

Presto o tardi questo sito non sarà piú accessibile.
Il suo contenuto é disponibile al nuovo indirizzo www.funsci.it dove continuerà la sua attività.

Esperimenti con **ACIDI e BASI**

G. Carboni, maggio 2003



INDICE

[Presentazione](#)
[Precauzioni](#)
[Una reazione chimica](#)
[Acidi, Basi e pH](#)
[La misura del pH](#)
[Il sugo del cavolo rosso](#)
[Determinate il pH di alcune sostanze](#)
[La scala cromatica del cavolo rosso](#)
[Una magia?](#)
[Gli indicatori](#)
[Quanto è acido quell'aceto?](#)
[Il pH dei saponi](#)
[Ricerca di indicatori naturali](#)
[Conclusione](#)
[Bibliografia](#)

PRESENTAZIONE ▲

Questa volta faremo alcuni semplici esperimenti di chimica per iniziare a conoscere gli acidi e le basi. Vedremo come si misura l'acidità delle sostanze, faremo conoscenza con gli indicatori acido-base, produrremo cartine indicatrici, faremo la titolazione di un campione d'aceto e andremo alla ricerca di sostanze indicatrici naturali, delle quali potremo anche stabilire la scala cromatica. Nella maggioranza dei casi, ci serviremo di sostanze d'uso domestico. Gli esperimenti di cui parleremo, sono adatti per essere realizzati a scuola, ma anche a casa e per proprio interesse personale. Il loro grado di difficoltà è diverso, sta quindi all'insegnante scegliere gli esperimenti da compiere ed adattare le spiegazioni al grado di preparazione dei suoi allievi.

PRECAUZIONI ▲

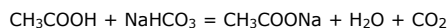
AVVERTIMENTI: Non usate sostanze pericolose. Non usate acidi o basi forti. Non mettete sostanze chimiche pericolose in recipienti destinati ad uso alimentare, quali tazze, bicchieri, bottiglie perché potrebbero essere scambiate per bevande o cibi. Non lasciate sostanze chimiche pericolose in casa, ma lavorate in un locale come una cantina, un garage, un laboratorio. Alla fine degli esperimenti, vuotate i becker e lavateli. Riponete in posti adatti e fuori dalla portata dei bambini i contenitori delle sostanze rimaste e che volete conservare. Scrivete sui recipienti il loro contenuto e pericolosità. Durante la manipolazione della soluzione di idrossido di sodio di cui parleremo più avanti o di ammoniaca, indossate occhiali, guanti e grembiule. Per evitare i vapori irritanti dell'ammoniaca, state all'aria aperta o in una stanza ben ventilata e con le finestre aperte. Appena prelevata la quantità di ammoniaca necessaria, chiudete il suo contenitore. I ragazzi devono mantenersi distanti almeno 2 metri, evitando di stare sottovento. Un adulto deve essere sempre presente durante questi esperimenti. In ogni caso, noi non ci assumiamo nessuna responsabilità. **A proposito della sicurezza e delle responsabilità, vi raccomandiamo di leggere la nostra pagina di [Avvisi](#).**

Le sostanze e gli attrezzi di chimica per questi esperimenti si acquistano presso negozi di forniture per laboratori chimici, di solito situati presso le università.

UNA REAZIONE CHIMICA ▲

Questo primo esperimento serve per introdurre il concetto di reazione chimica e può essere svolto anche in una scuola elementare. Serve inoltre a far capire che le sostanze acide reagiscono con quelle basiche.

In mezzo bicchiere d'acqua, versate alcuni cucchiaini di bicarbonato di sodio e mescolate in modo da ottenere una soluzione abbastanza concentrata. Nello stesso bicchiere, versate ora un cucchiaino d'aceto. Come potrete osservare, si svilupperà un'abbondante produzione di bollicine (figura 2). Che cosa è successo? E' avvenuta una reazione chimica fra il bicarbonato (sostanza basica) e l'aceto (sostanza acida). Queste due sostanze hanno reagito fra loro, producendo un sale, acqua ed anidride carbonica. E' stato proprio questo gas a produrre le bollicine che avete osservato. In generale, le sostanze acide e quelle basiche reagiscono fra loro, producendo un sale e spesso altre sostanze quali appunto acqua ed anidride carbonica. Se volete rendere più vivace la reazione, usate acqua calda (non bollente). Il sale prodotto da questa reazione è l'acetato di sodio:



CH ₃ COOH	NaHCO ₃	CH ₃ COONa	H ₂ O	CO ₂
Acido acetico	Bicarbonato di sodio	Acetato di sodio	Acqua	Anidride carbonica



Figura 2 - Reazione chimica fra aceto e bicarbonato di sodio.

ACIDI, BASI E pH ▲

Nel mondo esistono milioni di sostanze chimiche. Alcune di esse hanno proprietà acide ed altre basiche. Gli acidi sono sostanze che poste in acqua liberano ioni idrogeno (H^+), chiamati anche *idrogenioni*. Le basi sono sostanze che poste in acqua liberano ioni idrossido (OH^-). Questi ioni reagiscono con gli ioni idrogeno formando molecole d'acqua: $H^+ + OH^- = H_2O$, in questo modo le sostanze basiche fanno diminuire la concentrazione degli ioni idrogeno. Una soluzione ricca di ioni idrogeno è acida, una sostanza povera di ioni idrogeno è basica. Alcuni acidi si dissociano solo in parte e vengono chiamati *acidi deboli*, altri si dissociano completamente, liberando grandi quantità di ioni idrogeno e sono chiamati *acidi forti*. Nello stesso modo, anche le basi possono essere più o meno forti. Acidi e basi diluite sono meno concentrate e meno aggressive. Il grado di acidità o di basicità delle sostanze è misurato in *pH*. Questa scala va da 0 a 14. Le sostanze con pH inferiore a 7 sono considerate acide, quelle con pH pari a 7 sono considerate neutre e quelle con pH maggiore di 7 sono considerate basiche. Le sostanze con pH basso sono molto acide, quelle con pH alto sono molto basiche. Le sostanze acide o basiche concentrate sono molto corrosive e pericolose.

