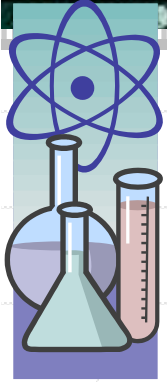


L'equilibrio dell'acqua

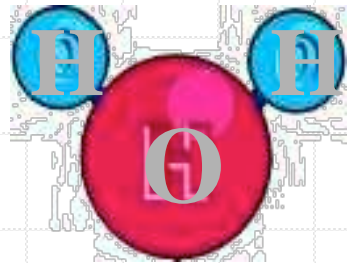
Il pH e la reazione di autoprotolisi
dell'acqua

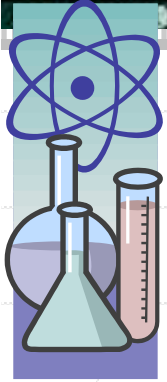
Corpaci Ivana



La molecola dell'acqua

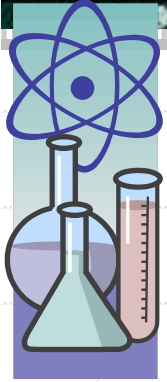
- ◆ L'acqua è un composto molecolare covalente
- ◆ La sua molecola è polare per la differenza di **elettronegatività** tra l'ossigeno (3,5) e l'idrogeno (2,1)
- ◆ Tra molecole diverse si instaurano **legami a idrogeno**
- ◆ I legami a idrogeno dell'acqua giustificano numerose proprietà fisiche del composto (capacità termica, alto punto di ebollizione, capillarità)





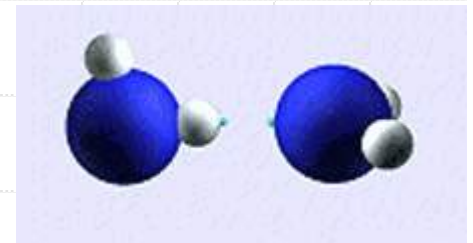
Conducibilità elettrica

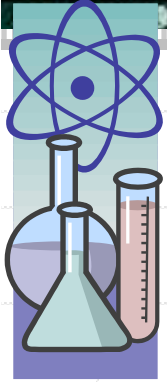
- ◆ L'acqua pura risente dei campi elettrici (molecola polare) e
- ◆ conduce, anche se poco, la corrente elettrica
- ◆ I composti covalenti polari non conducono la corrente elettrica
- ◆ La conducibilità è possibile se ci sono particelle elettricamente cariche libere di muoversi



Dissociazione ionica dell'acqua

- ◆ La conducibilità elettrica dell'acqua è stata spiegata con la presenza di ioni positivi H^+ e negativi OH^-
- ◆ Alcune molecole di acqua hanno subito una **dissociazione ionica**
- ◆ La concentrazione degli ioni positivi e negativi è la stessa

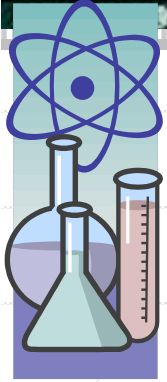




Ioni

- ◆ Un atomo di idrogeno di una molecola di acqua si lega all'atomo di ossigeno di una diversa molecola (legame idrogeno)
- ◆ L'atomo di idrogeno lascia l'elettrone e - come ione H^+ - si lega all'ossigeno dell'altra molecola di acqua (legame dativo)
- ◆ Si formano i due ioni **idronio H_3O^+** e **ossidrile OH^-**





La concentrazione degli ioni

- ◆ Le reazioni di autoprotolisi dell'acqua è *reversibile*
- ◆ All'equilibrio, il prodotto delle concentrazioni degli ioni H_3O^+ e OH^- è una costante il cui valore è

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ moli/litro}$$
- ◆ e poiché $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$, nell'acqua pura la concentrazione degli ioni idronio è

