

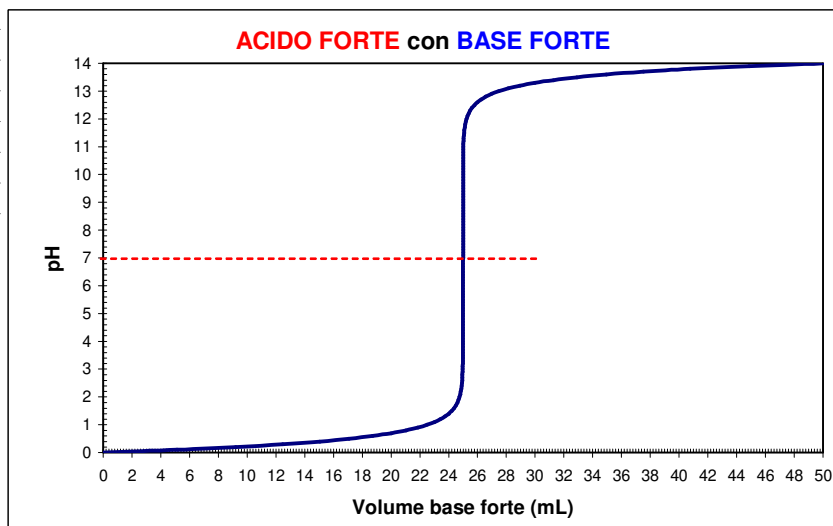
Curva di titolazione acido forte con base forte

La forma della curva dipende unicamente dalla concentrazione C_a dell'acido:

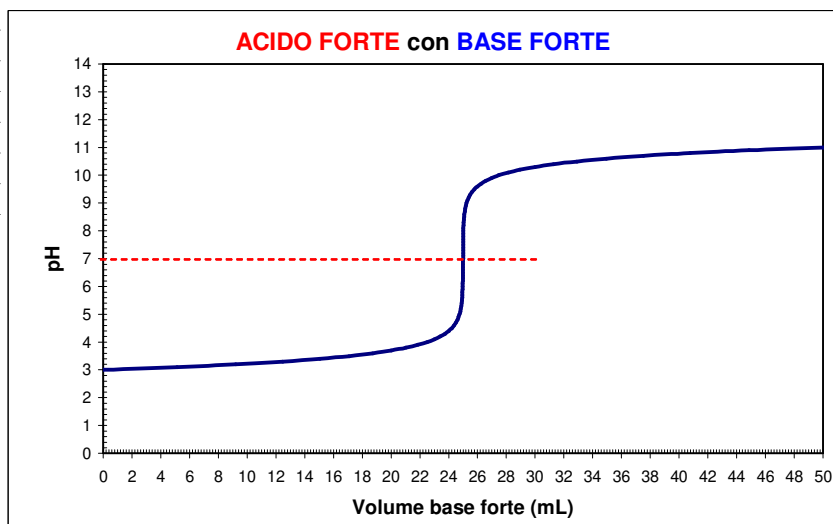
1. se la C_a diminuisce, il pH iniziale aumenta;
2. se la C_a diminuisce, il salto di pH in prossimità del p.e. diminuisce.

Il pH al p.e. è invece indipendente dalla C_a ed è sempre uguale a 7.

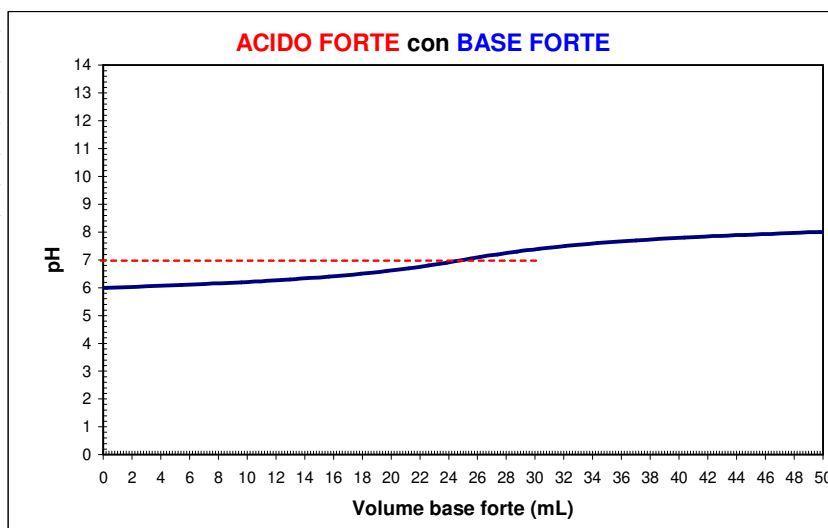
BASE FORTE		
concentrazione	1,0E+0	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO FORTE		
concentrazione	1,0E+0	mol/L
volume in becher	25,0	mL



