

**Laurea Triennale in Geologia**  
226SM - CHIMICA GENERALE CON  
LABORATORIO ED ELEMENTI DI  
ORGANICA

**Laboratorio di  
Chimica  
Generale**

**Esperienza  
N° 3**

**Determinazione  
del grado di  
acidità di un aceto  
commerciale**

**ACETO**

- Determinazione del gradi di acidità di un aceto commerciale
  - Titolazione
  - Equilibrio acido – base
  - Titolazione acido – base
  - Scelta degli indicatori

## ACETO

**Titolazione**

Una titolazione è un qualunque procedimento analitico che permette di determinare la concentrazione (o *titolo*) di una specie chimica, chiamata *analita*.

Si basano sulla reazione tra l'analita ed un reagente, detto *titolante*, aggiunto in quantità nota.

- ❖ veloci
- ❖ complete
- ❖ esattamente note nella loro stechiometria
- ❖ devono far variare un parametro fisico rilevabile (pH, potenziale elettrochimico, conducibilità, colore ecc.).

## ACETO

In funzione della reazione su cui si basano:

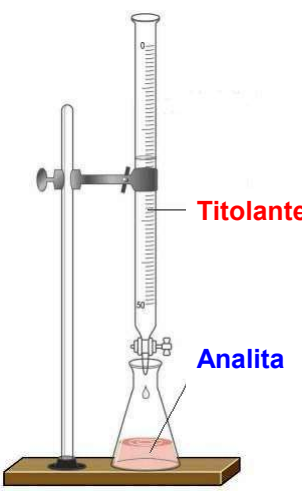
- titolazioni acido-base;
- titolazioni di ossidoriduzione (dette anche redox);
- titolazioni complessometriche;
- titolazioni per precipitazione,

In funzione della tecnica adottata per il rilevamento del completamento della reazione:

- titolazioni volumetriche, con utilizzo di un indicatore;
- titolazioni spettrofotometriche;
- titolazioni conduttimetriche, amperometriche, potenziometriche, coulometriche e voltammetriche di natura elettroanalitica;
- titolazioni radiochimiche, che sfruttano reattivi marcati o l'induzione di radioattività;
- titolazioni calorimetriche.

**ACETO**

**Titolazioni volumetriche**



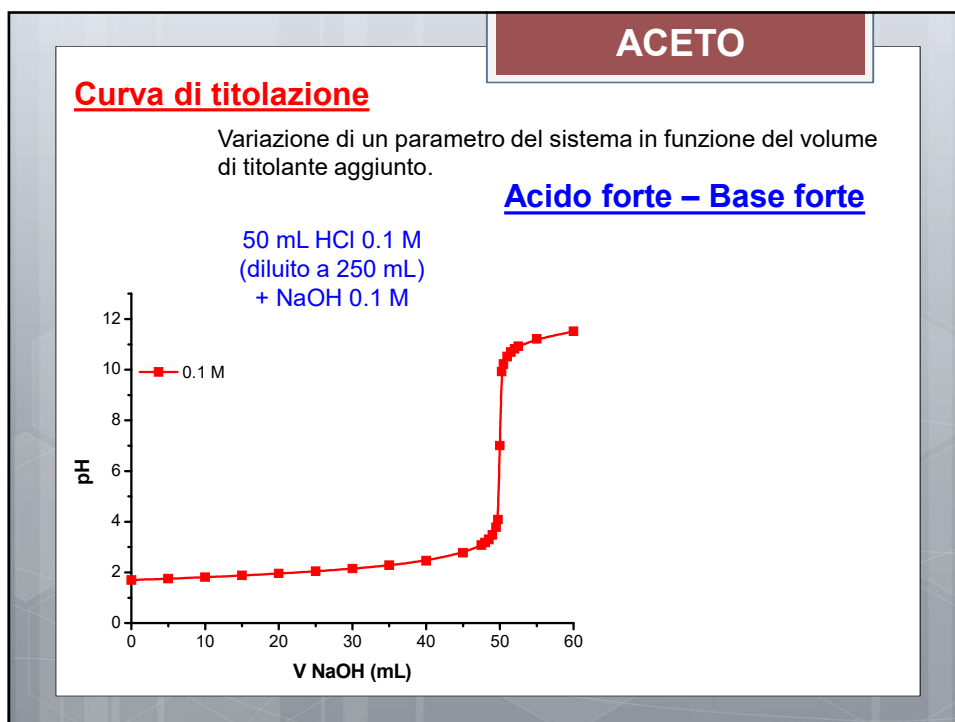
$$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$

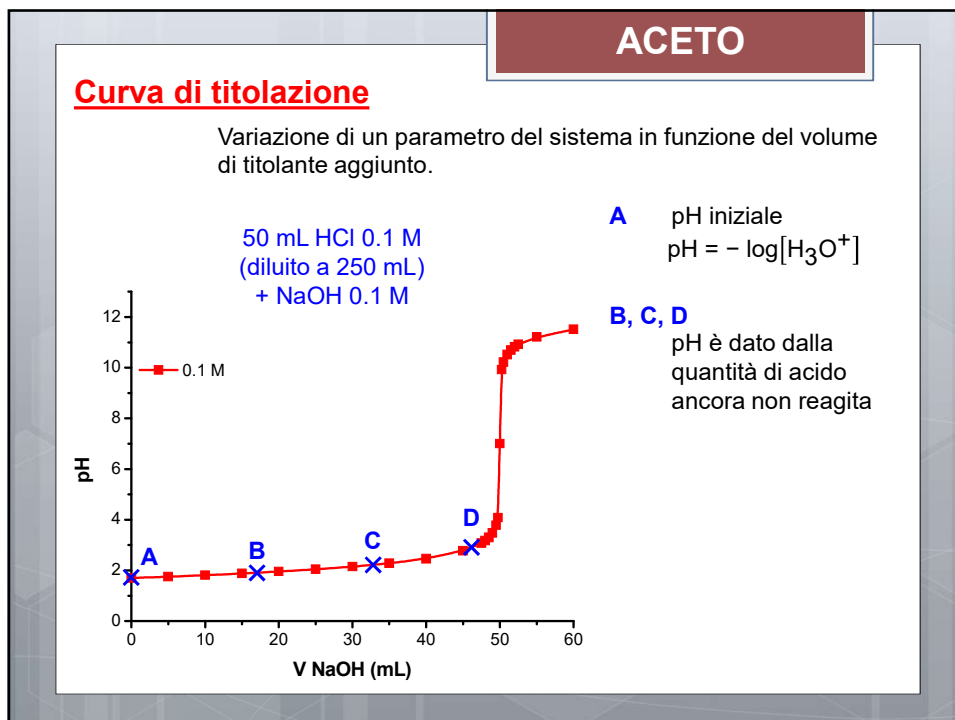
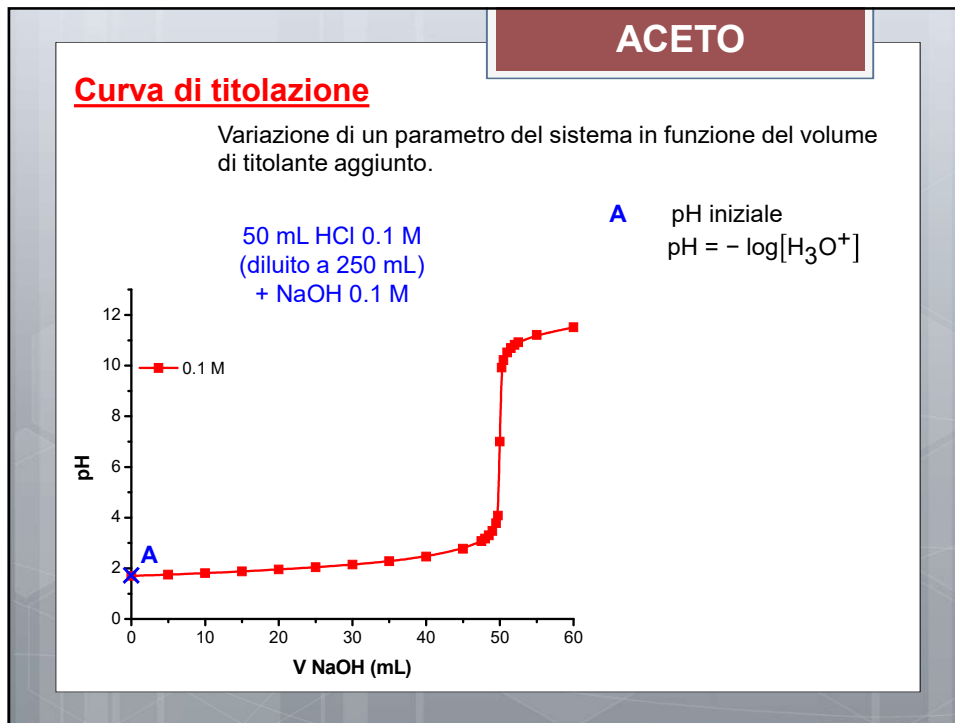
**Punto di equivalenza**  
 $\text{mol}_{\text{analita}} = \text{mol}_{\text{titolante}}$