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ moli/litro}$$



Elettroliti

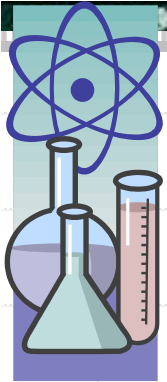
- ◆ Sono sostanze che disciolte (in acqua) si dissociano in ioni
 - ◆ Tali soluzioni conducono la corrente in relazione al loro **grado di dissociazione**
 - ◆ Questi sistemi, dove i responsabili della conduzione della corrente sono gli ioni liberi, sono denominati conduttori di seconda specie
 - ◆ I metalli sono conduttori di prima specie perché sono gli elettroni liberi responsabili della conduzione
- ◆ Gli elettroliti più importanti sono:
 - ◆ Sali
 - ◆ Acidi
 - ◆ Basi

ESERCIZIO



Elettroliti forti e deboli

- ◆ La forza di un elettrolita si misura dal grado di dissociazione
- ◆ Sali
 - ◆ In genere sono elettroliti forti e formano soluzioni elettrolitiche con conducibilità elevate
 - ◆ Eccezione sono i sali poco solubili
- ◆ Acidi e basi
 - ◆ Producono ioni H^+ e OH^- che sono i migliori conduttori ionici
 - ◆ La conducibilità dipende dalla forza dell'acido o della base
 - ◆ La conducibilità dipende anche dalla concentrazione dell'acido o della base
- ◆ Cattivi elettroliti sono tutte quelle sostanze che si sciolgono in un solvente per la formazione di interazione di secondo ordine (legami idrogeno)
 - ◆ Zucchero, che si scioglie in acqua per la formazione di legami idrogeno
 - ◆ Alcol etilico, che si scioglie in acqua per la formazione di legami idrogeno



Azione degli acidi

Gli acidi in acqua si dissociano e liberano ioni H^+



che si legano a molecole di acqua dando H_3O^+

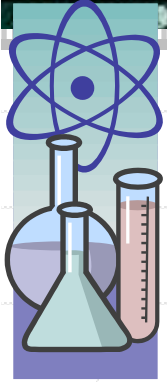
poiché $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ moli/litro

se $[\text{H}_3\text{O}^+]$ aumenta, $[\text{OH}^-]$ deve diminuire perché

K_w è una costante



All'aggiunta di ioni H^+ , gli ioni OH^- si riassociano,
cioè l'equilibrio dell'acqua si sposta verso sinistra



Azione delle basi

Le basi accettano ioni H^+ dalle molecole di acqua



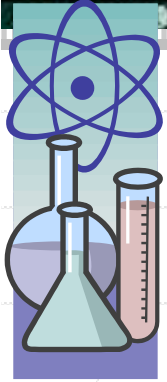
e queste diventano ioni **OH^-**

Poiché $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ moli/litro
se $[\text{OH}^-]$ aumenta, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ deve diminuire perché

K_w è una costante



Con la sottrazione di ioni H^+ , altre molecole di acqua
si dissociano, cioè l'equilibrio dell'acqua si sposta verso destra



Misura del pH

La concentrazione degli ioni H_3O^+ è misura dell'acidità

L'acidità viene espressa come

logaritmo negativo a base 10
della concentrazione degli ioni H_3O^+

$$-\log_{10} [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{pH}$$

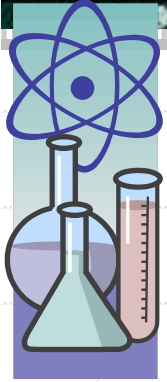
Esempi

a- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1} \text{ mol/L}$: pH= 1

c- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-10} \text{ mol/L}$: pH= 10