(La descrizione che segue è per i ragazzi che frequentano la scuola media superiore.)

Il pH è la misura della concentrazione degli ioni idrogeno in una soluzione. Poiché questa concentrazione può estendersi per numerosi ordini di grandezza, si è convenuto di esprimerla per mezzo dei logaritmi in base 10. Dal momento che la concentrazione è sempre inferiore ad uno, il suo logaritmo ha segno negativo. Per evitare di dovere scrivere sempre il segno meno, si è convenuto di scrivere questo valore con il segno positivo. Quindi, il pH è il logaritmo della concentrazione di ioni idrogeno, cambiato di segno: $pH = -\log[H^+]$. Quando il pH ha valori bassi, la concentrazione di idrogenioni è alta.

L'acqua distillata ha $pH = 7$. Ma come fa l'acqua distillata a possedere degli ioni idrogeno? La loro presenza è dovuta alla casuale dissociazione di alcune molecole di acqua per via dell'agitazione termica ($H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$). Questi ioni si ricombinano immediatamente dopo, ma altre molecole si dissociano nel frattempo, mantenendo un equilibrio costante di una certa concentrazione di molecole dissociate.

LA MISURA DEL pH

Vi sono sostanze che hanno la proprietà di cambiare colore quando vengono a contatto con un ambiente acido o basico. Queste sostanze sono chiamate **indicatori di pH**. Normalmente, sono sostanze liquide come per esempio la fenoltaleina e il blu di bromotimolo. Molto spesso, per misurare il pH, si usano speciali cartine imbevute di indicatori, le quali cambiano colore quando vengono immerse in sostanze acide o basiche. Questo è il caso della famosa **cartina di tornasole** (figura 3). Più recentemente, sempre per misurare il pH vengono usati anche strumenti come il **pHmetro elettronico** (figura 4).

La cartina di tornasole.

Il tornasole è una sostanza ricavata da alcuni licheni. Essa ha la proprietà di colorarsi in rosso con le sostanze acide e in blu con quelle basiche. Sulla confezione della cartina di tornasole c'è una scala colorata che indica il colore assunto dalla cartina in funzione del pH (figura 3).

Impiego della cartina di Tornasole.

Usare la cartina di Tornasole è semplice. Per prima cosa, bisogna immergerla per pochi secondi nel liquido da esaminare. Il pH del liquido viene determinato confrontando il colore assunto dalla cartina con la scala dei colori che è presente sulla confezione (figura 3).

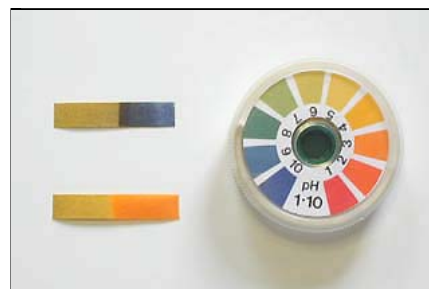


Figura 3 - Cartina di Tornasole. In alto, una striscia imbevuta di soluzione di bicarbonato. In basso una striscia imbevuta di aceto.



Il **pHmetro elettronico** è uno strumento dotato di uno speciale bulbo sensibile agli ioni idrogeno presenti nelle soluzioni. Il segnale prodotto dal bulbo viene amplificato ed inviato ad un display a cristalli liquidi o ad ago. In commercio, si possono trovare facilmente pHmetri del costo di 30 €. Questi strumenti sono molto più precisi e comodi da usare delle cartine indicatrici.

Preparazione del pHmetro elettronico.

Prima del suo impiego, questo strumento va controllato ed eventualmente tarato. A tale scopo, si immerge la sonda dello strumento in apposite **soluzioni tampone** di pH noto. Normalmente, queste soluzioni vengono fornite a corredo allo strumento al momento dell'acquisto, ma possono anche essere acquistate a parte o preparate apposta. Se lo strumento non dà il valore esatto, può essere regolato per mezzo di due potenziometri a vite: uno per lo spostamento e l'altro per il guadagno. Normalmente, per la taratura dello strumento basta impiegare una soluzione tampone di $pH = 7$ e regolare soltanto il potenziometro dello spostamento.

Figura 4 - pHmetro elettronico.

In relazione alla reazione chimica descritta prima, con la cartina di tornasole misurate il pH della soluzione di bicarbonato di sodio satura, dell'aceto e della soluzione risultante dalla loro reazione. Se l'avete, fate la stessa cosa anche con il pHmetro elettronico.

IL SUGO DEL CAVOLO ROSSO

Come abbiamo visto, le sostanze acide e quelle basiche hanno la proprietà di modificare il colore di alcune sostanze. Questo è anche il caso del sugo del cavolo rosso. Questo liquido è di colore blu-viola, ma a contatto con sostanze acide diventa rosso, mentre a contatto con sostanze basiche diventa verde e perfino giallo. Vediamo ora come sia possibile usare il sugo del cavolo rosso per misurare il pH delle sostanze.

--	--	--	--



Figura 5 - Cavolo rosso.

Figura 6 - Tagliate il cavolo a fettine e mettetelo in una pentola.

