

# Esperienza 4

---

## **REAZIONI ACIDO-BASE**

**filmati: Equilibri acido-base**

**Titolazione acido-base**

# Obiettivo

---

- *L'esperienza verifica le conoscenze su preparazione e diluizione di soluzioni acquose*
- *analizza alcune semplici reazioni acido-base e le grandezze quantitative correlate ( $K_a$ , pH e titolazioni).*
- *Introduce a sistemi caratterizzati da equilibri multipli*

# Note di Sicurezza

---

- **Tutti i reagenti usati in questa esperienza devono essere considerati nocivi.**
- **Le operazioni richiedono l'uso di occhiali e guanti. Evitare l'ingestione di soluzioni o solidi.**
- **Evitare i vapori di HCl conc. (sotto cappa!)**
- **Evitare il contatto con la pelle di tutti i reagenti (lavarsi abbondantemente con acqua corrente).**
- **Ricordarsi che l'idratazione di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaOH e CaO sono reazioni fortemente esotermiche! Aggiungere i reagenti all'acqua e mai viceversa.**
- **Fare attenzione nell'uso della vetreria e a non inquinare i vari reagenti e le soluzioni.**

# Unità di Misura della Concentrazione

---

■ % p/V	Grammi/100 ml
■ % p/p	grammi/100 grammi
■ Molarità	moli/litro
■ Molalità	moli/1000 g soluzione
■ Normalità	equivalenti/litro
■ Fraz. Molare	moli/ $\Sigma$ moli

1 Equiv. = 1 mole / n

Densità = peso/volume

Mole = 1 N di particelle

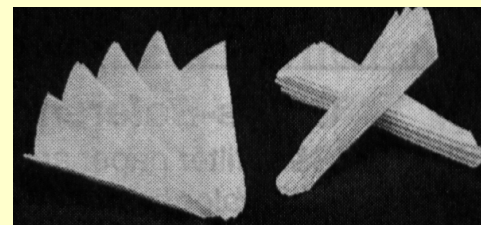
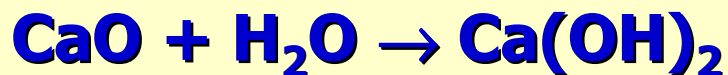
Moli = peso/PM

# 2 - REAZIONI ACIDO-BASE

## Sistema CaO/H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub>

---

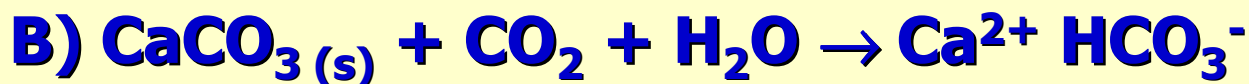
- **Pesare il CaO (~0.5 g) in fretta. Subito richiudere il contenitore. Mettere in H<sub>2</sub>O (~60 ml) e poi filtrare con filtro a pieghe**



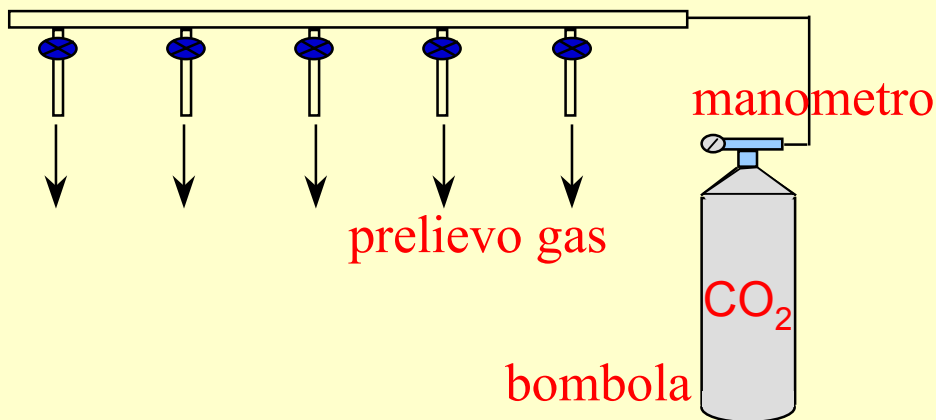
- **Prelevare un campione della soluzione (~30 mL) e diluirlo con acqua (25 ml)**

# Erogazione di Gas

- La  $\text{CO}_2$  è erogata da una bombola connessa ad una rampa. Prelevare il gas dalle pipette e richiudere i rubinetti.



manometro



# Equilibri multipli

---

Precipita  $\text{CaCO}_3$  che si scioglie con  $\text{CO}_2$  in eccesso. Dividere la soluzione in 3 parti:

- 1) far bollire per 5 min, e poi aggiungere poche gocce della soluzione di  $\text{CH}_3\text{COOH}$**
- 2) aggiungere 5 mL della soluzione di  $\text{NH}_3$  del reagentario**
- 3) aggiungere 5mL della soluzione iniziale di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .**

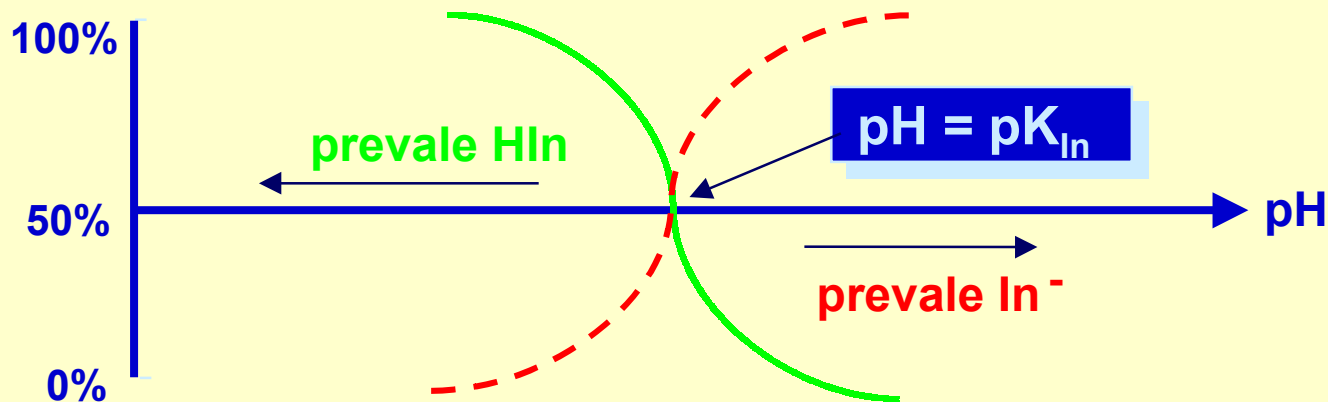
Interpretare i fenomeni chimici avvenuti