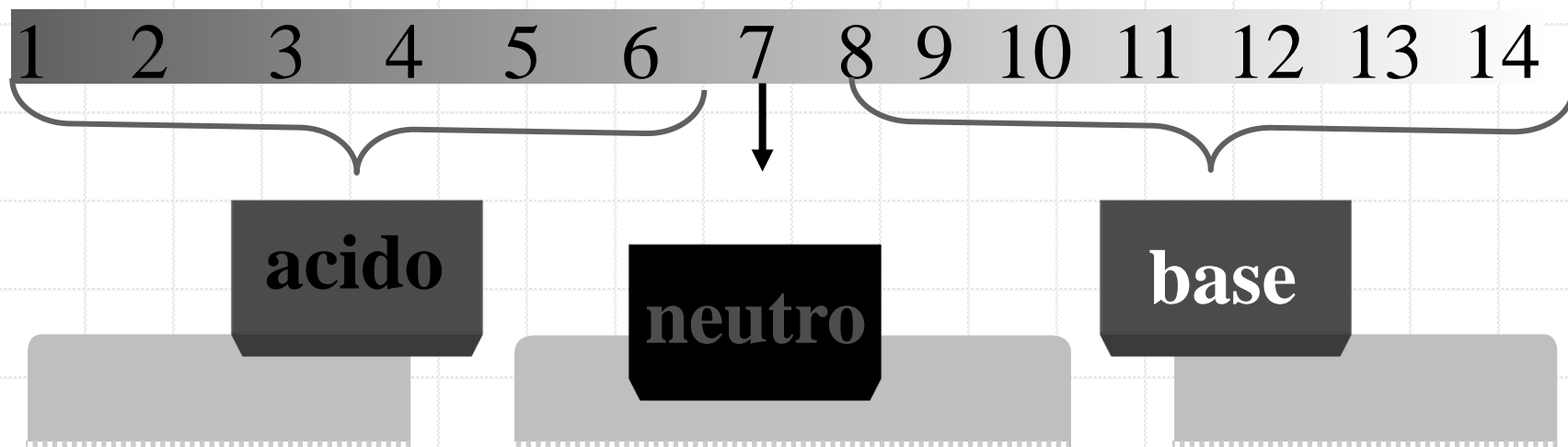
b- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$: pH= 3

d- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$: pH= 13

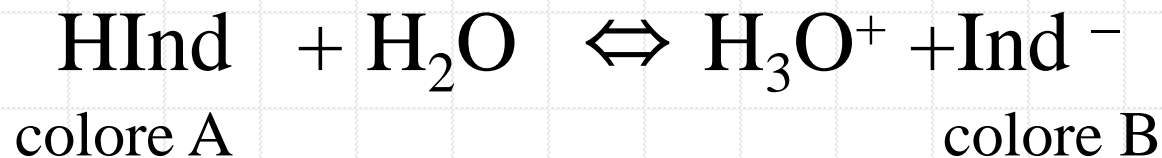


scala del pH

- ◆ La misura dell'acidità o **scala del pH** va da
- ◆ **1** (massima acidità), a
- ◆ **14** (massima basicità)



- ◆ Per capire i principi su cui si basa un semplice metodo per misurare il pH, l'uso di cartine imbevute di coloranti, sintetici o naturali, occorre capire come funzionano tali sostanze, denominate Indicatori Acido-Base
- ◆ Gli **indicatori acido-base** sono sostanze organiche che hanno la caratteristica di assumere colori diversi a seconda del pH.



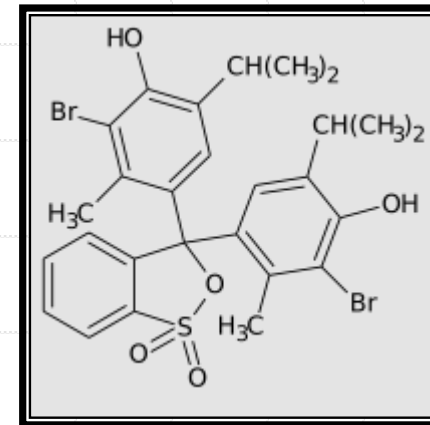
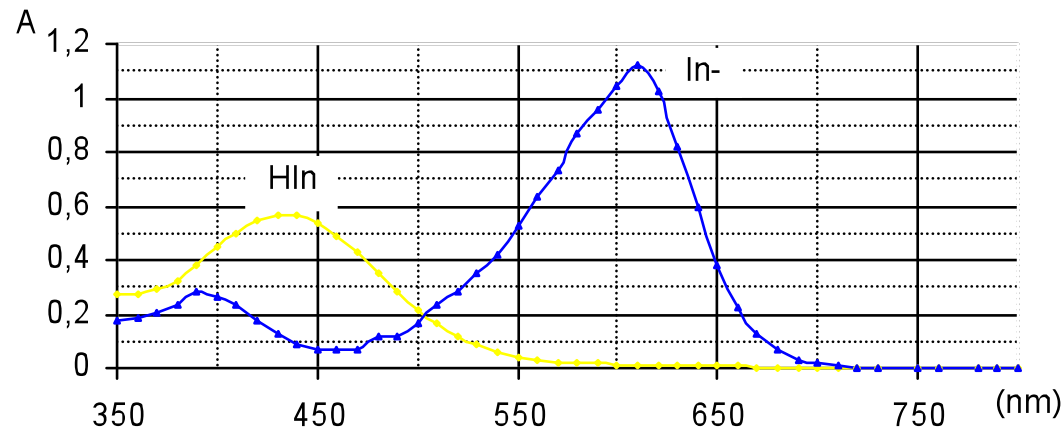
- ◆ Tale proprietà è dovuta al fatto che essi si comportano da acidi o basi deboli.



