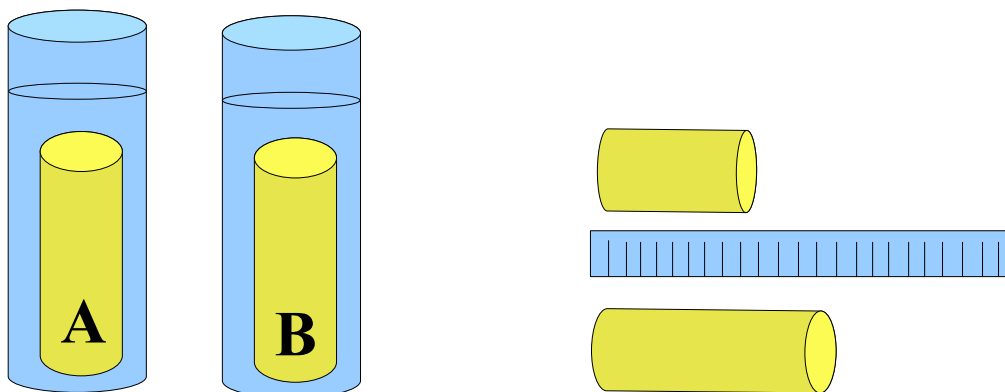
Preparare una soluzione di saccarosio sciogliendo per ogni 100 ml di acqua circa 35 g di zucchero.

Contrassegnare con A e B i due cilindri e riempire il cilindro A con 20 cc di acqua e il cilindro B con 20 cc di soluzione di saccarosio.

Tagliare le estremità della patata e, con il levatorsoli ricavare 2 cilindretti di tessuto, i più lunghi possibile. Rifilare i due cilindretti con il coltello in modo che siano di uguale lunghezza. Pesare i due campioni e annotarne il peso.

Immergere un campione nell'acqua e uno nella soluzione di saccarosio.

Aspettare 24 ore, poi estrarre i due campioni e misurarli: cosa è successo? Perché?



PERCHÉ ACCADE:

Il campione immerso nella soluzione di saccarosio risulta essere più corto e di consistenza molle.

Questo dipende dal fenomeno dell'**OSMOSI**, per cui i liquidi contenuti nel campione immerso nella soluzione di saccarosio, sono passati, attraverso le membrane cellulari, dal campione alla soluzione (maggiormente concentrata).

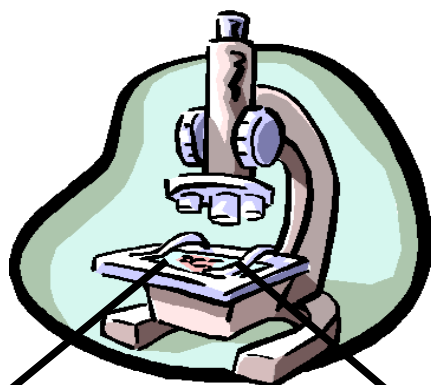
Per osmosi infatti si intende lo spostamento di acqua da una soluzione ipotonica (meno concentrata) ad una soluzione ipertonica (più concentrata) attraverso una membrana semipermeabile.



LA VITA IN UNA GOCCIA D'ACQUA

Per approfondire la conoscenza della vita nascosta in una goccia d'acqua puoi utilizzare il cd allegato al kit. Vi troverai:

- Una **presentazione multimediale** sulla vita in una goccia d'acqua, realizzata da Giulia Sacchi (4I, Liceo Scientifico Tecnologico “F. Alberghetti” di Imola), per divertirti a scoprire la straordinaria varietà di organismi viventi che puoi osservare con un microscopio.
- Per gli appassionati di Internet, un **sito dedicato**, realizzato da Gaia Grandi (4I, Liceo Scientifico Tecnologico “F. Alberghetti” di Imola).



Quaderno didattico
Ideazione, progettazione e realizzazione:

Museo del Patrimonio industriale di Bologna

Miriam Masini
Andrea Assiri

Liceo Scientifico tecnologico "F. Alberghetti" di Imola

Prof.ssa Sonia Manaresi (Coordinatrice)
Prof.ssa Sandra Esposito (Laboratorio di Biologia)
Classe 2I anno scolastico 2009-2010
Classe 3I anno scolastico 2009-2010