BASE FORTE		
concentrazione	1,0E-3	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO FORTE		
concentrazione	1,0E-3	mol/L
volume in becher	25,0	mL



BASE FORTE		
concentrazione	1,0E-6	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO FORTE		
concentrazione	1,0E-6	mol/L
volume in becher	25,0	mL



Condizione di titolabilità per un acido forte

Un acido forte è titolabile quando:

$$C_a \geq 10^{-6} \text{ mol/L}$$

Curva di titolazione acido debole monoprotico con base forte

La forma della curva dipende sia dalla concentrazione C_a che dalla forza dell'acido, ovvero dalla K_a .

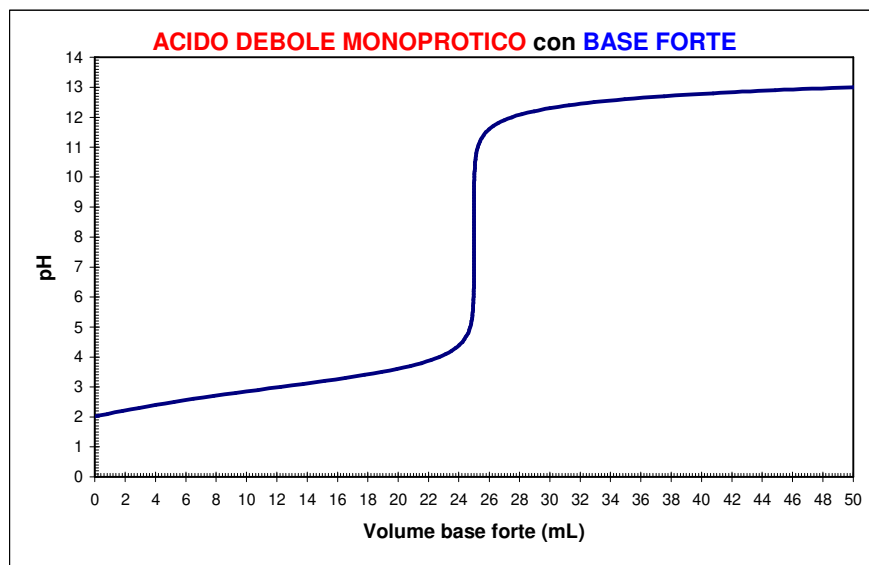
A parità di C_a :

1. se la K_a diminuisce, il pH iniziale aumenta;
3. se la K_a diminuisce, il tratto iniziale prima della zona tampone è più ripido;
4. se la K_a diminuisce, il salto di pH in prossimità del p.e. diminuisce;
5. il pH al p.e. è sempre maggiore di 7 ed aumenta al diminuire della K_a .

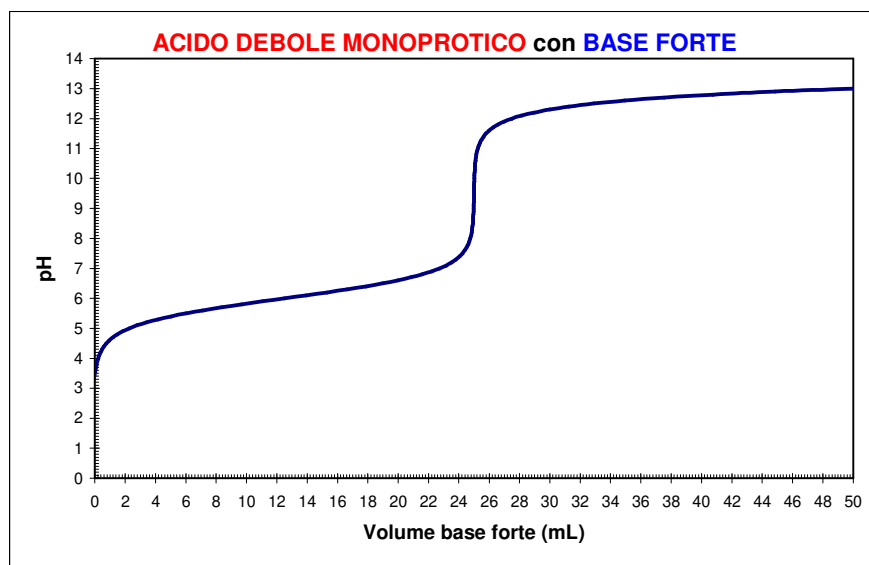
A parità di K_a :