Figura 7 - Aggiungete acqua fino a coprire e bollite per mezz'ora.

Figura 8 - Versate il sugo in un recipiente basso e largo.

Tra l'inverno e la primavera, è facile trovare presso il fruttivendolo il cavolo rosso. Si tratta di un cavolo cappuccio che ha un colore rosso-violaceo (figura 5). Acquistatene uno e tagliatelo a fettine (figura 6). Mettete le fettine in una pentola e versate acqua fino a coprirle (figura 7). Bollite il materiale per mezz'ora, poi spegnete il fuoco e lasciate scendere la temperatura. Versate il liquido blu-viola che avete ottenuto in un recipiente dall'imboccatura ampia (figura 8). Le fettine di cavolo bollite sono commestibili e potete approfittarne per fare una ricetta.



Figura 9 - Sugo di cavolo rosso, mescolato con bicarbonato (a sinistra) e con aceto (a destra).
In alto una goccia di sugo non miscelato.

Impiego del sugo del cavolo rosso come indicatore allo stato liquido.

Versate alcune gocce di questo liquido su di una superficie bianca ed osservate i cambiamenti di colore che esso subisce quando viene mescolato con aceto o con soluzione di bicarbonato. Noterete che questo liquido diventa rosso a contatto con l'aceto o con sugo di limone, mentre diventa verde a contatto con il bicarbonato (figura 9). Questo diverso comportamento è strano e più avanti cercheremo di chiarirlo.

Versate una certa quantità di questo liquido in un bicchiere trasparente, fino a raggiungere circa 1 cm di altezza. Aggiungete acqua fino a metà del bicchiere. Ora, versate aceto nel bicchiere ed osservate le variazioni di colore del liquido. Ripetete l'esperimento, aggiungendo questa volta un po' di bicarbonato. Anche in questi casi vedrete i cambiamenti di colore già descritti.

Preparazione di cartine indicatrici al sugo di cavolo rosso.

Tagliate dei fogli di cartoncino bianco in rettangoli e poneteli a bagno del sugo in modo che essi si imbevano bene (figura 10). Dopo circa mezz'ora, togliete i cartoncini e metteteli ad asciugare (figura 11). Per fare prima, potete anche asciugarli con un phon. Tagliate i cartoncini in strisce (figura 12). Mettete da parte i cartoncini imbevuti di sugo di cavolo rosso che vi rimangono: vi dureranno alcuni mesi. Se li conserverete in una busta chiusa per ridurre la loro ossidazione, dureranno di più. Mettete il sugo rimanente in una bottiglia. Dopo pochi giorni, questo sugo va a male e va buttato via. Per conservarlo più a lungo, aggiungete un po' di conservante alimentare.

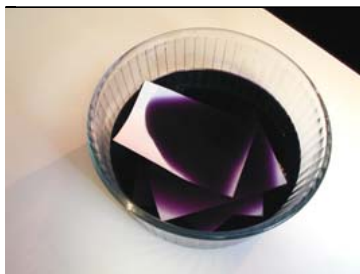


Figura 10 - Impregnazione di cartoncini con sugo di cavolo rosso.



Figura 11 - Asciugatura dei cartoncini.

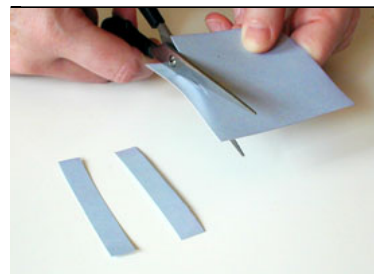


Figura 12 - Taglio delle strisce.

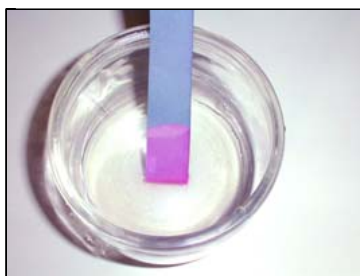


Figura 13 - Cartina al cavolo rosso in soluzione di sugo di limone.

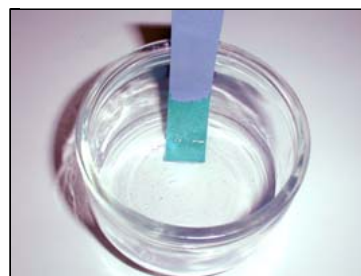


Figura 14 - Cartina al cavolo rosso in soluzione satura di bicarbonato di sodio.

DETERMINE IL pH DI ALCUNE SOSTANZE ▲

In questo paragrafo, ci occuperemo di determinare il pH di alcune sostanze facili da reperire. Faremo questa misura con la cartina di tornasole e con il pHmetro elettronico (se disponibile). Useremo anche delle cartine al cavolo rosso preparate da noi stessi.

Nella tabella sottostante, scrivete i valori di pH che avete determinato per ciascuna sostanza, usando la cartina di Tornasole ed il pHmetro elettronico. Per mezzo di pastelli colorati, annotate anche il corrispondente colore della cartina al cavolo rosso.

Tabella 1 - ELENCO DELLE SOSTANZE DI CUI DETERMINARE IL pH			
SOSTANZE	pH (tornasole)	pH (strumento)	COLORE (cartine al cavolo rosso)
acqua distillata			
acqua di rubinetto			
acqua piovana			
acqua gasata			
aceto			
sugo di limone			
vino			
birra			
Cocacola			
latte			
bicarbonato di sodio (sol. satura)			
ammoniaca (sol. al 20% circa da diluire ulteriormente con 3 parti di acqua). Tenere in bottiglia chiusa.			
aspirina normale (1 cp in 20 ml di acqua distillata)			
aspirina tamponata (1 cp in 20 ml di acqua distillata)			
shampoo			
sapone			
eventuali altre sostanze di uso comune in casa e non pericolose. NON utilizzate acidi o basi forti perché sono sostanze pericolose. Non utilizzate varecchina.			
ATTREZZATURE			
pHmetro elettronico	se disponibile		
cartina di tornasole	un rotolino		
cartina al cavolo rosso	strisce		
beckers o vasetti di vetro	20		
bacchette di vetro	1		

Al termine delle misure, confrontate i valori forniti dalla cartina di tornasole e dallo strumento elettronico.