https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=2gJ0Xp-Rbn8

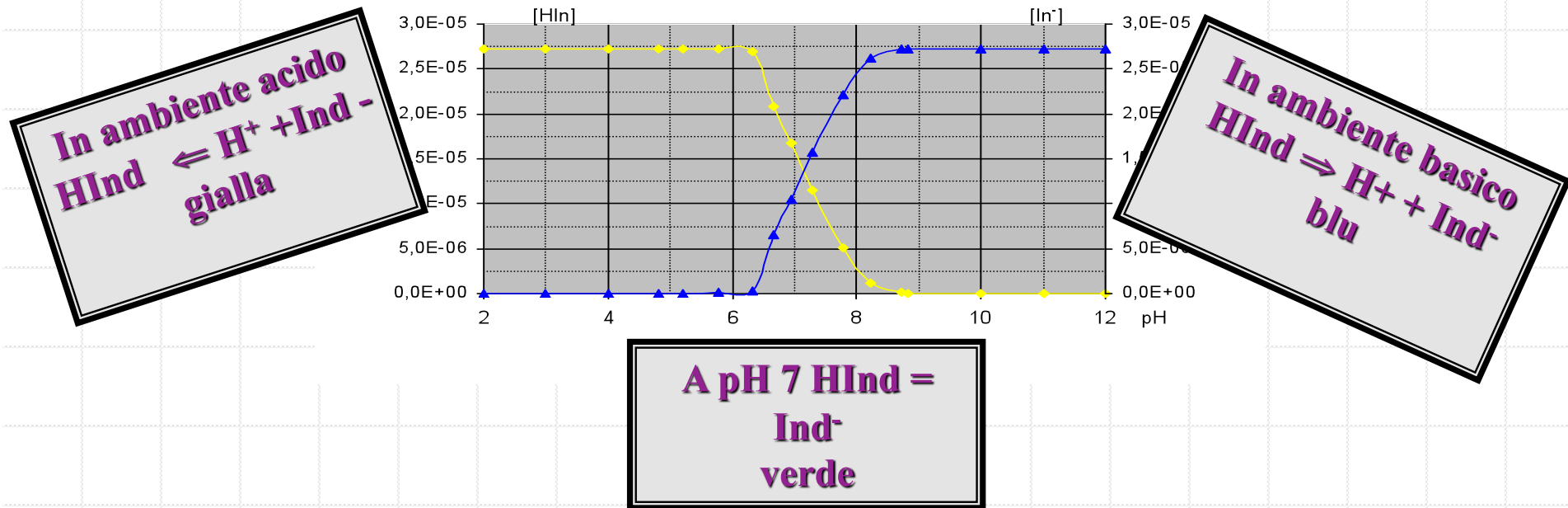


Perché gli indicatori acido base sono colorati?



Lo spettro di assorbimento di un tipico indicatore acido-base, il blu di bromo timolo, conferma che la specie molecolare, HIn, è gialla in quanto manifesta il massimo assorbimento intorno alla $\lambda = 450$ nm (assorbimento della radiazione blu), invece la forma ionica In⁻ assorbe a una $\lambda = 600$ nm (assorbimento della radiazione gialla) ed è pertanto blu!