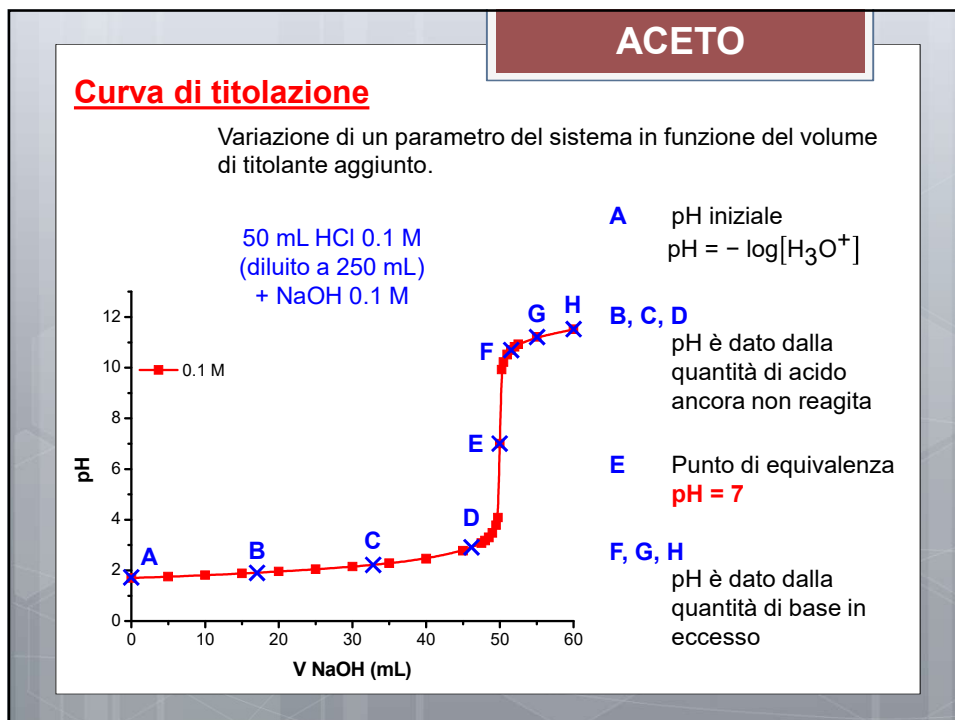
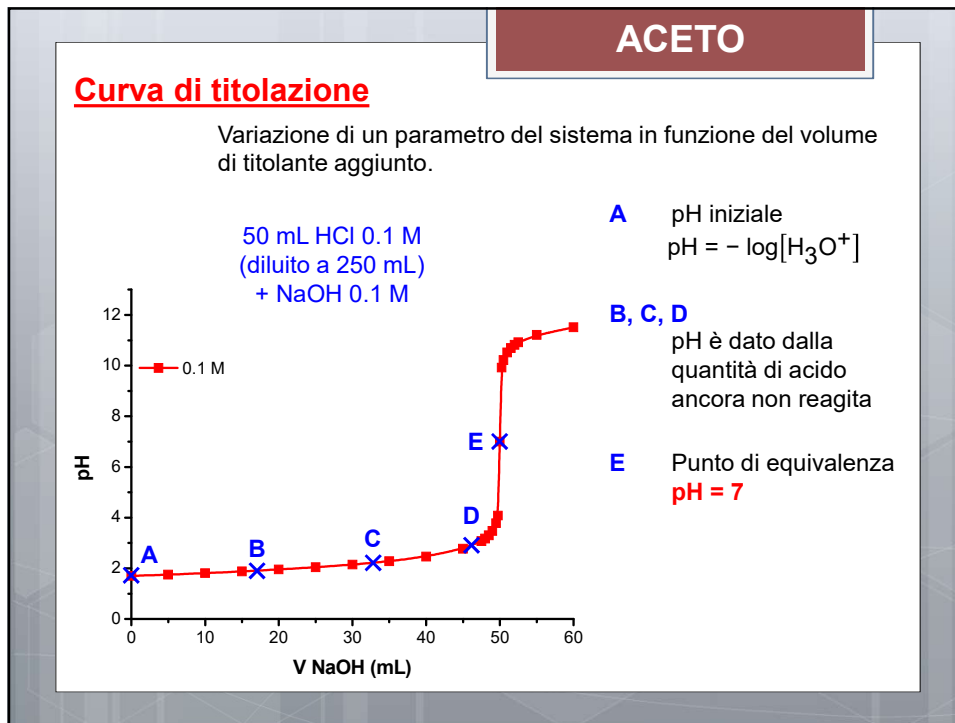
È possibile seguire la reazione tramite:

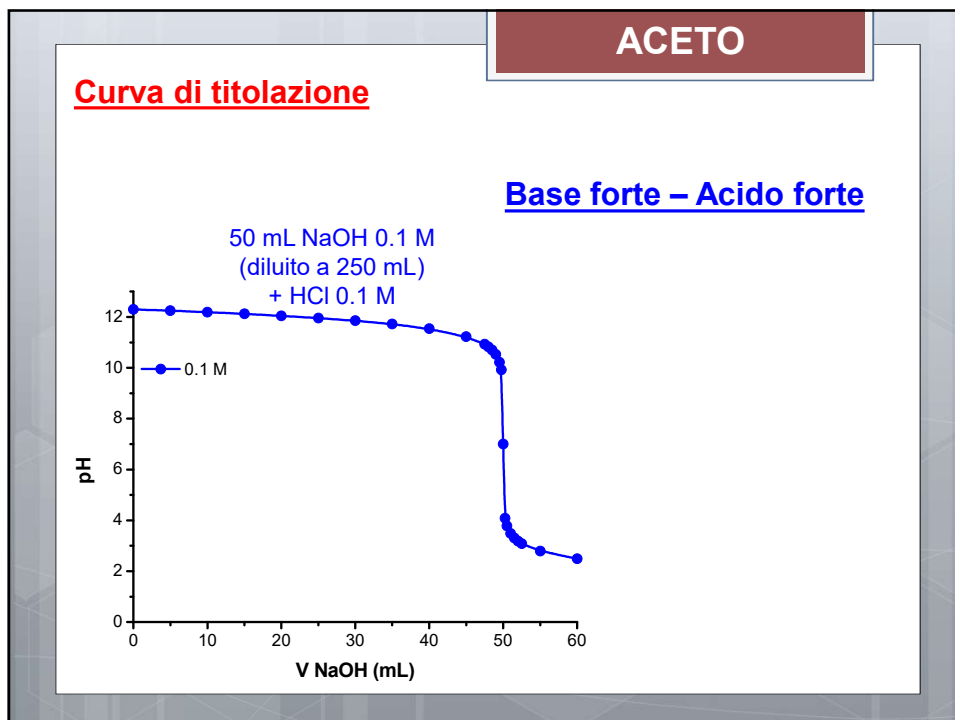
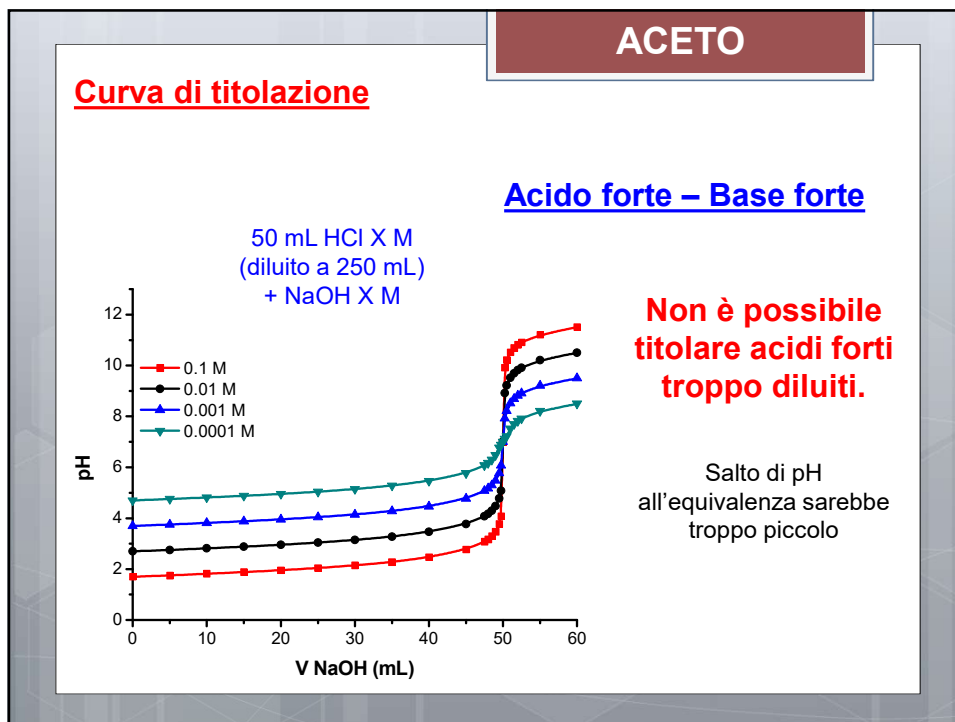
- Indicatore acido-base
- Potenzimetria (pH-metro)
- Conduttimetria