Osservate i corrispondenti colori assunti dalla cartina al cavolo rosso.

Evidenziate le due sostanze più acide.

Evidenziate le due sostanze più basiche.

Osservazioni:

L'aceto, il limone e la Cocacola, sono sostanze acide.

Il bicarbonato e l'ammoniaca sono sostanze basiche.

L'acqua distillata ha pH neutro.

LA SCALA CROMATICA DEL CAVOLO ROSSO

Vediamo ora come fare per determinare la scala cromatica delle cartine indicatrici al sugo del cavolo rosso (figura 15). Il procedimento consiste nel preparare soluzioni aventi pH di valore intero e nel fotografare con una macchina digitale le cartine dopo che sono state immerse nelle soluzioni. Con un programma di elaborazione di immagini, sarà poi facile determinare il colore ottenuto. Per fare questo esperimento, è necessario possedere un pHmetro elettronico. In commercio, si trovano modelli economici che costano circa 30 €.

Tabella 2 - ELENCO DEI MATERIALI PER LA DETERMINAZIONE DELLA SCALA CROMATICA DELLE CARTINE AL CAVOLO ROSSO	
acqua di rubinetto	
limone acerbo	
aceto di vino bianco	
ammoniaca (sol. al 20% circa) in bottiglia chiusa.	
bicarbonato di sodio	
pHmetro elettronico	se disponibile
soluzione tampone pH = 7 per tarare il pHmetro	
cartina di tornasole	un rotolino
cartina al cavolo rosso	strisce
beckers o vasetti di vetro	20
bacchette di vetro	1
macchina fotografica digitale o scanner	

computer con Excel o altro foglio elettronico e programma di elaborazione immagini
--

Per mezzo della soluzione tampone di pH = 7 e di un cacciavite, tarate il pHmetro.

Preparate una soluzione acquosa avente pH = 2. A tale scopo, potete usare il sugo di un limone un po' acerbato (l'aceto non è abbastanza acido), diluendolo con acqua fino ad ottenere il pH giusto. Dopo avere verificato il pH della soluzione, sciacquate bene il pHmetro in acqua di rubinetto.

Immergete una striscia al cavolo rosso nella soluzione di pH = 2, estraetela e fotografatela dopo un minuto. A differenza delle cartine al tornasole, le cartine al cavolo rosso assumono il colore con un po' di ritardo.

Preparate una soluzione acquosa avente pH = 3. A tale scopo potete usare lo stesso sugo di limone oppure aceto di vino bianco, diluendoli con acqua fino ad ottenere il valore giusto di acidità.

Immergete una striscia al cavolo rosso nella soluzione, estraetela e fotografatela dopo un minuto.

Continuate in questo modo con soluzioni di pH 4, 5, 6, 7.

Come soluzione di pH = 7, potete usare la soluzione tampone, oppure acqua distillata, oppure anche acqua di rubinetto ed aggiustarne l'acidità per mezzo di aceto o bicarbonato di sodio, a seconda delle necessità.

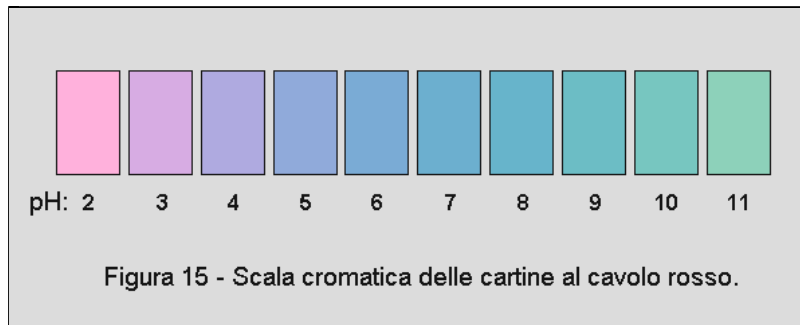
Continuate in questo modo con soluzioni aventi valori di pH pari a 8, 9, 10 e 11 che avrete preparato usando ammoniaca opportunamente diluita.

Quando utilizzate l'ammoniaca, state all'aria aperta o in una stanza ventilata. Anche la cappa aspirante del fornello vi può aiutare ad evitare quei vapori irritanti. Chiudete la bottiglia subito dopo avere prelevato la quantità necessaria di ammoniaca. Non cercate di preparare soluzioni con pH minore di 2 o maggiore di 12 perchè sono pericolose.

Verificate il pH delle soluzioni con un pHmetro elettronico tarato. Passando da una soluzione all'altra, sciacquate bene il sensore dello strumento con acqua di rubinetto corrente. Ogni tanto, verificate il corretto funzionamento dello strumento per mezzo della soluzione tampone.

Fate le diverse fotografie nelle stesse condizioni di luce. Per evitare problemi dovuti a una bassa temperatura di colore (es: la luce di una lampada a filamento) oppure alla discontinuità dello spettro (certe lampade fluorescenti), potete fare queste riprese sotto la luce del sole. Cercate di evitare riflessi.