Come cambia il colore con il pH?

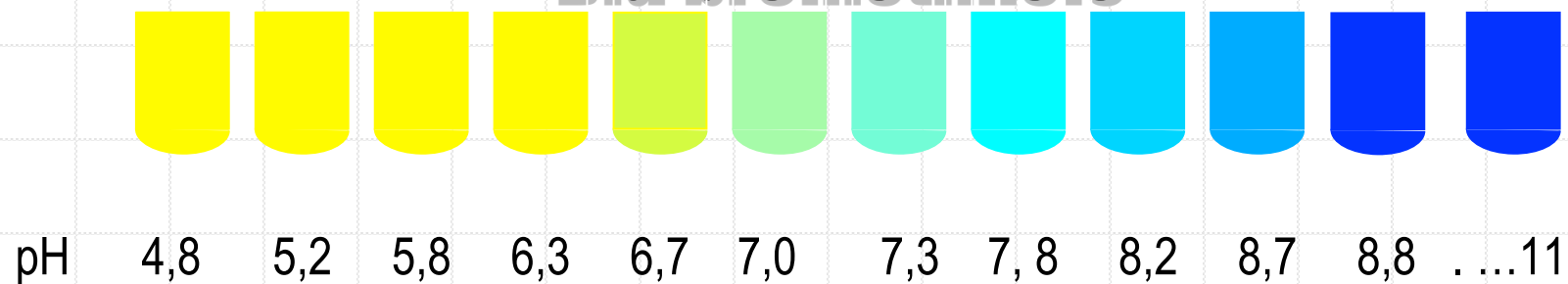


In ambiente acido la forma dominante è HInd, gialla, mentre a pH basico sarà prevalente la forma ionica Ind⁻, blu. Il passaggio da un colore all'altro, quando HInd = Ind⁻ viene detto viraggio e può essere osservato dall'occhio umano in un certo intervallo di pH (intervallo di viraggio).

Per il blu di bromotimolo si colloca intorno a pH 7.

La scala cromatica del pH

Blu bromotimolo



Se il pH varia gradualmente si osserveranno i diversi colori: dal giallo, al blu, passando dal verde

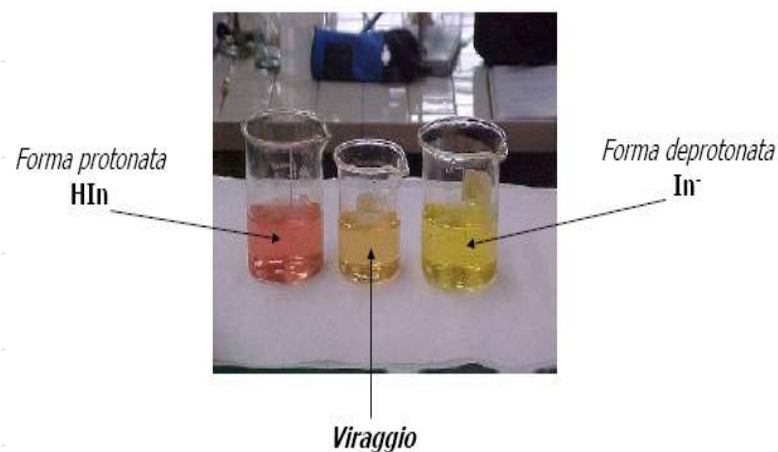
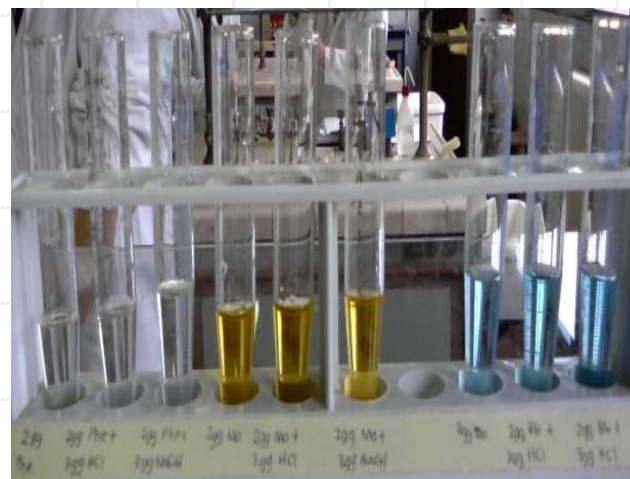


Come evidenziare le caratteristiche acido/ base di una soluzione?



