

## Esempio di calcolo della percentuale di acido acetico nell'aceto in base ai dati della titolazione.

### Problema

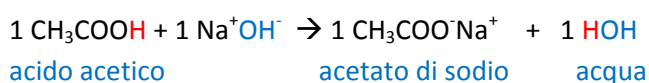
20,0 mL di aceto hanno richiesto per essere titolati (neutralizzati, al viraggio con fenolftaleina) 44,0 mL di NaOH 0,5 M. Calcola la % m/V di acido acetico in quell'aceto.

### Spiegazione del problema:

Nella buretta è stata messa la soluzione di idrossido di sodio contenente 0,5 moli per litro.

Aperto lentamente il rubinetto, questa soluzione è stata addizionata in un becher dove c'erano 20 mL esatti di aceto e qualche goccia di fenolftaleina. L'aceto contiene acido acetico, un acido debole la cui formula è  $\text{CH}_3\text{COOH}$  e il cui idrogeno rosso è l'unico che può essere ionizzato e neutralizzato

Ogni goccia di soluzione di NaOH che cade dalla buretta neutralizza un po' di acido acetico secondo l'equazione della **reazione di neutralizzazione**:



Dallo schema bilanciato vediamo che **ogni** molecola di acido acetico richiede **uno** ione idrossido per essere neutralizzato. Quindi ogni mole di NaOH aggiunta neutralizzerà una mole di acido acetico e ogni millimole di acido acetico richiederà una millimole di NaOH per essere neutralizzato.

Finché le millimoli aggiunte di NaOH saranno meno dell'acido acetico presente inizialmente, ci sarà un eccesso di acido e il pH sarà acido, per cui la fenolftaleina rimarrà incolore.

Quando avremo aggiunto abbastanza NaOH da neutralizzare tutte le moli di acido acetico, la soluzione conterrà solo acetato di sodio e acqua. Questa soluzione ha pH circa 8,30 perché lo ione acetato in esso è una base debole. A questo pH la fenolftaleina inizia a ionizzarsi formando la base coniugata rosa pallido.

Quindi continuiamo ad aggiungere goccia a goccia l'idrossido di sodio finché la soluzione non diventa rosa pallido. Questo sarà il **punto di viraggio** che, grazie alla scelta corretta del tipo di indicatore (fenolftaleina) coinciderà esattamente col **punto equivalente**, cioè il punto a cui sono state aggiunte tante millimoli di idrossido di sodio quante erano le millimoli di acido acetico.

1. Calcolo delle mmol di NaOH in 44 mL. Se la soluzione contiene 0,5 moli per ogni litro, allora conterrà 0,5 millimoli per ogni mL. Poiché i mL sono 44 avremo  $44 \text{ mL} \cdot 0,5 \text{ mmol/mL} = 22 \text{ mmol}$  di NaOH.
2. Calcolo delle moli di acido acetico che sono state neutralizzate dalle 22 mmol di NaOH. Poiché abbiamo visto che ogni molecola di acido acetico è neutralizzata da uno ione idrossido dell'NaOH, possiamo dedurre che le mmol di acido acetico sconosciute devono essere uguali alle mmol di NaOH, cioè 22 mmol.
3. Trasformiamo le mmol di acido acetico che erano nell'aceto, in mg e in g di acido acetico. Poiché  $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  la massa molare è  $2\text{C} + 4\text{H} + 2\text{O} = 2 \cdot 12,011 + 4 \cdot 1,008 + 2 \cdot 15,999 = 60,052 \text{ g/mol}$ . Per la precisione dei dati bastano due cifre significative: 60 g/mol. Se ogni mole di acido acetico pesa 60 grammi, allora ogni millesimo di mole (mmol) peserà 60 millesimi di grammo (mg). Quindi la massa molare è 60 mg/mmol. Dato che abbiamo 22 mmol di acido acetico, ciascuna pesante 60 mg, avremo una massa complessiva di  $22 \text{ mmol} \cdot 60 \text{ mg/mmol} = 1320 \text{ mg} = 1,32 \text{ g}$ .
4. Riportiamo a 100 mL per avere la percentuale m/V. Poiché la massa di 1,32 g di acido acetico si trovava nel volume di 20,0 mL di acido acetico prelevati, e poiché dobbiamo sapere quanti grammi di tale acido si trovano in 100 mL di aceto, come Gaia insegna faremo  $1,32 \text{ g} \cdot 5 \text{ volte} = 6,6 \text{ g}$  su 100 mL = 6,6 %.