6. se la C_a diminuisce, il pH iniziale aumenta;
7. se la C_a diminuisce, il tratto iniziale prima della zona tampone è meno ripido;
8. se la C_a diminuisce, il salto di pH in prossimità del p.e. diminuisce;
9. il pH al p.e. è sempre maggiore di 7 e diminuisce al diminuire della C_a .

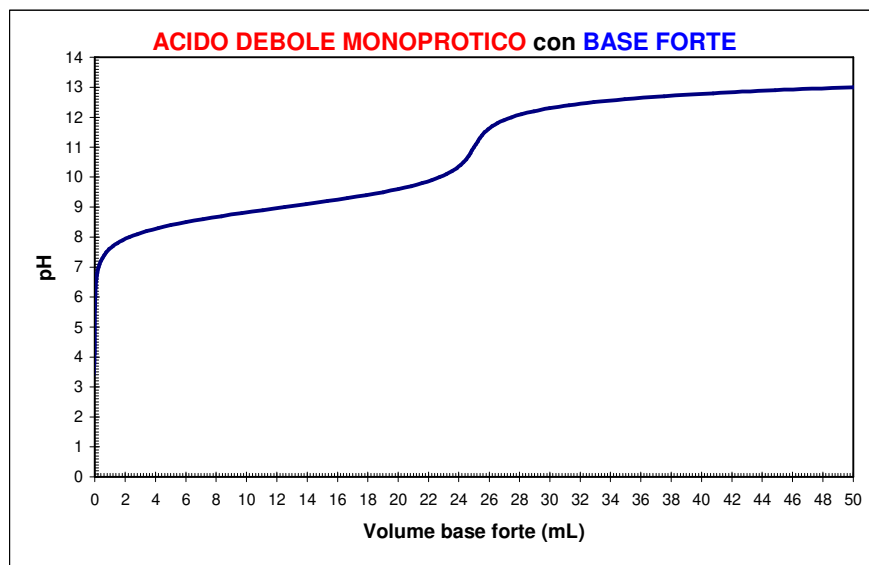
BASE FORTE		
concentrazione	1,0E-1	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO DEBOLE MONOPROTICO		
concentrazione	1,0E-1	mol/L
volume	25,0	mL
K_A	1,0E-3	
$K_A \times C_A$	1,0E-4	



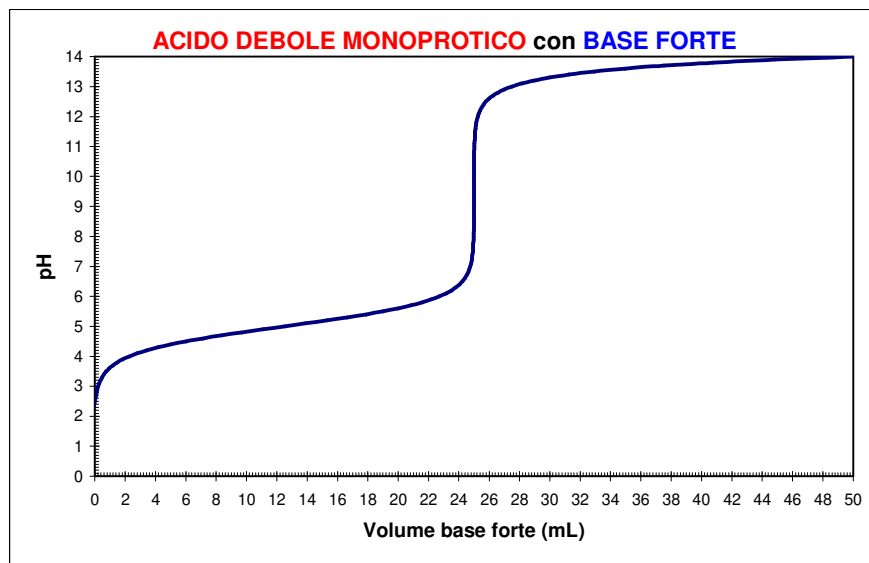
BASE FORTE		
concentrazione	1,0E-1	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO DEBOLE MONOPROTICO		
concentrazione	1,0E-1	mol/L
volume	25,0	mL
K_A	1,0E-6	
$K_A \times C_A$	1,0E-7	