CHIMICA?
No problem!

- ◆ Nell' esperimento abbiamo studiato le proprietà di tre indicatori acido/base : fenolftaleina (HPhe), metilarancio (HMo) e Blu di bromo timolo (HBb), per capire quale colore assumono i tre indicatori in ambiente acido, neutro e basico.
- ◆ Per esempio la forma protonata (HIn) del Metilarancio è rossa, la forma deprotonata (In⁻) è gialla, al punto di viraggio il colore è intermedio (*rosa cipolla*)



Risultati dell' esperimento

Il punto di viraggio (pH in cui si trovano entrambe le specie HIn/Ind-) si può dedurre dai seguenti fatti

- ◆ La forma incolore della Fenolfaleina (forma acida: HPhe) è presente a pH acido e neutro
 - ◆ \Rightarrow il viraggio avviene a pH basico
- ◆ La forma gialla del Metilarancio (forma basica: Mo-) è presente a pH basico e neutro
 - ◆ \Rightarrow il viraggio avviene a pH acido
- ◆ La forma gialla del Blu bromotimolo (forma acida: HBb) è presente a pH acido e la forma blu del Blu bromotimolo (forma basica: Bb-) è presente a pH basico
 - ◆ \Rightarrow il viraggio avviene a pH neutro



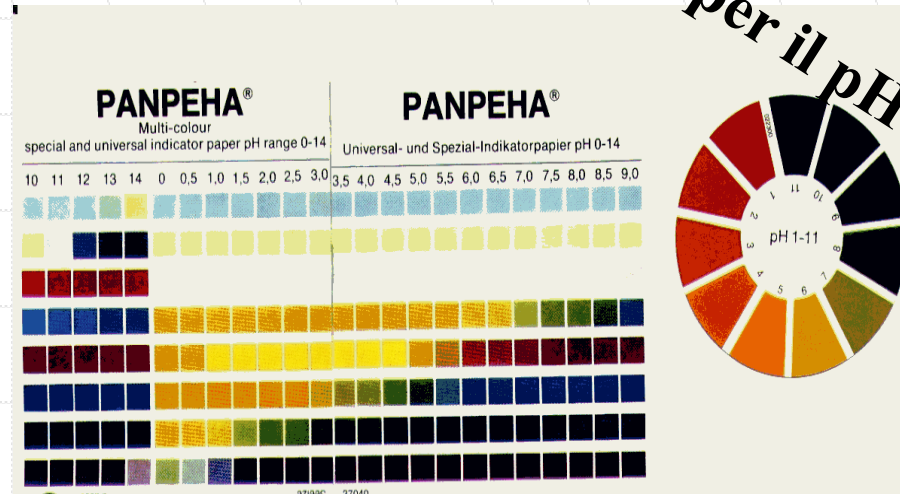
Pronti a misurare il pH!!

La **determinazione sperimentale del pH** di una soluzione acquosa presenta una grande importanza perché permette di conoscere la esatta concentrazione di acidi o di basi presenti.

Si effettua principalmente:

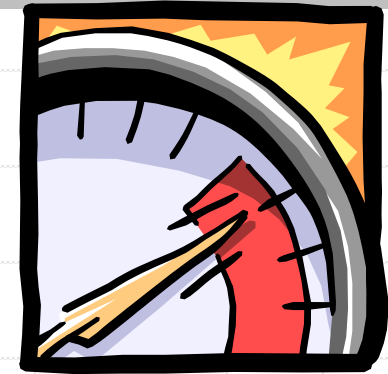
- ◆ attraverso l'osservazione del colore assunto nella soluzione da un indicatore colorato, la cui zona di viraggio comprende il pH che si vuole misurare
- ◆ attraverso il metodo potenziometrico, che richiede apparecchiature più complesse, i pH-metri, che permettono di misurare con precisione e accuratezza il pH di tutte le soluzioni, anche quelle colorate