**Punto finale Individuato sperimentalmente**









**ACETO**

Curva di titolazione

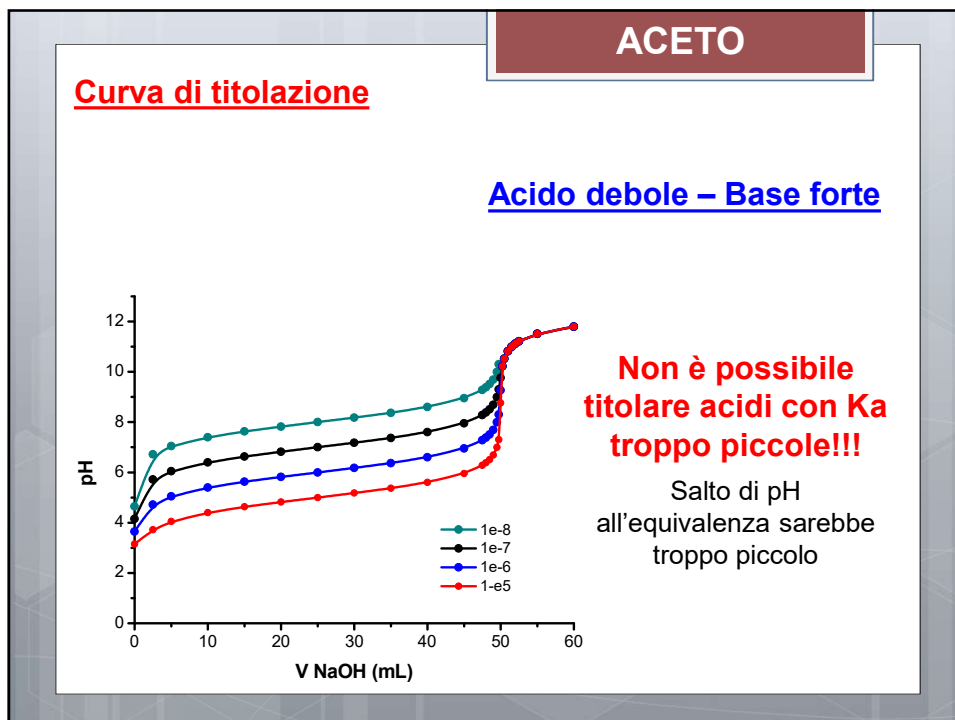
Acido debole – Base forte

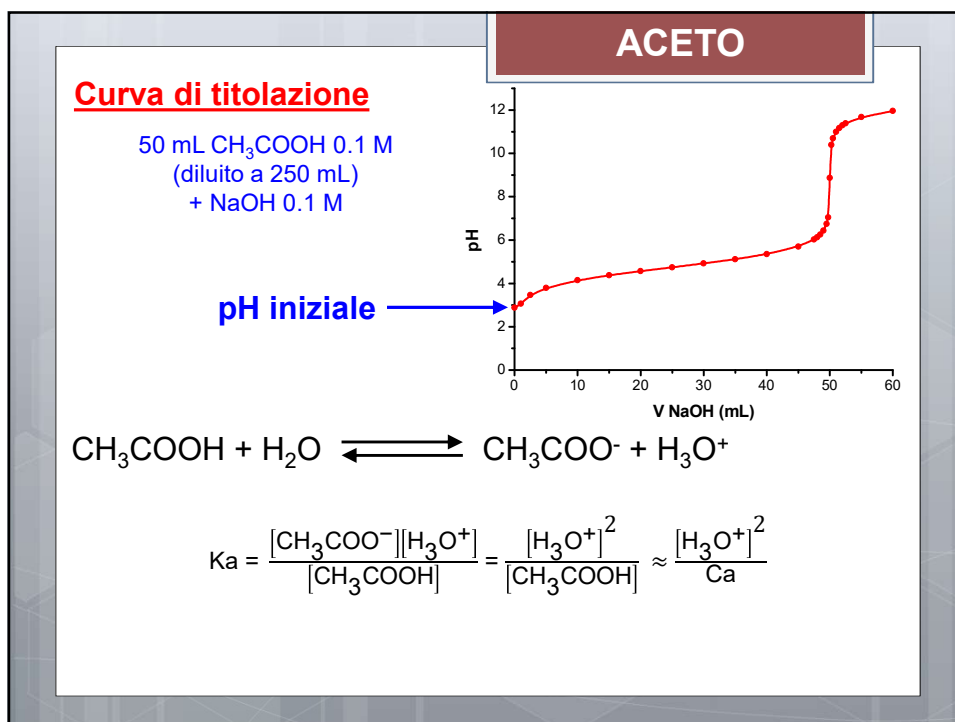
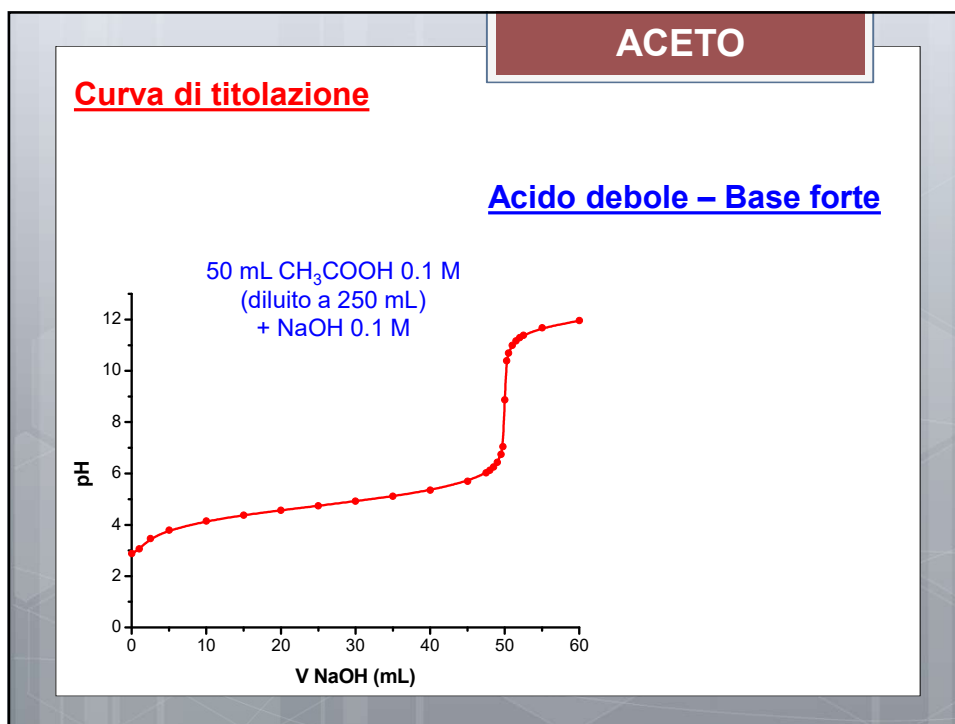
**Reazione**

$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$$

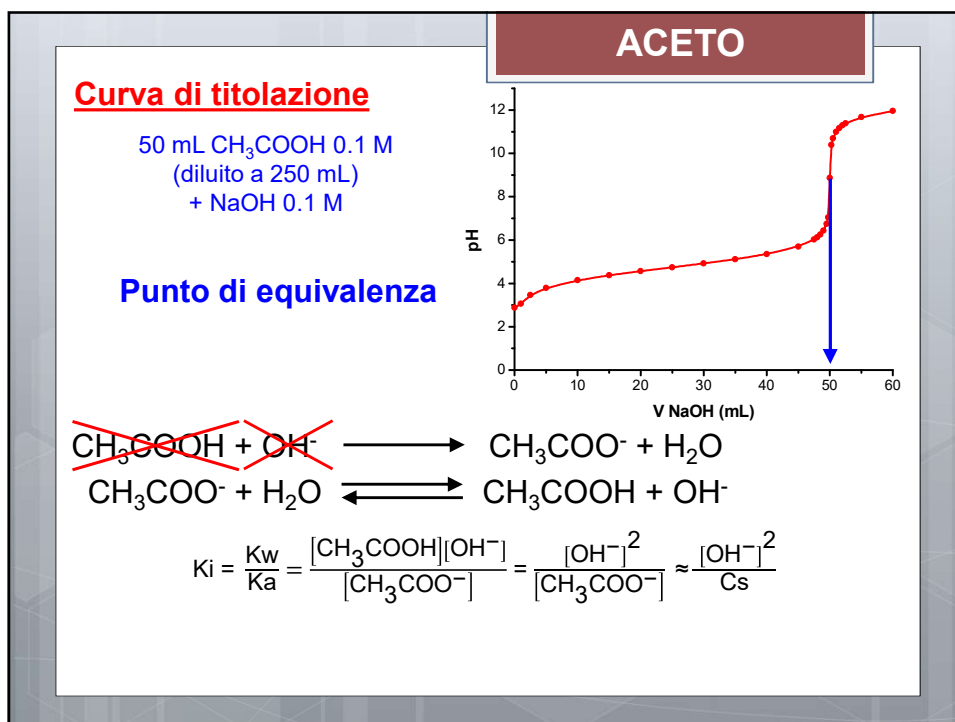
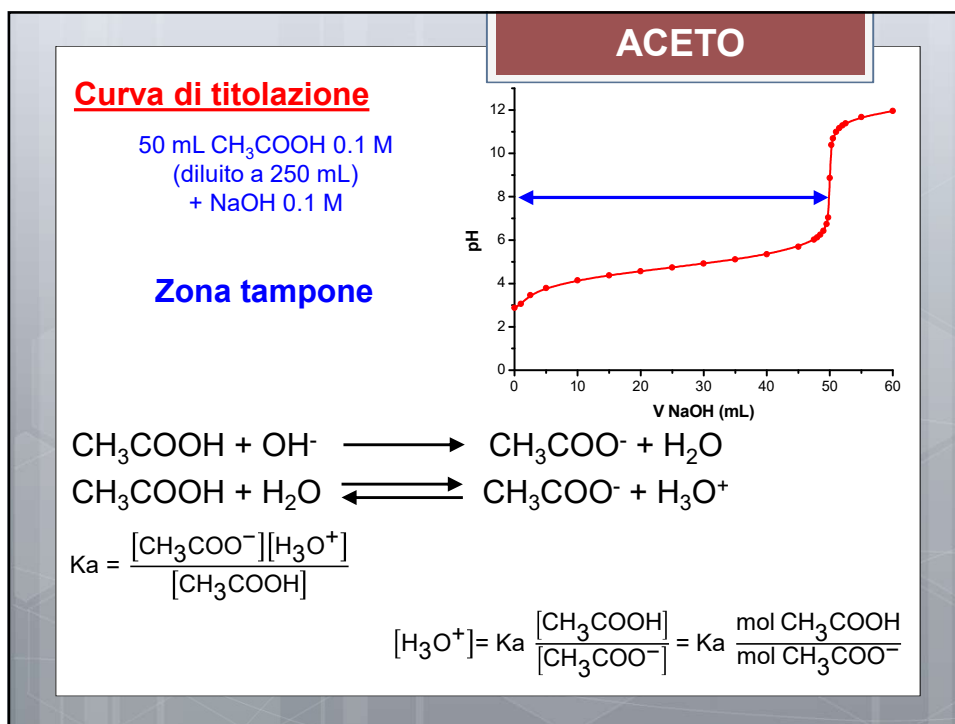
$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]} * \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{K_a}{K_w} = 1.8 * 10^9$$