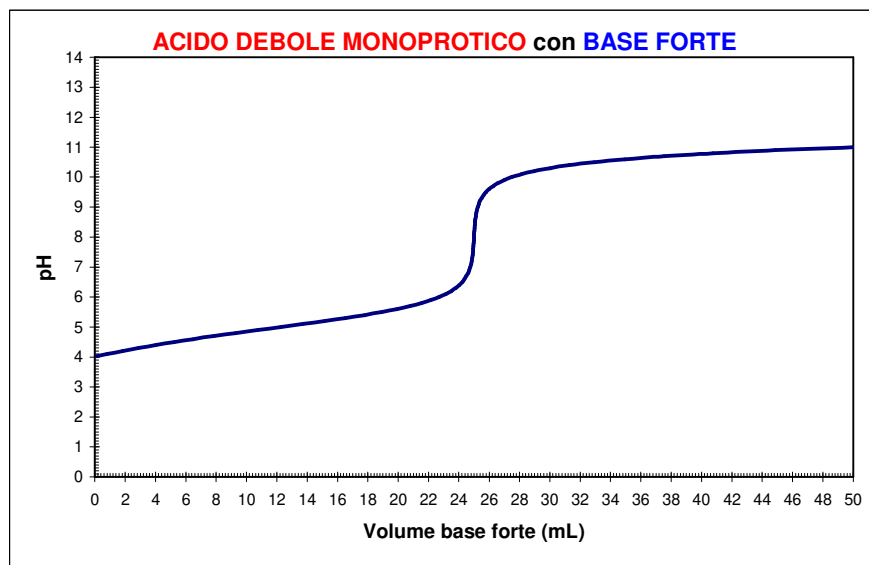
BASE FORTE		
concentrazione	1,0E-1	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO DEBOLE MONOPROTICO		
concentrazione	1,0E-1	mol/L
volume	25,0	mL
K_A	1,0E-9	
$K_A \times C_A$	1,0E-10	



BASE FORTE		
concentrazione	1,0E+0	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO DEBOLE MONOPROTICO		
concentrazione	1,0E+0	mol/L
volume	25,0	mL
K_A	1,0E-5	
$K_A \times C_A$	1,0E-5	



BASE FORTE		
concentrazione	1,0E-3	mol/L
volume al p.e.	25,0	mL
ACIDO DEBOLE MONOPROTICO		
concentrazione	1,0E-3	mol/L
volume	25,0	mL
K_A	1,0E-5	
$K_A \times C_A$	1,0E-8	



Condizione di titolabilità per un acido debole monoprotico

Un acido debole monoprotico è titolabile quando:

$$K_a \cdot C_a \geq 10^{-8}$$

COME SI SCEGLIE L'INDICATORE ACIDO – BASE SULLA LA CURVA DI TITOLAZIONE

Per scegliere il miglior indicatore acido-base occorre analizzare il cosiddetto "salto di pH", ovvero il tratto della curva di titolazione in cui si verifica una netta variazione del pH in funzione del volume di soluzione titolante addizionato, il tratto con maggior pendenza. In generale il "salto di pH" può essere sfruttato dal punto di vista analitico per la scelta dell'indicatore acido – base quando:

- ♦ **la variazione è di 2-3 unità di pH,**
- ♦ **la curva è sufficientemente ripida.**

Quando viene evidenziato un solo "salto di pH" il problema di quale scegliere per individuare l'indicatore acido – base più adatto non sussiste .

Quando invece vengono evidenziati due o più salti per la scelta dell'indicatore viene di solito usato quello più ampio e più ripido rispetto agli altri.

Se due o più salti all'interno della stessa curva di titolazione presentano le stesse caratteristiche può essere scelto un indicatore per ciascuno di essi.