**pH-
metro**

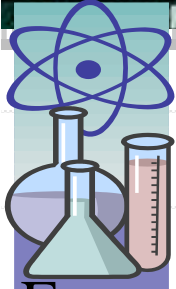




Il pHmetro



- ◆ È uno strumento di misura del valore di pH di una soluzione
- ◆ In genere permette di determinare in modo preciso il pH (una o due cifre decimali)
- ◆ Lo strumento richiede una procedura di taratura da effettuare con alcune soluzioni tampone (che hanno valori di pH ben determinati e stabili)



Misura della forza degli acidi e delle basi

Espressione matematica del grado di dissociazione degli acidi e delle basi=

prodotto della concentrazione degli ioni derivanti dalla dissociazione

FORZA degli ACIDI = K_a

FORZA delle BASI = K_b

ESEMPI



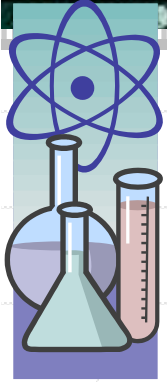
$$K_a = [\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-] = 4,5 \cdot 10^{-7}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt[2]{4,5 \cdot 10^{-7}} = 2 \cdot 10^{-3}$$



$$K_b = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 6,5 \cdot 10^{-6}$$

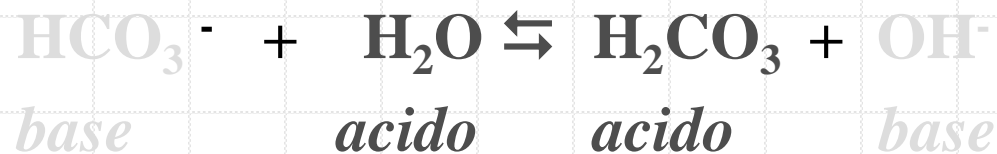
$$[\text{OH}^-] = \sqrt[3]{6,5 \cdot 10^{-6}} = 10^{-2}$$



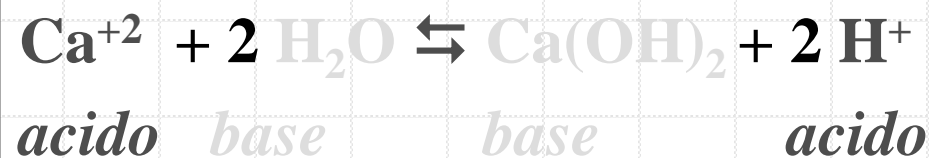
Sali che modificano il pH

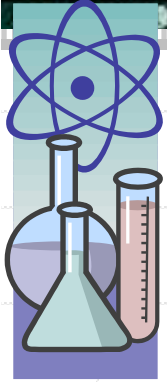
Sali derivanti dall'unione di una *base* e di un *acido*
con forza diversa

Una *base coniugata forte*, come HCO_3^-
reagisce con l'acqua innalzando il pH (*basificazione*)

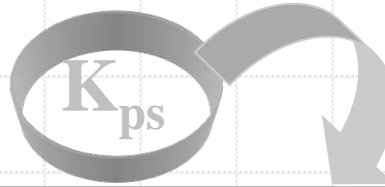


Un *acido coniugato forte*, come Ca^{+2}
reagisce con l'acqua abbassando il pH (*acidificazione*)





PRODOTTO DI SOLUBILITÀ DEI SALI



Espressione matematica della solubilità in acqua dei sali

prodotto delle concentrazione degli ioni derivati
dalla dissociazione del sale in soluzione

