

OPERATORE: Leonardo Nigro

21/12/2023

Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", Università di Bologna

TITOLO: determinazione durezza dell'acqua e della componente calcica e magnesiaca nell'acqua utilizzando una soluzione di EDTA standardizzata con una soluzione di cloruro di zinco (ZnCl₂)

STANDARDIZZAZIONE DELLA SOLUZIONE DI EDTA

REAGENTI: EDTA sale sodico solido (PM=452,2), ZnCl₂ (1g/L di Zn), soluzione tampone ammoniacale a pH=10, nero eriocromo T (indicatore)

METODO E RISULTATI: È stata preparata una soluzione di EDTA circa 0,01 N con è stata riempita la buretta ed è stato calcolato il volume di ZnCl₂ necessario per titolare circa 10 mL di EDTA circa 0,01 N. Per prelevare un volume di ZnCl₂ più accurato il valore ottenuto è **stato approssimato a 10 mL**, sarà quindi necessario più EDTA per raggiungere il PE. Nella beuta è stato trasferito il volume preciso di ZnCl₂, poi 5 mL di tampone ammoniacale per portare la soluzione a **pH circa 10** e una quantità di indicatore sufficiente a impartire una colorazione rossa. Sono state effettuate **tre titolazioni**.

	V EDTA mL	N EDTA
TITOLAZIONE 1	15,1	0,01012927
TITOLAZIONE 2	15,1	0,01012927
TITOLAZIONE 3	15,1	0,01012927

Materiale	Tolleranza
Pipetta tarata da 10 mL	± 0,02 mL
Burette da 25 mL	± 0,03 mL

Tabella 1 – Volume di EDTA al PE e Normalità soluzione di EDTA determinata con ciascuna titolazione

Per ciascuna delle tre titolazioni:

- 1) È stata calcolata la **Normalità di EDTA** dividendo il numero di **equivalenti di ZnCl₂** nella soluzione per il **volume di EDTA al punto equivalente**.
- 2) dopo aver calcolato l'**errore relativo** del volume di EDTA e quello del volume di ZnCl₂ è stato ottenuto l'**errore relativo della Normalità di EDTA sommando i due errori relativi**.
- 3) successivamente è stato determinato l'**errore tecnico assoluto della concentrazione di EDTA** moltiplicando l'errore relativo per la Normalità di EDTA

Con i risultati delle tre titolazioni sono state calcolate la **N EDTA media** e la **deviazione standard campionaria**, poi è stata determinata la **t di Student** per [$\alpha=0,05$; gradi di libertà=3-1]

La deviazione standard campionaria è stata divisa per la **radice quadrata del numero di misure effettuate** (3) e, una volta sommata a questa la media dell'errore tecnico assoluto, è stato ottenuto l'**intervallo di confidenza al 95% della Normalità di EDTA media con 3 misure**:

(0,01013 ± 0,00004) N, che considera sia errori statistici che tecnici

n	v	sc N EDTA
3	2	0,000
α scelto	t tab a scelto, v	Ea (errori tecnici) N EDTA
0,05	4,30265273	4,03829E-05

Siccome nelle tre titolazioni il volume di EDTA punto equivalente è risultato lo stesso, la deviazione standard campionaria è nulla, quindi **ΔN EDTA è solo uguale alla media dell'errore tecnico assoluto**. Questo porta ad avere un E% dello 0,4%.

DETERMINAZIONE DUREZZA TOTALE DELL'ACQUA

REAGENTI: Soluzione di EDTA 0.01013 N, campione di acqua di rete, soluzione tampone ammoniacale a pH=10, nero eriocromo T (indicatore)

METODO E RISULTATI: È stato riempito un matraccio da 50 mL con **acqua di rete** ed è stata trasferita quantitativamente in una beuta, poi sono stati aggiunti 5 mL di soluzione tampone per portare la soluzione a **pH circa 10**. Successivamente è stata aggiunta una quantità di indicatore sufficiente a impartire una colorazione rossa nella beuta ed è stata riempita la buretta con la soluzione di EDTA standardizzata. Sono state effettuate **tre titolazioni**.