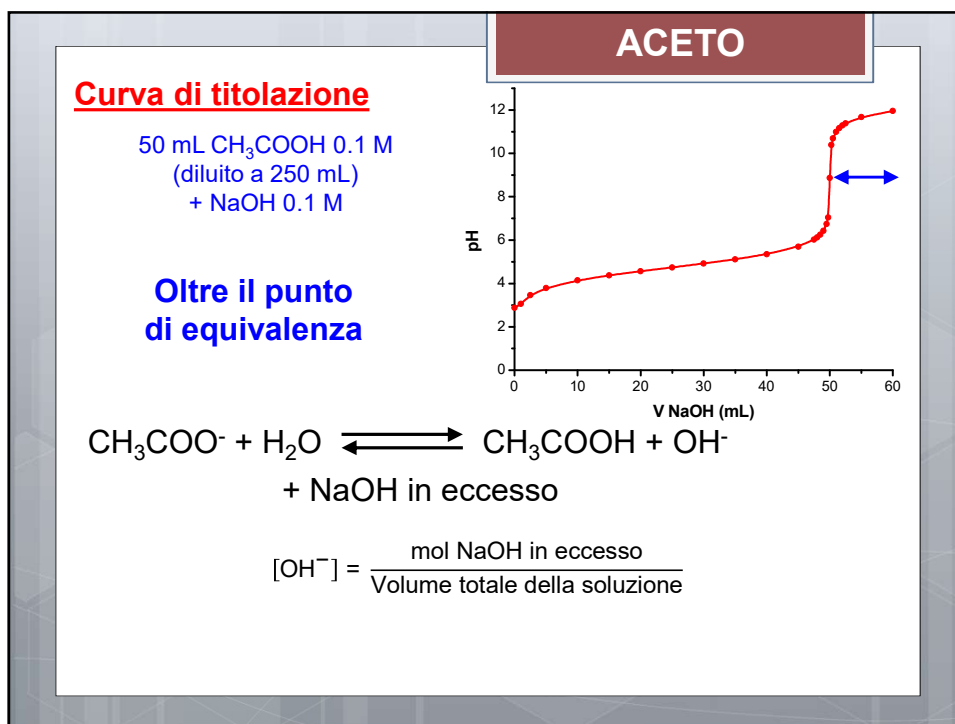
**→ Non è possibile titolare acidi con Ka troppo piccole!!!**











**ACETO**

**Come evidenziare il punto di fine titolazione?**

**Gli indicatori acido - base**

Gli indicatori usati nelle titolazioni acido – base sono acidi o basi organici deboli a elevato peso molecolare, la cui forma acida è di colore diverso da quello della base coniugata.

Il colore impartito alla soluzione dall'indicatore dipende dal valore del rapporto tra le concentrazioni della forma acida e quella basica.

$$\text{HIn}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{In}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+$$
  
rosso  blu

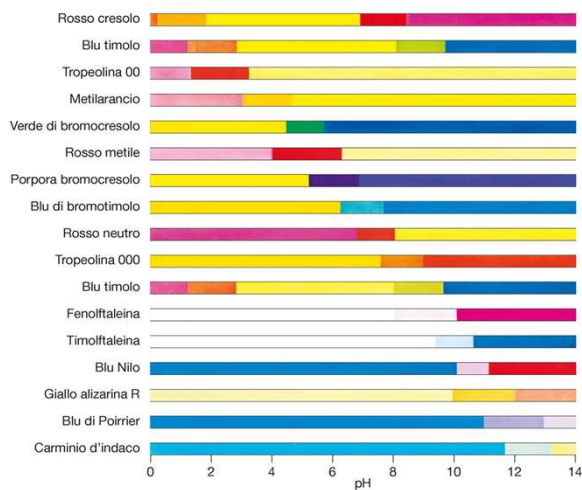
$$\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{\text{In}}}$$