Esistono moltissimi indicatori acido – base, sia singoli che misti.

Le caratteristiche generali degli **indicatori acido – base singoli** sono:

- ◆ possiedono un intervallo di viraggio di 1-2 unità di pH,
- ◆ al di sotto del limite minimo di pH di viraggio sono presenti nella loro forma acida avente colore A,
- ◆ al di sopra del limite massimo di pH di viraggio sono presenti nella loro forma basica avente colore B,
- ◆ all'interno dell'intervallo di pH di viraggio assumono tutte le gradazioni intermedie di colore fra A e B.

Questi indicatori sono adatti per rilevare, con il loro cambiamento di colore, punti di fine titolazione che si trovano all'interno di "salti di pH" di almeno 2-3 unità di pH e sufficientemente ripidi.

Quando invece i salti sono molto più ristretti e non eccessivamente ripidi, è consigliabile ricorrere agli **indicatori acido – base misti**, ovvero un miscuglio di due indicatori aventi le seguenti un intervallo di viraggio molto più ristretto di quelli singoli (minore di 1 unità di pH) e colori della forma acida e basica somma dei colori degli indicatori singoli da cui sono composti.

Gli indicatori acido – base più comuni sono:

INDICATORI ACIDO – BASE SINGOLI				
<i>Indicatore</i>	<i>Colore acido</i>	<i>Intervallo di pH di viraggio</i>	<i>Colore basico</i>	<i>Preparazione</i>
Metilarancio	rosso	3,1 – 4,4	giallo	0,1% in etanolo + acqua 1:4
Verde di bromocresolo	giallo	3,8 – 5,4	blu	0,04% in etanolo
Rosso metile	rosso	4,4 – 6,1	giallo	0,1% in etanolo
Fenolftaleina	incolore	8,2 – 9,8	rosa intenso	1% in etanolo
Timolftaleina	incolore	9,3 – 10,5	blu	0,1% in etanolo

INDICATORI ACIDO – BASE MISTI			
<i>Composizione</i>	<i>Colore acido</i>	<i>Intervallo di pH di viraggio</i>	<i>Colore basico</i>
Verde di bromocresolo + Rosso metile (3:2)	arancio	4,2 – 4,7	blu - verde
Fenolftaleina + Timolftaleina (1:1)	incolore	9,8 – 10,1	viola

Operativamente il cambiamento, cioè il viraggio di colore di un indicatore, sia esso singolo o misto, viene preso come segue:

- ◆ **per gli indicatori che possiedono due forme colorate, all'ultimo cambiamento di colore.**

Esempio: in una titolazione che parte da pH acido, il colore del **Rosso metile** varia da rosso a giallo, passando per varie tonalità di arancio intermedie; il viraggio viene preso all'ultimo cambiamento di colore giallo. In una titolazione che parte da pH basico, il colore del Rosso metile varia da giallo a rosso, passando per varie tonalità di arancio intermedie; il viraggio viene preso all'ultimo cambiamento di colore rosso.

Questi indicatori possono perciò essere usati in entrambi sensi di viraggio.

- ◆ **per gli indicatori che possiedono una forma incolore e l'altra colorata, al primo cambiamento di colore.**

Esempio: in una titolazione che parte da pH acido, il colore della Fenolftaleina varia da incolore a rosa intenso, passando per varie tonalità di rosa intermedie; il viraggio viene preso al primo apparire della colorazione rosa. È sconsigliabile utilizzare questo tipo di indicatori in una titolazione inversa, cioè passando dalla forma colorata a quella incolore, perché l'occhio umano è molto meno sensibile a questo tipo di cambiamento.

Una volta individuato il punto di fine titolazione sulla curva di titolazione, la scelta dell'indicatore acido - base più adatto si esegue facendo sì che

- ◆ **l'ultimo cambiamento di colore si avvicini il più possibile al volume e/o al pH corrispondente al p.f.t. per gli indicatori che possiedono due forme colorate,**
- ◆ **il primo cambiamento di colore si avvicini il più possibile al volume e/o al pH corrispondente al p.f.t. per gli indicatori che possiedono una forma incolore e l'altra colorata.**

Se il cambiamento di avviene lontano dal p.f.t. si commette un **errore di titolazione.**

Si disegna perciò sulla curva di titolazione l'intervallo di viraggio di vari indicatori e si analizza quale è il migliore.