# Indicatori



Acido debole avente assorbimento delle radiazioni nel visibile diverso da quello della relativa base coniugata.

$$K_{\text{In}} = \frac{[\text{In}^-] [\text{H}_2\text{O}^+]}{[\text{HIn}]} \quad \text{pH} = \text{p}K_{\text{In}} + \log \frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]}$$



$\text{pH} < \text{p}K_{\text{In}} ; [\text{HIn}] < [\text{In}^-]$      $[\text{HIn}] = [\text{In}^-]$      $\text{pH} > \text{p}K_{\text{In}} ; [\text{HIn}] > [\text{In}^-]$   
Colore HIn                      Viraggio                      Colore In<sup>-</sup>

# Soluzioni Tampone

**Soluzioni di concentrazione simile di un acido debole e della sua base coniugata fanno variare poco il pH per moderate aggiunte di acidi e basi (soluzione tampone).**

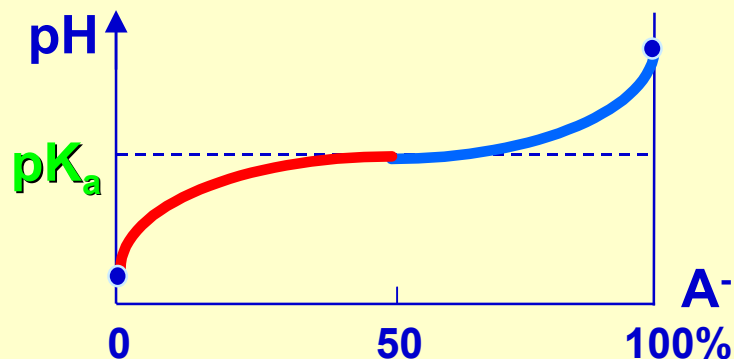
**Acido**



**Base coniugata**



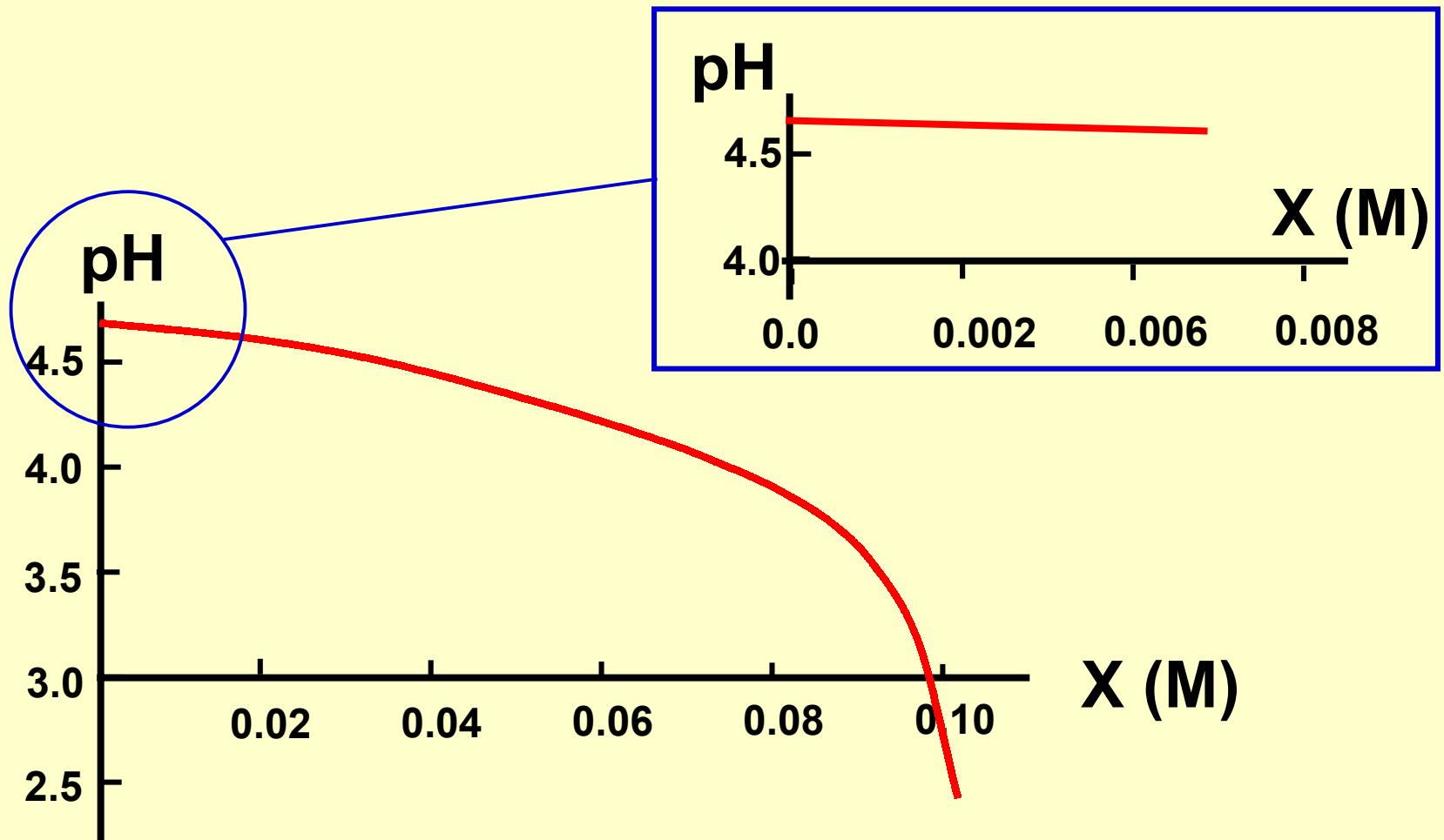
$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{Base}]}{[\text{Acido}]}$$