Un metodo alternativo per riprendere il colore delle cartine consiste nel passare le stesse allo scanner. In questo caso, ricordatevi di pulire bene lo scanner tra una cartina e l'altra. Nel nostro caso, abbiamo notato che lo scanner non aveva la stessa fedeltà cromatica della macchina fotografica digitale.



Con un programma di elaborazione di immagini, aprite un fotogramma alla volta e, con lo strumento "contagocce", determinate il colore della zona di ciascuna cartina che è stata immersa nella soluzione. Esprimete tale colore nei termini delle tre componenti RGB (Red, Green, Blue = rosso, verde, blu). Si tratta di tre numeri che vanno da 0 a 255 ciascuno. Fate una copia della figura 15 e datele un altro nome. Con il programma di elaborazione di immagini, sostituite i colori con quelli che avete ottenuto voi. A tale scopo, dovrete modificare la palette dei colori.

Molto probabilmente, otterrete una scala cromatica con passaggi piuttosto irregolari. Allo scopo di ridurre questa irregolarità, per ogni cartina è necessario fare diverse rilevazioni del colore per determinarne il valore medio. Alcuni programmi permettono anche di ottenere il colore medio di un quadrato di 5x5 pixel anziché quello di un solo pixel. Per ridurre ulteriormente le irregolarità della scala cromatica ed ottenere valori più vicini al vero, è necessario utilizzare valori interpolati dei colori fondamentali. A tale fine, con Excel scrivete la tabella dei dati che avete ottenuto e realizzate un diagramma dell'andamento dei tre colori in funzione del pH. Le irregolarità della scala appariranno chiaramente. Ora si tratta di interpolare i dati. In Excel c'è una funzione che vi permette di fare questa operazione in modo automatico. Correggete la palette dei colori della vostra scala cromatica con i valori RGB interpolati. La scala risulterà molto più regolare ed anche più fedele.

A questo punto, confrontando cartine immerse in soluzioni con i corrispondenti colori della scala come appare sul monitor, molto probabilmente noterete differenze nella luminosità e nel contrasto dei colori. Dopo avere regolato il vostro monitor e l'illuminazione della stanza, regolate la luminosità e il contrasto dell'immagine della scala cromatica e salvatela.

Se non avete la macchina fotografica digitale e neppure lo scanner, potete imitare i colori direttamente con il programma di elaborazione immagini. Tenete la cartina sul monitor e modificate la palette del colore fino a ottenere la migliore corrispondenza possibile.

Stampate la scala con una stampante di buona qualità.

Purtroppo, la scala cromatica che avrete ottenuto sarà valida per cartine preparate da pochi giorni, infatti con il passare del tempo queste cartine sbiadiscono e avranno una scala di colori differente. Ad intervalli di un mese, potete determinare nuovamente la scala cromatica della cartina e descriverne i cambiamenti rispetto a quella delle cartine appena preparate.

Determinate la scala cromatica della cartina di tornasole. Confrontatela con quella presente sulla confezione.

Perchè determinare la scala cromatica delle cartine al cavolo rosso dal momento che è presente in figura 15? Prima di tutto perchè è un interessante esercizio, poi perchè molto probabilmente il cavolo che utilizzate voi sarà di una varietà diversa dal nostro.

Perchè determinare la scala cromatica delle cartine di tornasole dal momento che è stampata sulla confezione? Noi abbiamo fatto questa determinazione e la scala cromatica che ne è risultata era piuttosto diversa da quella della confezione. Forse ciò è dovuto al fatto che l'avevamo acquistata anni fa.

Preparate cartine indicatrici con altre sostanze vegetali. D'estate potete utilizzare le more del gelso, delle quali potrete estrarre il sugo per semplice spremitura dei frutti maturi. Determinate la scala cromatica di queste cartine e cercate di valutarne la stabilità.

Ora che ne avete determinato la scala cromatica, utilizzate queste cartine per misurare il pH di sostanze come quelle dell'esperimento precedente.

UNA MAGIA? ▲

In un becker, versate circa 100 ml d'acqua e 3 gocce di fenolftaleina. La fenolftaleina è una sostanza indicatrice, che normalmente è incolore. Otterrete una soluzione incolore, di aspetto del tutto simile all'acqua (figura 16).

Figura 16 - Aggiungete 3 gocce di fenolftaleina a 100 ml d'acqua. Otterrete una soluzione incolore.



Con un contagocce, aggiungete gocce di ammoniaca al 20%. Per evitare i vapori irritanti dell'ammoniaca, state all'aria aperta o in una stanza ben ventilata e con le finestre aperte. I ragazzi devono stare distanti almeno 2 metri, evitando di stare sottovento.

Ad un certo punto, vedrete che la soluzione diventerà improvvisamente di colore porpora (figura 17). Questo fenomeno è abbastanza strano perché tutti i liquidi che stiamo usando sono incolori e trasparenti, come l'acqua.

Figura 17 - Con l'aggiunta di ammoniaca, la soluzione diventa rossa.

Ora, al liquido porpora che avete ottenuto tornate ad aggiungere gocce d'aceto. Che cosa succede? Il liquido torna ad essere incolore (figura 18)!

Figura 18 - Aggiungendo aceto, la soluzione torna a divenire incolore. L'immagine ritrae il processo in corso.



Il fatto che da liquidi incolori nasca un liquido colorato è già qualcosa di strano, ma vederlo tornare incolore semplicemente aggiungendo ancora un liquido incolore come l'aceto è qualcosa che stupisce davvero. Bisogna però evitare di far credere ai ragazzi che la scienza sia qualcosa di magico. Quindi, dopo qualche secondo che la meraviglia si è impadronita dei ragazzi, bisogna spiegare loro che quello che hanno visto non ha niente a che fare con la magia, ma che ha delle precise ragioni chimiche.