## ACETO

## Come evidenziare il punto di fine titolazione?

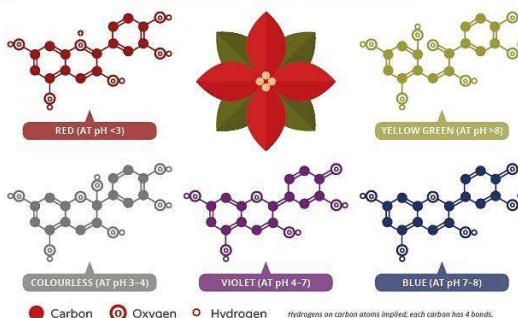
## Gli indicatori acido - base



## ACETO

## CHEMISTRY ADVENT 2016 12

## POINSETTIA PLANT INDICATOR



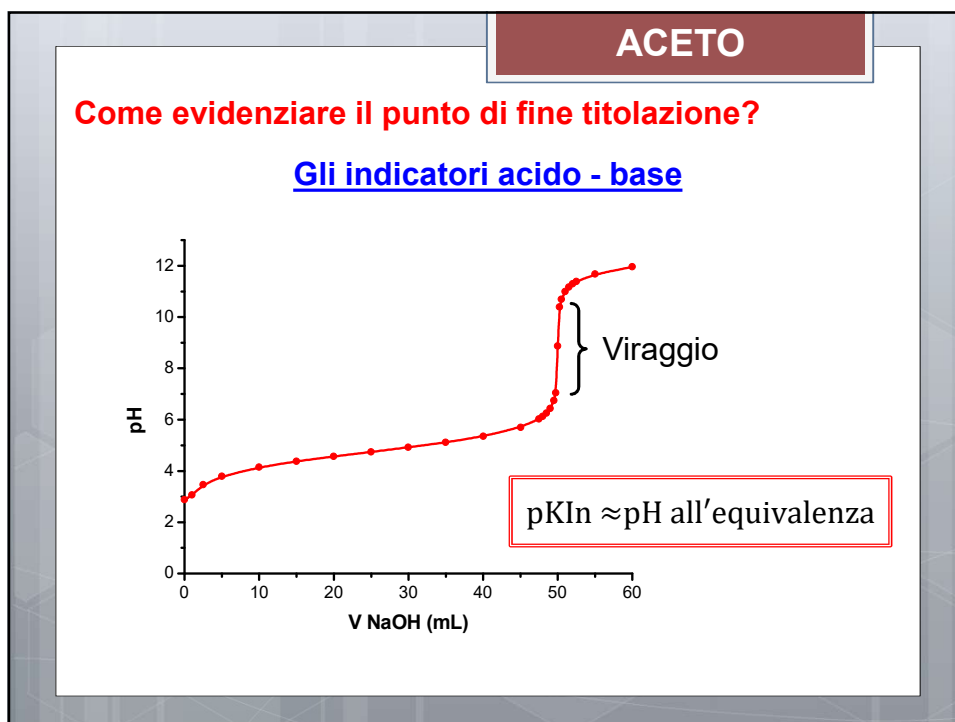
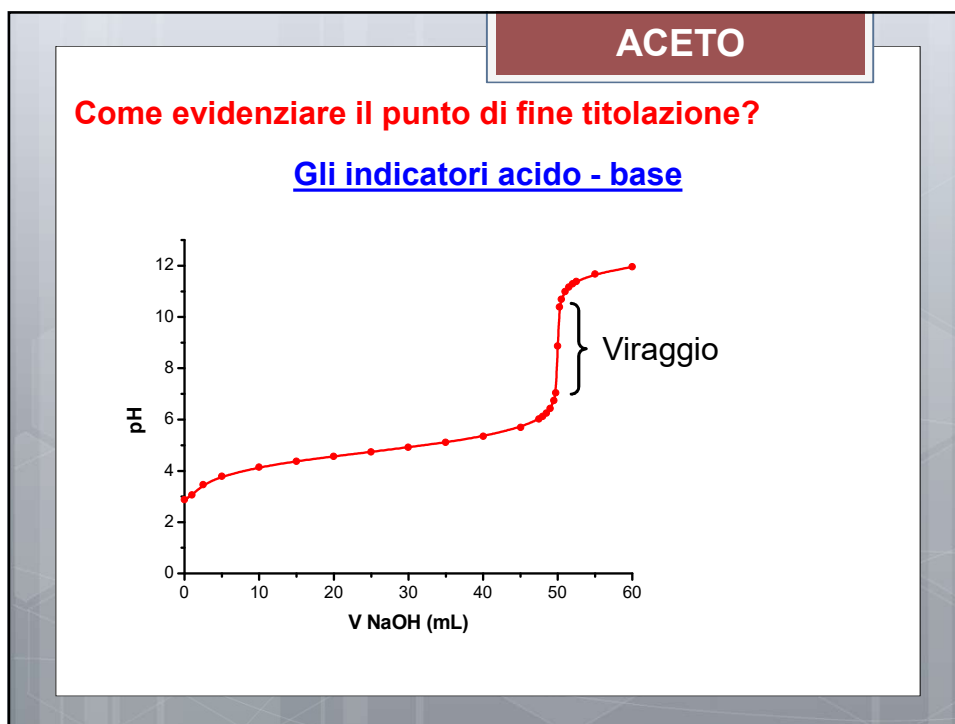
Poinsettias are often sold in the run-up to Christmas; as well as looking colourful they can also be pH indicators! The anthocyanin compounds that give the leaves their red colour can be extracted by boiling the leaves in water. This extract will change colour in solutions of different acidities or alkalinities, as shown above.



© COMPOUND INTEREST 2016 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | @COMPOUNDCHEM  
Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.



CC BY-NC-ND



## ACETO

**Come evidenziare il punto di fine titolazione?**

Gli indicatori acido - base

Indicatore	pKIn	Intervallo di viraggio	Colore HIn	Colore In <sup>-</sup>
Metilarancio	3.4	3.1 – 4.4	Rosso	Giallo
Verde di Bromocresolo	4.9	3.8 – 5.4	Giallo	Blu
Blu di Bromotimolo	7.1	6.0 – 7.1	Giallo	Blu
Fenolftaleina	~ 9.5	8.0 – 9.8	Incolore	Rosa
Timoftaleina	~ 10	8.3 – 10.5	Incolore	Blu

$\text{pH}_E = 8.49$

?

## ACETO

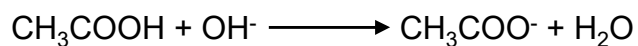
**Grado di acidità dell'aceto**

**Grammi di CH<sub>3</sub>COOH contenuti in 100 mL di aceto.**

**Titolazione**

- Acido debole – base forte
- Volumetrica
- Parametro fisico monitorato: pH

**Reazione**



## ACETO

### Ogni coppia:

- Preparare 250 mL di aceto diluito  
Prelevare 20.00 mL di aceto commerciale con una pipetta tarata e travasarli in matraccio. Quindi portare a volume.

### Ogni singolo:

- Preparare 100 mL di NaOH ~ 0.10 M  
Pesare esattamente circa la quantità di NaOH necessaria, sciogliere in poca acqua in un becker e trasferire quantitativamente nel matraccio. Portare a volume.
- Riempire la buretta con la soluzione di NaOH  
Svinare la buretta con poca soluzione (da buttare via). Quindi eliminare la bolla nella punta, riempire la buretta e azzerarla.

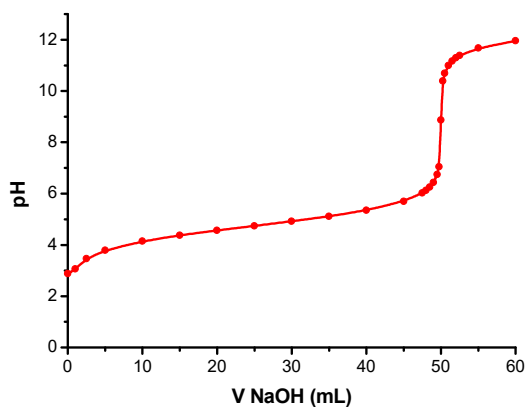
## ACETO

- Prelevare 25.00 mL di aceto diluito in un becker/beuta da 250 mL e diluire a circa 100 mL con acqua distillata.  
Utilizzare pipetta tarata da 25.00 mL
- **Aggiungere 5 gocce della soluzione di fenolftaleina 1% in etanolo**
- Titolare con la soluzione di NaOH  
Aggiungere la soluzione di NaOH lentamente mescolando la soluzione di aceto diluito. Rallentare man mano che la colorazione rosa tende a persistere.
- **Fermare la titolazione quando la colorazione rosa è persistente!!!**
- Registrare il volume di titolante impiegato.
- Ripetere la titolazione 3 volte su 3 aliquote di aceto diluito. Calcolare il valore medio del volume finale ed usarlo per il **calcolo del grado di acidità**.