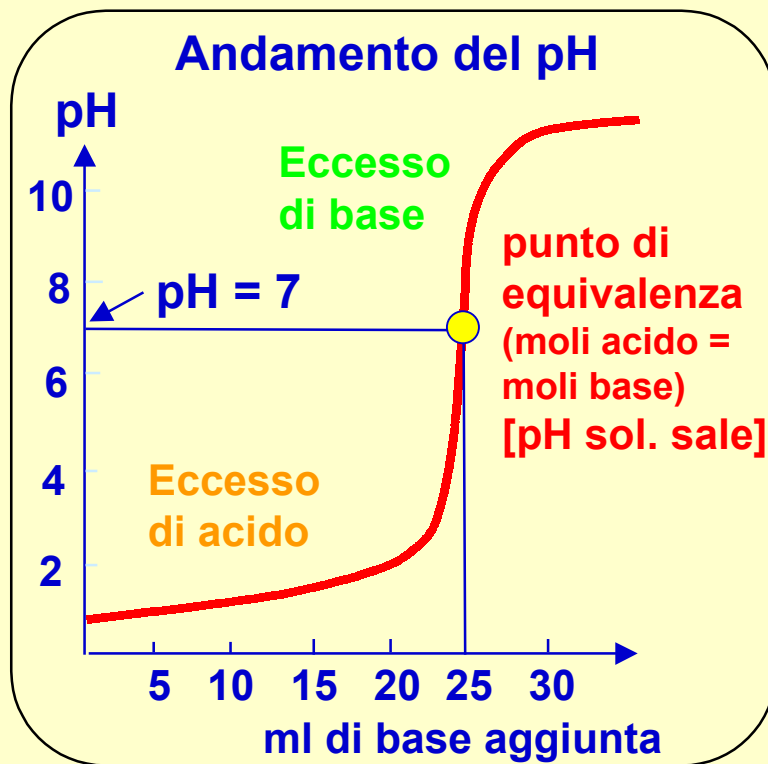
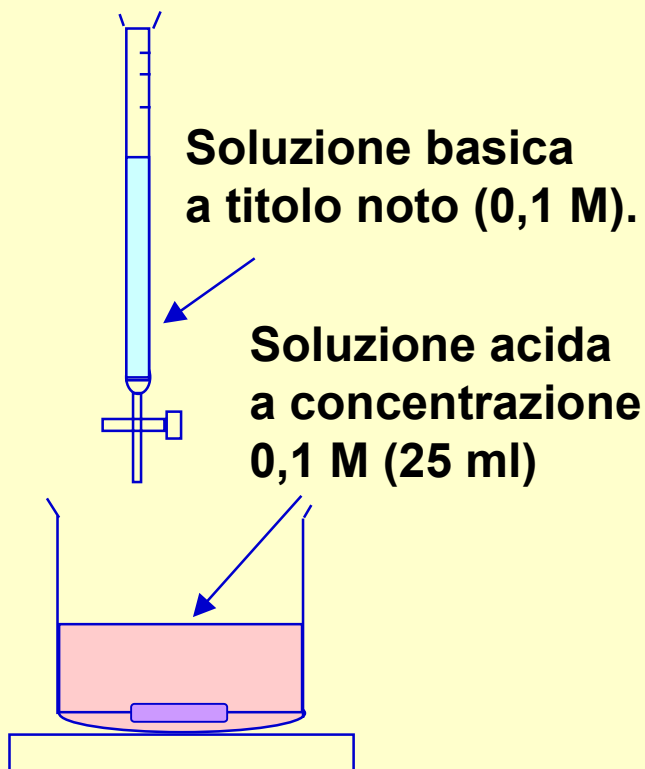
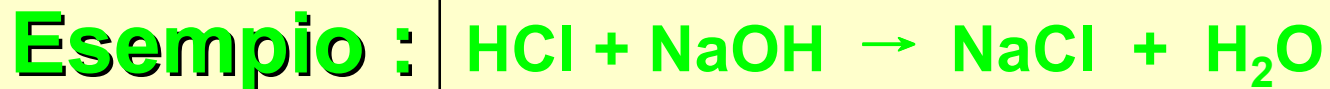
**Il potere tamponante massimo si realizza con quantità equimolari di acido e base coniugata ( $\text{pH} = \text{pK}_a$ ) in corrispondenza del flesso orizzontale della curva pH vs.. % di acido.**

**Es.:  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{pH} = 4,8$  ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{pH} = 7,2$**