Per esprimere la durezza totale dell'acqua in **gradi francesi (°F)**, sono stati determinati gli **equivalenti $[Ca^{2+} + Mg^{2+}]$** che coincidono con gli equivalenti di EDTA al PE. Un grado francese corrisponde a 1g $CaCO_3/100L$ di acqua, quindi conoscendo gli equivalenti, il PE di $CaCO_3$ (100,18 g/eq) e il volume di acqua di rete nella beuta è stata determinata la durezza totale dell'acqua.

	V EDTA mL	eq $[Ca^{2+} + Mg^{2+}]$	°F totali
TITOLAZIONE 1	21,8	0,000220818	44,24488706
TITOLAZIONE 2	21,9	0,000221831	44,44784526
TITOLAZIONE 3	21,7	0,000219805	44,04192886

Tabella 2 – Volume di EDTA al P.E. e durezza totale dell'acqua determinata con ciascuna titolazione

È stata determinata una nuova t di Student per $[\alpha=0,05; \text{gradi di libertà}=3-1]$, poi sono state calcolate la media della durezza dell'acqua (°F) e la deviazione standard campionaria.

La deviazione standard campionaria è stata divisa per la **radice quadrata del numero di misure effettuate (3)** ottenendo **l'intervallo di confidenza al 95% della durezza totale dell'acqua (°F) media con 3 misure:**

$(44,2 \pm 0,5)$ °F, che considera solo errori statistici

<i>n</i>	<i>v</i>	s_c °F
3	2	0,202958198
α scelto	<i>t</i> tab α scelto, <i>v</i>	σ °F medi
0,05	4,3026527	0,11717797

DETERMINAZIONE DELLA COMPONENTE CALCICA E MAGNESIACA NELL'ACQUA

MATERIALE: Soluzione di EDTA 0,01013 N, campione di acqua di rete, soluzione KOH pH=12, acido calconcarbonico (indicatore)

METODO E RISULTATI: È stato riempito un matraccio da 50 mL con **acqua di rete** ed è stata trasferita quantitativamente in una beuta, poi sono stati aggiunti 5 mL di KOH per portare la soluzione a **pH circa 12** e quindi far precipitare come idrossido il magnesio.

Successivamente è stata aggiunta una quantità di indicatore sufficiente a impartire una colorazione rossa nella beuta ed è stata riempita la buretta con la soluzione di EDTA standardizzata. Sono state effettuate **tre titolazioni**.

Per esprimere la componente calcica della durezza dell'acqua in **gradi francesi (°F)**, sono stati determinati gli **equivalenti di Ca^{2+}** che coincidono con gli equivalenti di EDTA al PE.

Conoscendo gli equivalenti di Ca^{2+} , il PE di CaCO_3 e il volume di acqua di rete nella beuta è stata determinata la **componente calcica della durezza dell'acqua**.

	V EDTA mL	eq Ca^{2+}	°F comp calcica
TITOLAZIONE 1	15,8	0,000160042	32,06739521
TITOLAZIONE 2	16	0,000162068	32,4733116
TITOLAZIONE 3	16	0,000162068	32,4733116

Tabella 3 – Volume di EDTA al P.E. e durezza calcica dell'acqua

È stata determinata una nuova t di Student per [$\alpha=0,05$; **gradi di libertà=3-1**], poi sono state calcolate la media della durezza calcica dell'acqua (°F) e la deviazione standard campionaria.

La deviazione standard campionaria è stata divisa per la **radice quadrata del numero di misure effettuate (3)** ottenendo **l'intervallo di confidenza al 95% della durezza calcica dell'acqua (°F) media con 3 misure**:

(32,3 ± 0,6) °F, che considera solo errori statistici

n	v	s_c °F c.c.
3	2	0,23435594
α scelto	t tab α scelto, v	σ °F c.c. media
0,05	4,3026527	0,135305465

La durezza magnesiaca media è stata ottenuta **sottraendo alla durezza totale media quella calcica media e sommando i due errori**:

DUREZZA TOTALE = (44,2 ± 0,5) °F

DUREZZA CALCICA = (32,3 ± 0,6) °F

DUREZZA MAGNESIACA = (11,9 ± 1,1) °F