ESEMPI

K_{ps} di AgCl

$$[Ag^+] \cdot [Cl^-] = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

$$[Ag^+] = [Cl^-]$$

$${}^2\sqrt{1,8 \cdot 10^{-10}}$$

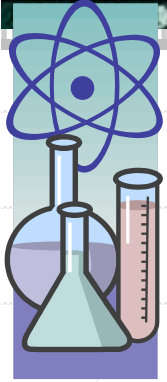
K_{ps} di Ag₂S

$$[Ag^+]^2 \cdot [S^{-2}] = 8 \cdot 10^{-51}$$

$$[S^{-2}] = {}^2\sqrt{[Ag^+]}$$

$${}^2\sqrt{8 \cdot 10^{-51}}$$

Soluzioni tampone



Sistema che si oppone alla variazione del pH

Associazione di

un acido debole

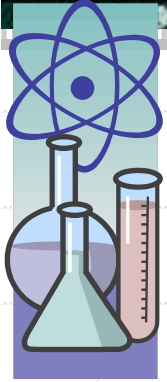
un suo sale di una base forte



I sistemi biologici e il pH

Tutti i sistemi biologici dipendono dal pH:

- ◆ una piccola variazione di pH può produrre notevoli modificazioni sui processi biochimici
- ◆ Le cellule e gli organismi mantengono il pH a uno specifico valore costante, mediante sistemi di regolazione



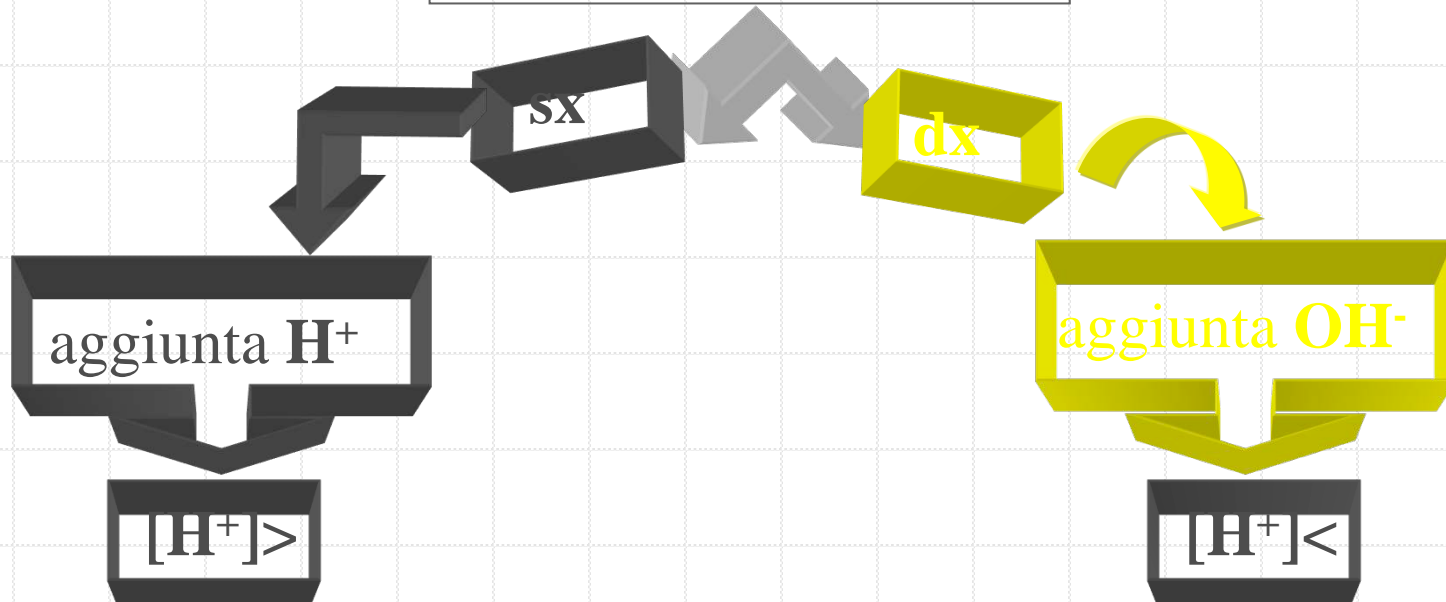
Tampone del sangue

Il pH del sangue è 7,4

Variazione consentita $\pm 0,4$



L'equilibrio si sposta



Adesso esercitati!!!



<http://zte.zanichelli.it/>