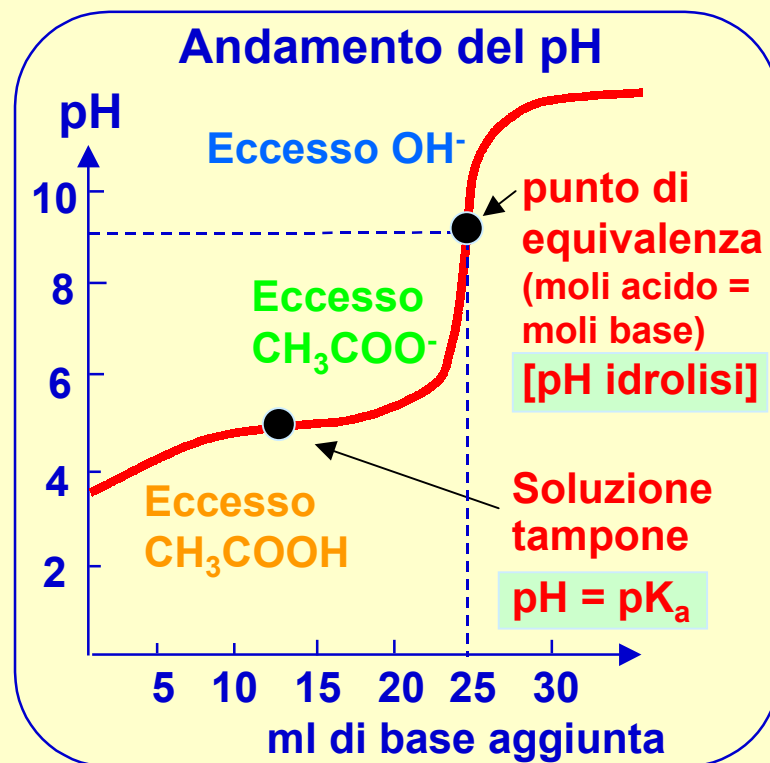
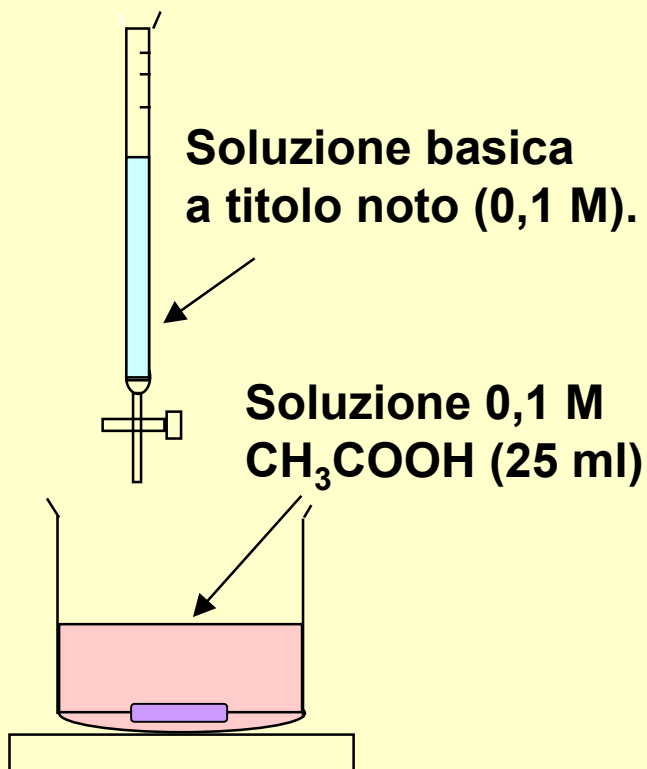
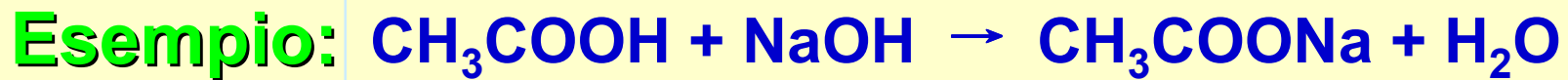
# Effetto aggiunta HCl a tampono acetico 0,1 M