## ACETO

A casa

Ricostruire la curva di titolazione



## ACETO

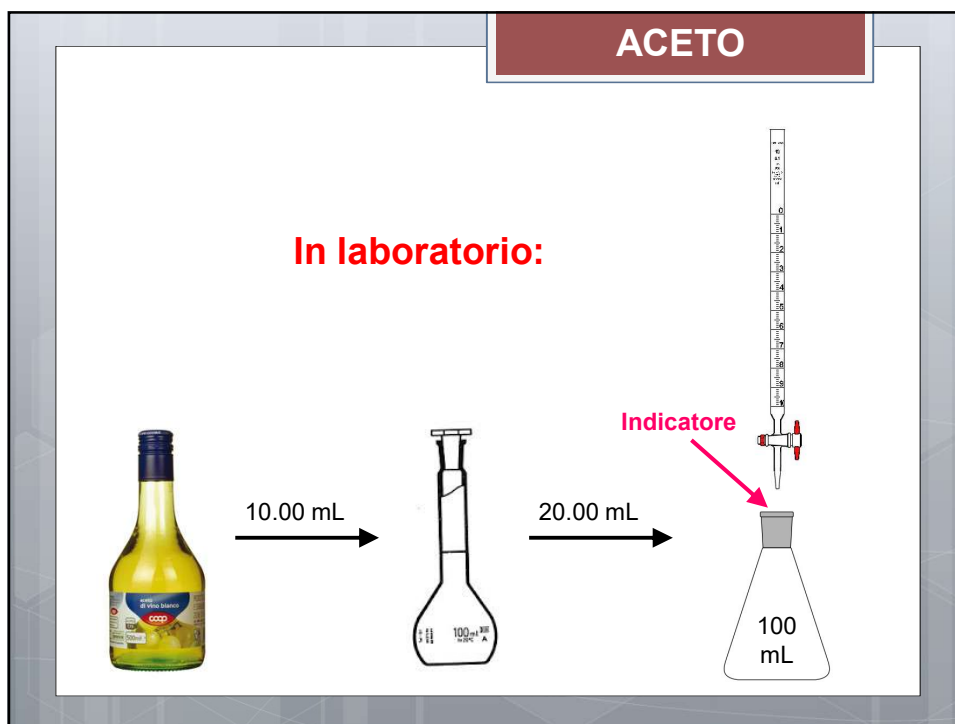
10.00 mL di un aceto commerciale vengono diluiti con acqua in un matraccio da 100.00 mL.

20.00 della soluzione ottenuta vengono posti una beuta, diluiti con acqua a 100 mL e titolati utilizzando una soluzione di NaOH 0.1259 M. La procedura è stata ripetuta 3 volte, ottenendo i seguenti risultati:

1. 15.75 mL
2. 15.90 mL
3. 15.85 mL

Calcolare il grado di acidità dell'aceto commerciale e costruire la curva di titolazione dell'esperimento.





**ACETO**

**Calcoli**

$$V_{\text{medio}} = \frac{15.75 + 15.90 + 15.85}{3} = 15.83 \text{ mL } V_{\text{eq}}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 15.83 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1259 = 1.993 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



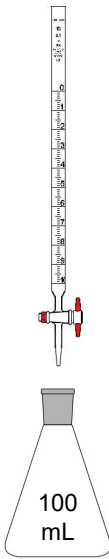
$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.993 \cdot 10^{-3} \cdot 60.05 = 0.1197 \text{ g}$$

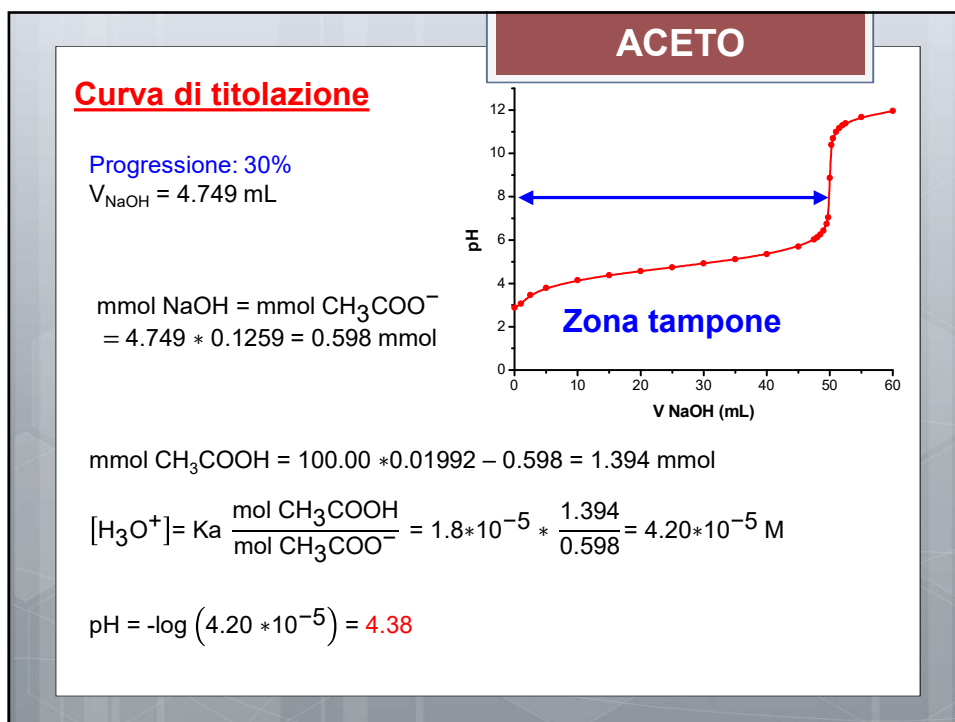
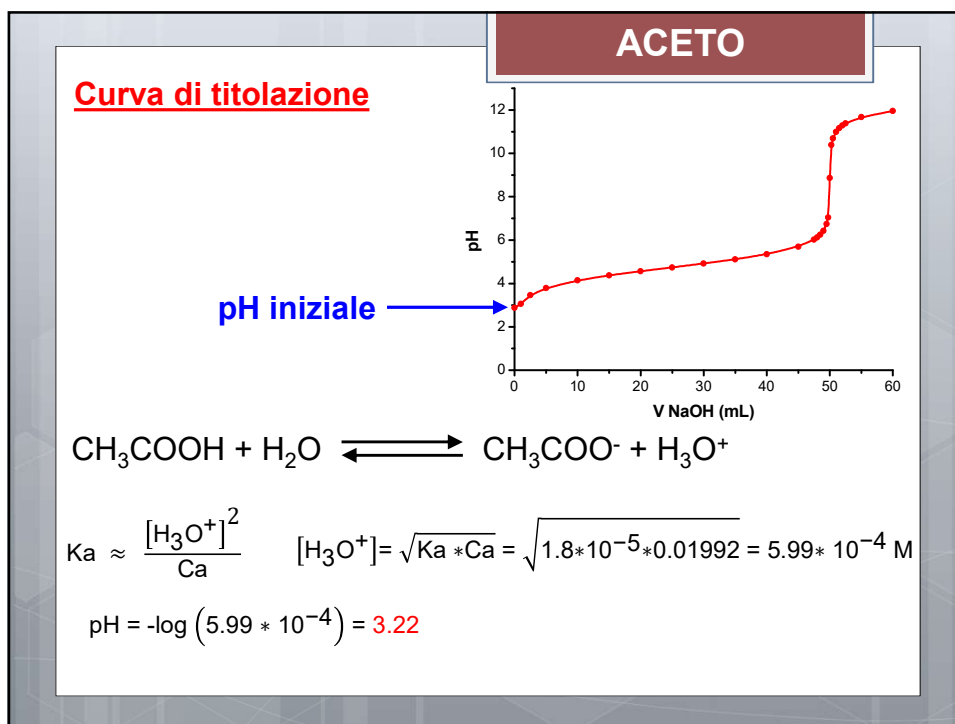
$$\text{mL}_{\text{Aceto titolato}} = 20.00 \cdot \frac{10.00}{100.00} = 2.00 \text{ mL}$$