In particolare, bisogna dire loro che la fenolftaleina ha la proprietà di assumere un colore viola quando il pH della soluzione supera il valore di 8,3. Questo valore è quello che avete raggiunto aggiungendo ammoniaca, quando avete visto il liquido colorarsi. Potete verificare sperimentalmente il valore del pH misurandolo con la cartina di tornasole o meglio con il pHmetro. Più precisamente, la molecola della fenolftaleina è incolore nella sua forma associata, quando il pH raggiunge una certa soglia la molecola si dissocia ed assume un caratteristico colore porpora.

Analogamente a quanto fatto in questo esperimento con la fenolftaleina, verificate se anche le variazioni del colore del sugo del cavolo rosso siano reversibili.

GLI INDICATORI ▲

Gli indicatori sono dei liquidi che hanno la proprietà di cambiare colore con il pH.

Tabella 3 - INDICATORI DI pH			
Indicatore	Intervallo di viraggio (pH)	colore di RH	colore di R ⁻
blu timolo	1.2 - 2.8	rosso	giallo
metilarancio	3.1 - 4.4	rosso	giallo
rosso metile	4.4 - 6.2	rosso	giallo
rosso clorofenolo	5.4 - 6.8	giallo	rosso
blu bromotimolo	6.2 - 7.6	giallo	blu
rosso fenolo	6.4 - 8.0	giallo	rosso
blu timolo	8.0 - 9.6	giallo	blu
fenolftaleina	8.0 - 10.0	incolore	rosso
giallo alizarina	10.0 - 12.0	giallo	verde

Altri indicatori: <http://chemistry.about.com/library/weekly/aa112201a.htm>

Di solito, queste sostanze sono degli acidi deboli che hanno un colore nella forma non dissociata e un altro nella forma dissociata nei singoli ioni, che si raggiunge superando una certa soglia di pH. Queste sostanze indicatrici vengono spesso utilizzate per misurare l'acidità-basicità di una soluzione. Nelle cartine indicatrici, spesso alcune di queste sostanze sono usate insieme. In realtà, il viraggio di un indicatore non è un punto, ma è il valore intermedio di un intervallo durante il quale l'indicatore cambia progressivamente colore. Per esempio, la fenolftaleina inizia a cambiare colore a pH = 8,3 circa.

QUANTO E' ACIDO QUELL'ACETO? ▲

Dal momento che useremo una sostanza un po' corrosiva e dal momento che diamo per scontate alcune fondamentali conoscenze di chimica, questo esperimento è adatto a ragazzi di liceo od istituto.

Tabella 4 - MATERIALI PER LA TITOLAZIONE DELL'ACETO		
NaOH (idrossido di sodio o soda caustica)	50 ml	soluzione 0,1 Molare. Acquistate la soluzione già fatta. In questa concentrazione la soluzione non è particolarmente pericolosa. Bisogna stare comunque attenti che non finisca negli occhi o sulla pelle e che non venga bevuta. Non maneggiate idrossido di sodio puro perchè è molto pericoloso.
aceto	50 ml	la procedura è applicabile anche ad aceti di vino rosso, ma è meglio che utilizzate un aceto di vino bianco.
fenolftaleina	10 ml	soluzione all'1% in alcool
acqua distillata	500 ml	
buretta (provetta graduata con rubinetto in fondo)	1	capienza = 25 ml
sostegno (base ed asta)	1	
morsetto per buretta	1	
becker	1	capienza = 100 ml
bacchetta di vetro	1	
provetta graduata	1	capienza = 50 ml
pipetta graduata	1	capienza = 5 ml
imbuto	1	
occhiali	1 paio	
guanti di plastica	1 paio	
grembiule	1	

L'aceto è una sostanza la cui acidità varia abbastanza, contenendo dal 4 al 6 % circa di acido acetico. I produttori di aceto, ma anche di altre sostanze, hanno spesso la necessità di determinare in modo preciso l'acidità dei loro prodotti. Titolare un aceto significa determinare il suo contenuto in acido acetico. In questo esperimento, riprodurremo la procedura di titolazione dell'aceto.

In acqua, l'idrossido di sodio si dissocia come segue: $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$. Come sapete, gli ioni OH^- , si combinano con altrettanti ioni H^+ , se questi sono disponibili nella soluzione. La titolazione dell'aceto consiste sostanzialmente nell'aggiungere al campione da titolare **una soluzione di idrossido di sodio avente concentrazione nota con precisione** fino a neutralizzare tutto l'acido acetico. L'avvenuta neutralizzazione viene segnalata dal cambiamento di colore di un'adatta sostanza indicatrice. A quel punto, il numero di moli di NaOH presenti nella soluzione titolante consumata, corrisponderà esattamente al numero di moli di acido acetico presenti nel campione di aceto da titolare.

In particolare, al campione d'aceto da titolare si aggiungono alcune gocce di fenolftaleina, sostanza indicatrice adatta a questo impiego. Si farà gocciolare nel liquido da titolare una soluzione di idrossido di sodio avente concentrazione 0,1 M. Quando il pH della soluzione arriva al *punto di equivalenza*, nel quale tutti gli ioni idrogeno H^+ presenti nel campione di acido da titolare sono neutralizzati da altrettanti ioni OH^- presenti nella soluzione di idrossido di sodio, la fenolftaleina, da incolore diventerà improvvisamente porpora. Quindi, appena il campione d'aceto contenente l'indicatore inizierà a cambiare colore, si dovrà prendere nota di quanta soluzione di idrossido è stata utilizzata per neutralizzarlo. Dal momento che conosciamo il volume e la concentrazione dell'idrossido aggiunto, con semplici calcoli potremo conoscere anche la concentrazione dell'aceto.