# Titolazione acido-base forte

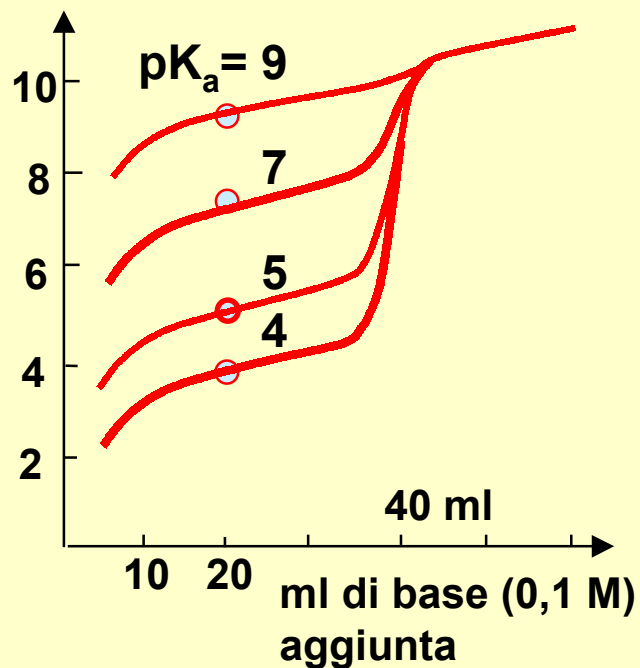


# Titolazione acido debole - base forte

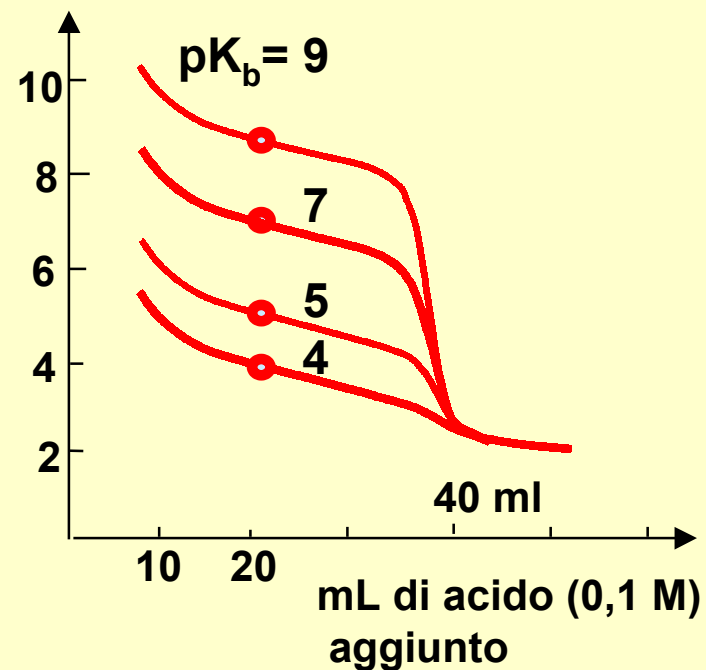


# pH e Titolazioni di Acidi e Basi Deboli

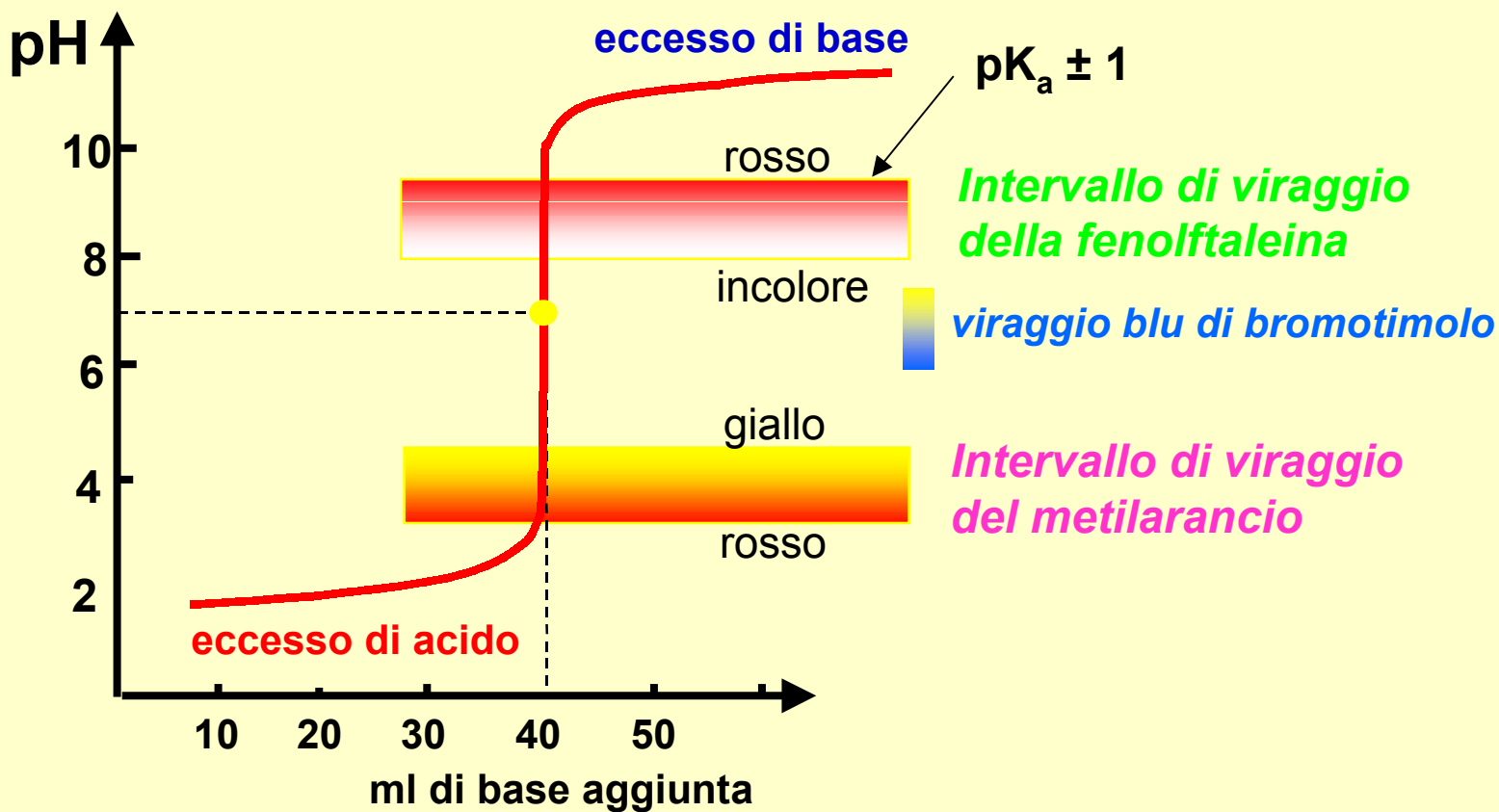
Titolazione di acidi deboli  
a diversi  $pK_a$  (0,1 M , 40 ml)



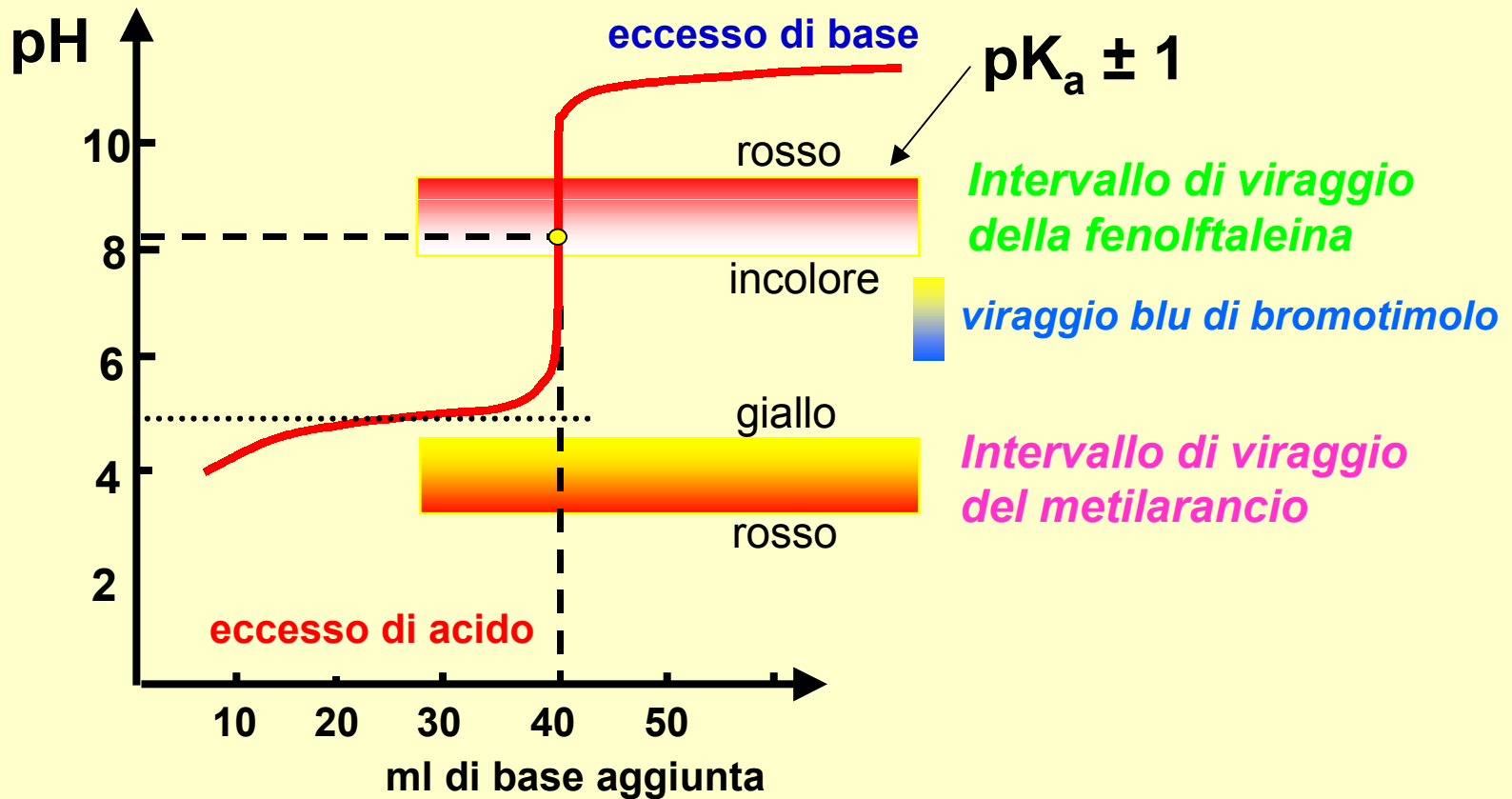
Titolazione di basi deboli  
a diversi  $pK_b$  (0,1 M, 40 ml).