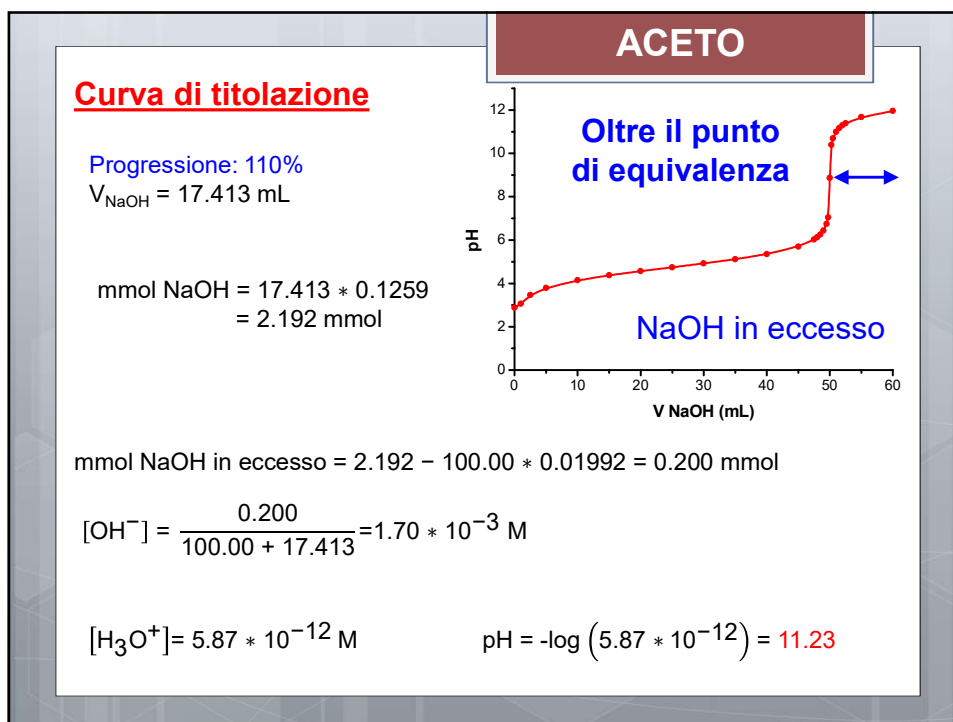
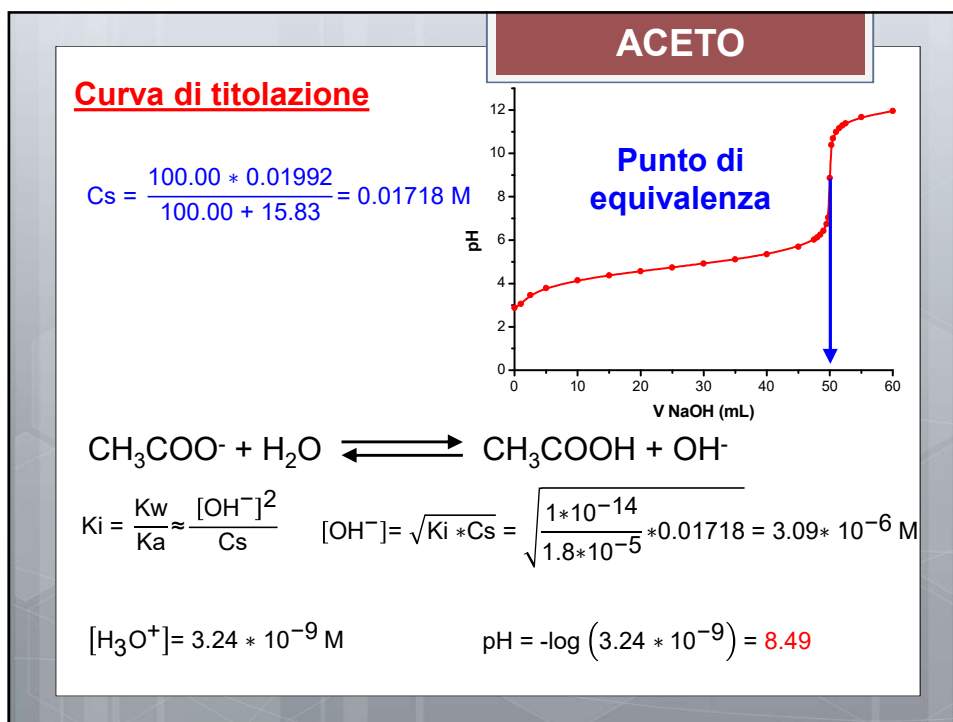
$$\%_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0.1197}{2.00} \cdot 100 = 5.98\%$$

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{5.98}{60.05} \cdot \frac{1}{0.100} = 0.996 \text{ M}$$

<b>ACETO</b>			
<b>Curva di titolazione</b>			
pH iniziale	Tampone	Equivalenza	Dopo equivalenza
0%	5.0%	100.0%	100.5%
	10.0%		101.0%
	20.0%		102.0%
	30.0%		103.0%
	40.0%		104.0%
	50.0%		105.0%
	60.0%		110.0%
	70.0%		120.0%
	80.0%		
	90.0%		
	95.0%		
	96.0%		
	97.0%		
	98.0%		
	99.0%		
	99.5%		

<b>ACETO</b>			
$Ca = 0.996 * \frac{10.00}{100.00} * \frac{20.00}{100.00} = 0.01992 \text{ M}$			
	$\xrightarrow{10.00 \text{ mL}}$		$\xrightarrow{20.00 \text{ mL}}$
			





## ACETO

A casa

Sulla base dei risultati complessivi di tutto il gruppo, calcolare:

Valore medio  $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$

Deviazione standard  $\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$

Risultato  $\bar{x} \pm 3\sigma_x$

## ACETO

A casa

Costruzione dell'istogramma della distribuzione delle misure