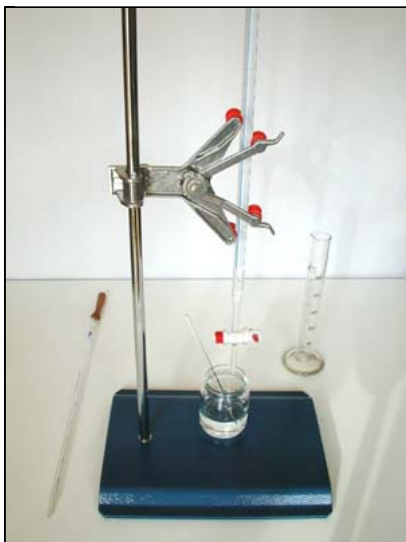


Figura 19 - Attrezzi per titolare l'aceto.



Figura 20 - Interrompete il gocciolamento appena il liquido nel becker cambia colore.



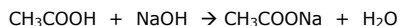
Figura 21 - Rilevate la quantità di soluzione titolante usata.

PROCEDURA

- versate 1,5 ml di aceto in un becker;

- diluiteli con circa 50 ml di acqua distillata;
- aggiungete 3 gocce di fenolftaleina;
- (a questo punto la soluzione è ancora incolore);
- indossate un paio di occhiali per chimica, un camice e un paio di guanti di lattice;
- riempite una buretta con una soluzione 0,1 M di idrossido di sodio;
- fate scendere il liquido nella buretta, fino alla tacca dello zero;
- mettete il contenitore della soluzione da titolare sotto la buretta (figura 19);
- fate gocciolare lentamente la soluzione di idrossido nella soluzione da titolare e mescolate con una bacchetta di vetro;
- appena la soluzione da titolare diventa rosa e mantiene il colore, chiudete il rubinetto della buretta (figura 20);
- annotate quanta soluzione titolante avete consumato (figura 21).

A questo punto, tutto l'acido acetico presente nel campione da titolare è stato neutralizzato dall'idrossido di sodio, secondo la reazione:



Ricordate però che in acqua l'acido acetico è dissociato negli ioni: CH_3COO^- e H^+ , e l'idrossido di sodio è dissociato negli ioni: Na^+ e OH^- .

CALCOLI

Immaginate che per neutralizzare il campione d'aceto siano stati necessari 14,5 ml di soluzione titolante. Dal momento che la quantità di molecole di acido neutralizzate e la quantità di molecole di NaOH utilizzate è uguale, il numero di moli presenti nell'idrossido gocciolato è pari a quello delle moli di acido acetico presenti nella soluzione da titolare.

Il volume di soluzione titolante usata è di 14,5 ml. Poiché era in concentrazione 0,1 M, il numero di moli usate è:

$$nM = 0,1 \times 0,0145$$

$$nM = 0,00145$$

Si può ottenere lo stesso risultato risolvendo la proporzione: $V1 : M1 = V2 : nM$
dove:

V1 = volume di NaOH di riferimento (1 litro);

M1 = numero di moli presenti in un litro di soluzione titolante (0,1);

V2 = volume di soluzione titolante utilizzata (14,5 ml = 0,0145 litri);

nM = Moli impiegate (da calcolare).

Il valore che abbiamo ottenuto, corrisponde al numero di moli presente nella quantità di soluzione titolante utilizzata e al numero di moli di acido acetico presenti nella soluzione da titolare. Per conoscere la concentrazione molare dell'aceto (riferita a un litro), possiamo impostare la seguente proporzione:

$$V1 : M1 = V2 : Mx$$

dove:

V1 = volume di aceto prelevato (1,5 ml = 0,0015 litri);

M1 = numero di moli presenti in V1 (0,00145);

V2 = volume di riferimento (1 litro di aceto);

Mx = numero di moli in un litro di aceto (da calcolare).

$$Mx = m1 \times V2 / V1$$

$$Mx = 0,00145 \times 1000 / 1,5$$

$$Mx = 0,97$$

Se si vuole conoscere la concentrazione di acido acetico in termini di g/l, si moltiplica il numero delle moli per la massa molecolare relativa all'acido acetico, che è pari a 60.

$$\text{Conc} = \text{numero di moli} \times 60$$

$$\text{Conc} = 0,97 \times 60$$

$$\text{Conc} = 58 \text{ g/l}$$

Che in termini percentuali corrisponde ad una concentrazione del 5,8 %.

Lo stesso procedimento può essere impiegato per titolare una base di concentrazione sconosciuta, in questo caso nella buretta si dovrà mettere una soluzione acida di concentrazione nota con precisione.

Con un pHmetro elettronico misurate il pH al momento del cambiamento di colore del liquido da titolare.

Qualcuno di voi può chiedersi: "Come mai in questo esperimento usiamo un indicatore che inizia a virare a pH = 8,3 anziché uno che vira a pH = 7?". La risposta è che negli acidi deboli, come l'acido acetico, il punto di equivalenza è spostato verso valori alti di pH. Nel caso dell'acido acetico, il punto di equivalenza si ha ad un pH di circa 8,3.