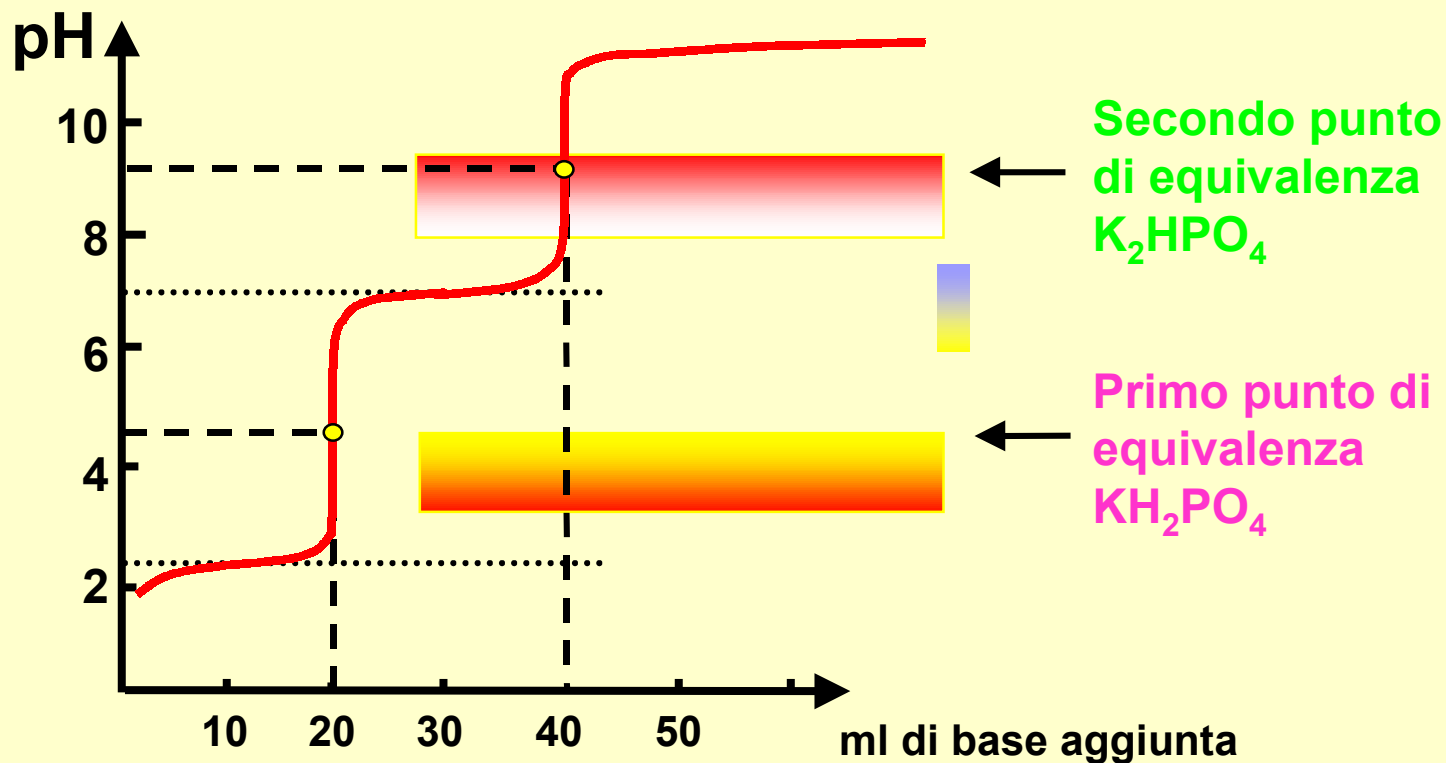
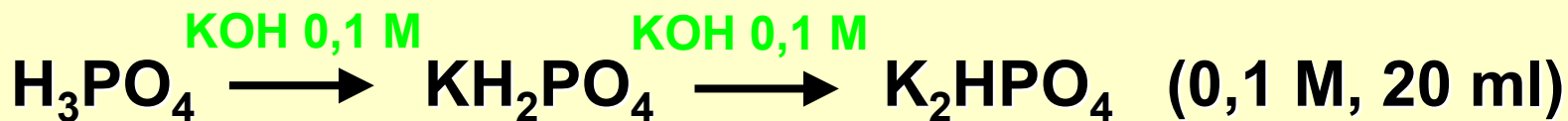
# Scelta indicatore (1)



# Scelta indicatore (2)

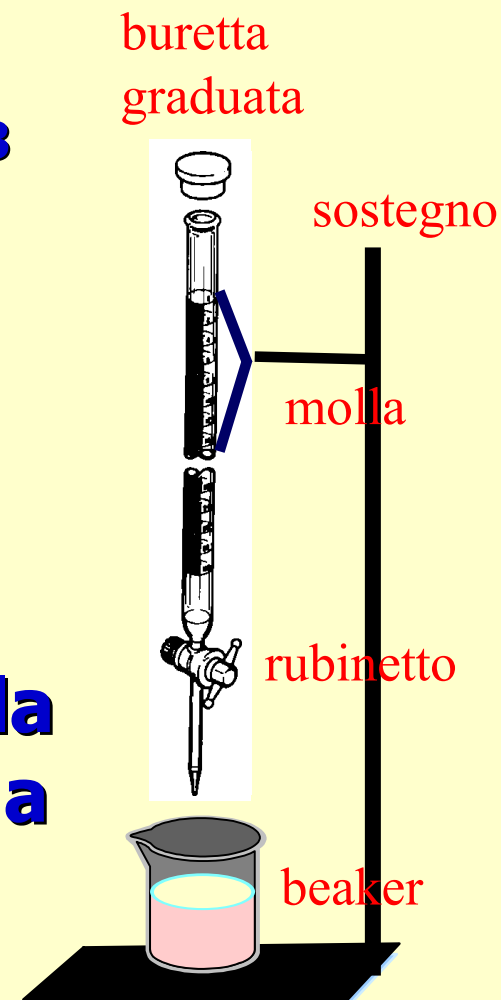


# Titolazione acidi poliprototici



# Titolazione Acido forte - Base debole biprotica

- **Pesare con precisione il  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e scioglierlo in  $\text{H}_2\text{O}$  (100 mL)**
- **Aggiungere il metilarancio (provetta sotto cappa)**
- **Assicurarsi che la buretta sia asciutta e fissarla al sostegno**
- **Aggiungere l' $\text{HCl}$  preparato nella buretta (rubinetto chiuso) fino a 20-30 mL (valutare lo zero).**



# Titolazione

---

- **Aprire con una mano il rubinetto regolando il flusso, con l'altra agitare con una bacchetta di vetro la soluzione**
- **Alla comparsa del colore rosso, interrompere l'aggiunta chiudendo il rubinetto. Aggiungere goccia a goccia l'acido fino a persistenza del color rosso.**
- **Leggere dalla buretta i mL di liquido aggiunto (M?)**



# Indicatori e pH

---

**A) Preparare 5 ml di:**

- **due soluzioni di HCl 1 e 0,1 N**
- **due soluzioni di CH<sub>3</sub>COOH 1 e 0,1 N**
- **soluzione di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N**
- **soluzione di NH<sub>4</sub>OH 0,1 N**

A ~ 1 mL di queste soluzioni e di quelle originali del reagentario aggiungere poche gocce dei seguenti indicatori: rosso cresolo, blu di timolo, metilarancio.  
TABULARE I RISULTATI COLORIMETRICI OTTENUTI