IL pH DEI SAPONI

I saponi vengono prodotti facendo reagire sostanze grasse con idrossido di sodio o di potassio. In chimica, le sostanze grasse sono chiamate acidi grassi, mentre gli idrossidi di sodio (NaOH) e di potassio (KOH) sono conosciuti per essere delle basi molto forti. La reazione di queste sostanze produce un sale: il sapone. Di regola, i saponi risultano avere una reazione basica. Specialmente in inverno, i saponi di questo tipo possono contribuire a rendere secca la pelle delle mani, a screpolarla, a provocare arrossamenti e perfino sanguinamenti. Probabilmente, ciò è dovuto anche al fatto che la pelle ha un pH acido, intorno al 5,5. L'impiego frequente di sapone, ma anche di detersivi, tende ad aumentare il pH della pelle ed a causare danni. Ormai da diversi anni, proprio per ridurre i problemi descritti, vengono prodotti saponi neutri ed anche acidi. Se si lavano stoviglie, è consigliabile usare guanti protettivi. Per prevenire problemi alle mani, oltre all'uso di creme adatte, può essere utile anche spalmare qualche goccia di sugo di limone.

Cercate ora fra i saponi che avete in casa quelli che sono basici. A tale scopo, mettete sul sapone da esaminare alcune gocce d'acqua, con un dito sfregate un po' in modo da mettere in soluzione un po' di sapone da usare per inumidire la cartina di tornasole. Se il sapone è basico, vedrete la cartina diventare di colore blu. Verificate anche il pH del detersivo che usate per lavare a mano le stoviglie, di shampoo, di balsami, di creme e di altri prodotti di toeletta.

RICERCA DI INDICATORI NATURALI

Vi è mai capitato di osservare una tisana cambiare colore con l'aggiunta di sugo di limone? Per esempio, la tisana alla malva dovrebbe essere di colore azzurro (dipende anche dal produttore della bustina utilizzata). Aggiungendo qualche goccia di limone, essa diventerà incolore e, con altre gocce diventerà rosa. Anche il thè si schiarisce aggiungendo limone.

Molti vegetali possiedono sostanze naturali che hanno proprietà indicatrici. Come abbiamo visto, questo è il caso del cavolo rosso. Normalmente, si tratta di antocianine, sostanze che spesso sono di colore rosso porpora oppure violacee. Esse sono presenti anche in vegetali e frutta quali mirtilli, grappoli d'uva, more del gelso, bacche del sambuco. Anche i petali dei fiori possono cambiare colore in base al pH, come fanno i papaveri rossi, i fiordalisi, etc.

Cercate sostanze naturali che abbiano proprietà indicatrici e descrivetene le proprietà. Provate alcuni di questi indicatori. Verificate se il colore delle loro soluzioni sia reversibile. Se possibile, realizzate la loro scala cromatica. Provare a mettere una rosa tagliata in un vaso con acqua acida, con acqua alcalina. Provate con i petali di altri fiori.

CONCLUSIONE

Con questi esperimenti, avete visto che esistono sostanze acide e sostanze basiche. Esse reagiscono fra di loro, producendo sali. L'acidità/basicità si esprime in pH. Per misurare l'acidità/basicità di una sostanza, si possono usare cartine indicatrici come la cartina di tornasole, sostanze indicatrici come la fenolftaleina e pHmetri elettronici. Molte altre sostanze naturali di origine vegetale hanno proprietà di cambiare colore in base all'acidità della soluzione in cui si trovano. Abbiamo impiegato il sugo di cavolo rosso come indicatore di pH e l'abbiamo usato per produrre cartine indicatrici. Abbiamo determinato la scala cromatica di queste cartine. Avete visto come la fenolftaleina cambi colore superando una soglia di pH. Abbiamo sfruttato le proprietà di questo indicatore per titolare con precisione l'acidità dell'aceto. Potete continuare con esperimenti di questo tipo, andando per esempio alla ricerca di sostanze naturali indicatrici fra le tisane, le erbe, i fiori, i frutti, le bacche, etc.

Come sapete, l'intenzione con cui proponiamo attività sperimentali non è solo quella di procurare divertimento, ma anche quella di suscitare delle curiosità che poi stimolino l'approfondimento anche teorico delle materie toccate. Per questo motivo, ci auguriamo che non vi limitiate agli aspetti operativi di questi esperimenti, ma che cerchiate anche di cogliere l'occasione per studiare un testo di chimica inorganica per acquisirne i concetti fondamentali. Le conoscenze che apprenderete, vi permetteranno anche di continuare con esperimenti come questi traendone ancora divertimento e conoscenze. E' chiaro infatti, che difficilmente si può trarre profitto da attività di questo tipo, senza sapere che cosa siano gli atomi, le molecole, la valenza, i vari tipi di soluzione, la dissociazione elettrolitica, la mole, la concentrazione, etc.

BIBLIOGRAFIA

<http://crocoite.chim.unipr.it/bacchi/acidi-basi.pdf> Estratto del cavolo rosso, determinazione dell'acidità del latte e del vino.
<http://www.itis-molinari.mi.it/documents/colori/fiocavph.htm#IL%20CAVOLO%20ROSSO> Coloranti vegetali come indicatori acido-base.

<http://scifun.chem.wisc.edu/HomeExpts/ACIDBASE.html> Exploring Acids and Bases
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hall/1410/lab-C-08.html> Making an acid-base indicator
<http://chemistry.about.com/library/weekly/aa012803a.htm> How to Make Red Cabbage pH Indicator
<http://www.iit.edu/~smile/ch9409.html> Acids, Bases, and Indicators
http://www.newhope.com/nutritionsciencenews/NSN_backs/Dec_01/antho.cfm Got Anthocyanins?

Ricerche in Internet: cavolo rosso, titolazione, indicatori acido base, antocianine. Redd cabbage, titration, acid base indicators, anthocyanins.