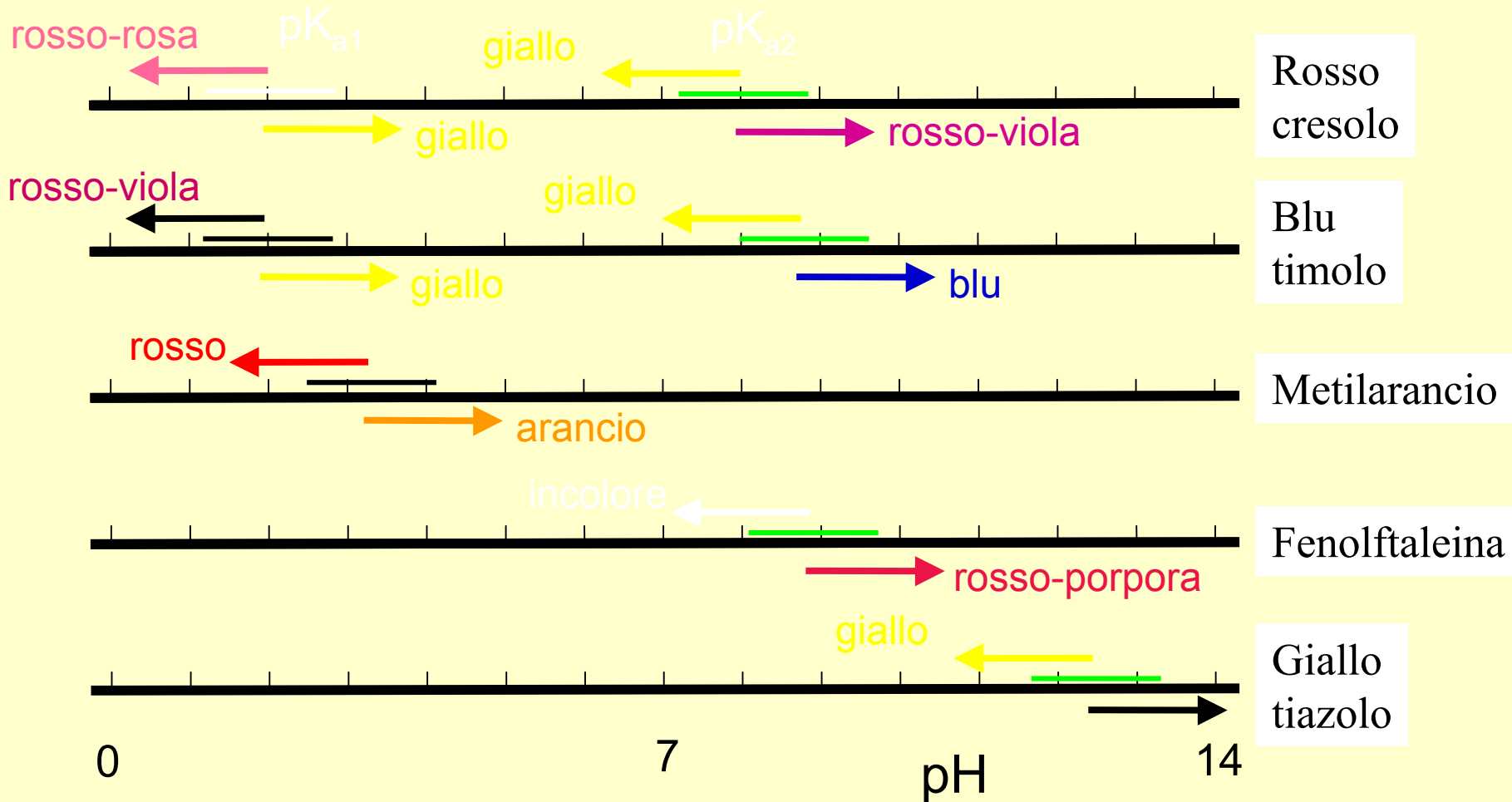
# Indicatori e pH

---

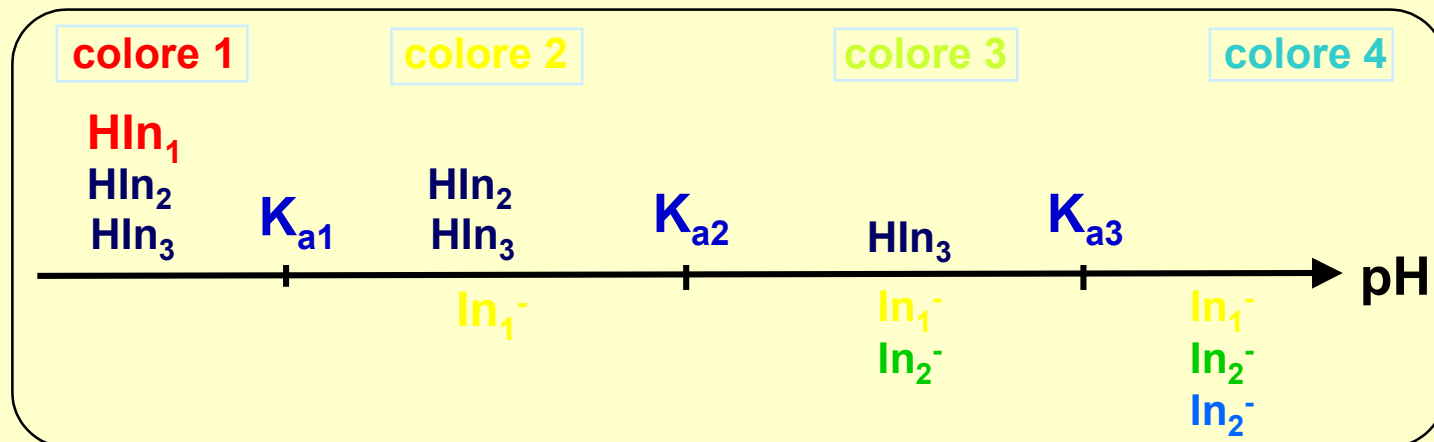
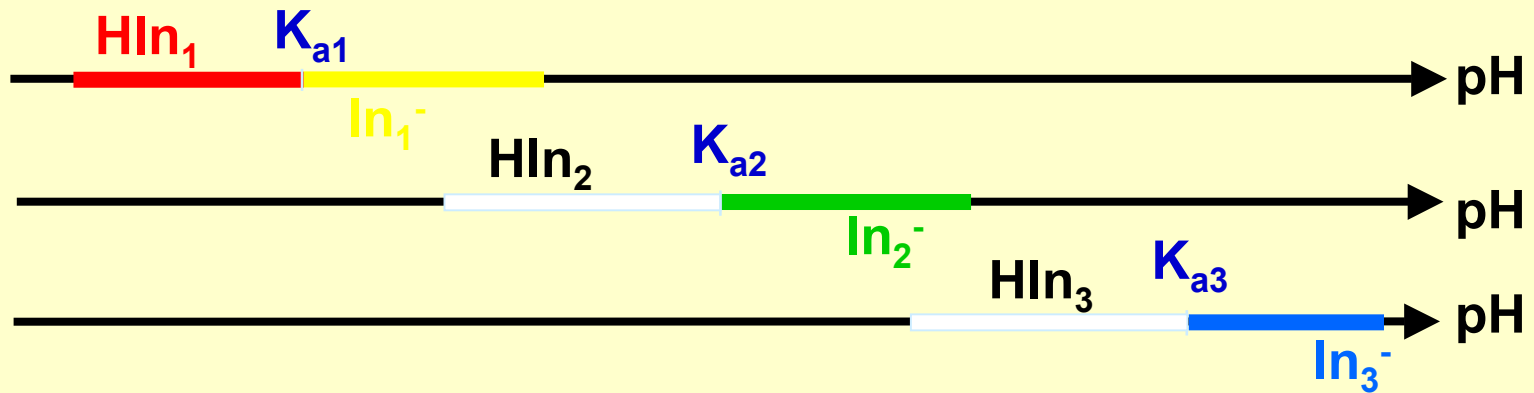
## **B) Preparare in 3 provette:**

- 1) una soluzione di NaOH 0,1 N
  - 2) una soluzione di  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 N
  - 3) come 2 con aggiunta di 1 g di  $\text{NH}_4\text{OH}$
- a) Aggiungere 2-3 gocce di fenolftaleina, ripetere con giallo tiazolo.
- b) **Dividere la soluzione di NaOH in 2 parti ~ uguali e versare le 2 soluzioni ottenute, rispettivamente, nelle soluzioni (2) e (3).**
- c) **Porre la soluzione di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 N in 2 provette e aggiungere poche gocce di blu di timolo. In una delle provette aggiungere  $\text{CH}_3\text{COONa}$  in eccesso. Aggiungere HCl e notare l'effetto.**

# Campo di Viraggio



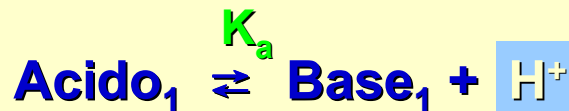
# Indicatori Universali



# Concentrazione e Dissociazione

Il grado di dissociazione ( $\alpha$ ) di un acido dipende dalla sua concentrazione  $C$  (aumenta con la diluizione).

$$\alpha = \frac{\text{moli di acido dissociato}}{\text{moli di acido introdotto}}$$



$$K_a = \frac{[\text{Base}_1] [\text{H}^+]}{[\text{Acido}_1]}$$

$$\frac{\alpha^2 C^2}{(1 - \alpha)C} = K_a$$

$K_a/C$	$\alpha$ (%)	Tipo
< $10^{-4}$	< 1%	acidi deboli
$10^{-2}$	10%	
$10^{-1}$	27%	acidi medi
0,5	50%	
10	91,5%	acidi forti
> $10^3$	> 99,9%	

$$\rightarrow \text{pH} = 1/2\text{pK} - 1/2\log C$$

$$\rightarrow [\text{H}^+] = \sqrt{K_a (C - [\text{H}^+])}$$

$$\rightarrow \text{pH} = -\log C$$

# pH e Concentrazione

Acido forte

$$[H^+] = C_a$$

Acido medio forte

$$[H^+] = \sqrt{K_a (C_a - [H^+])}$$

Acido debole

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

