



GIOCHI E CAMPIONATI INTERNAZIONALI DELLA CHIMICA 2022-23



FINALI NAZIONALI – Roma, 24-26 maggio 2023

SECONDA PROVA – CLASSE DI CONCORSO A

Problema N° 1:

Una soluzione del volume di 20 mL di un acido forte monoprotico, con formula generica HA, alla concentrazione di 0,10 M, viene titolata con una soluzione di base forte, NaOH, anch'essa alla concentrazione di 0,10 M.

- a. Costruire una tabella con i valori di pH (approssimati alla prima cifra decimale) calcolati nei seguenti punti:

mL aggiunti di titolante	pH della soluzione
0	
2	
10	
15	
19	
20	
21	
23	
30	

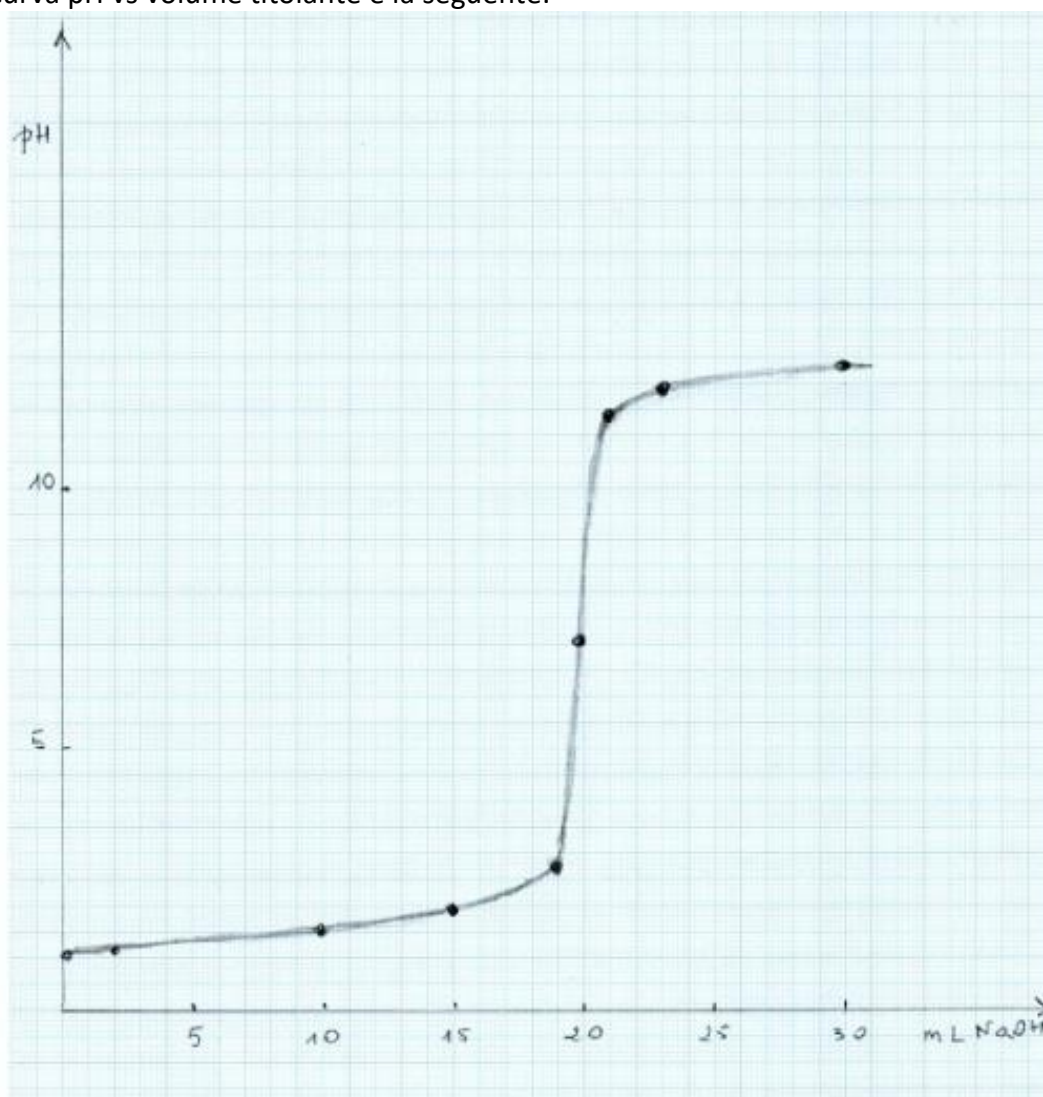
- b. Tracciare la curva che riporti il pH in funzione del volume di titolante sfruttando i dati della tabella di cui sopra.
- c. Scegliere l'indicatore acido-base più adatto tra quelli di seguito elencati, giustificando la scelta:
- blu di bromotimolo, intervallo di viraggio a pH 6,0 – 7,6
 - fenolftaleina, intervallo di viraggio a pH 8,3 – 10
 - timolftaleina, intervallo di viraggio a pH 9,3 – 10,5
 - metilarancio, intervallo di viraggio a pH 3,2 – 4,4

Risposte Problema N°1:

a. La tabella è la seguente:

mL aggiunti di titolante	pH della soluzione
0	1,0
2	1,1
10	1,5
15	1,8
19	2,6
20	7,0
21	11,4
23	11,8
30	12,3

b. La curva pH vs volume titolante è la seguente:



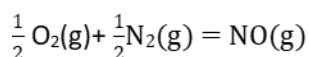
c. L'indicatore più adatto è il blu di bromotimolo perché contiene il pH del punto equivalente all'interno del suo intervallo di viraggio (vanno comunque bene anche gli altri tre perché i loro intervalli di viraggio sono all'interno del salto di pH che si verifica intorno al punto equivalente).

Problema N° 2:

A 25 °C l'energia libera standard di formazione dell'ossido di azoto NO gassoso è 86.55 kJmol^{-1} . Le entropie standard di $\text{O}_2(\text{g})$, $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{NO}(\text{g})$ sono 29.355, 20.125, $29.844 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$. Calcolare l'energia libera standard di formazione dell'ossido di azoto gassoso a 110 °C.

Risposte Problema N°2:

Consideriamo la reazione di formazione di una mole di ossido di azoto:



Il problema richiede di valutare $\Delta_r G^\circ(T_1) \equiv \Delta G^\circ_f(\text{NO}(\text{g}), T_1)$ a $T_1 = 383 \text{ K}$ (110°C) per tale reazione. Partiamo dalla seguente equazione che definisce la variazione di $\Delta_r G^\circ$ con la temperatura:

$$d \Delta_r G^\circ(T) / dT = - \Delta_r S^\circ(T) \quad (1)$$

In mancanza di informazioni specifiche assumiamo

$$\Delta_r S^\circ(T) \simeq \Delta_r S^\circ(T_0), T_0 = 298 \text{ K} \quad (2)$$

nell'intervallo di temperature tra 25°C e 110°C .

Ciò è equivalente ad assumere che, per qualche effetto di compensazione tra reagenti e prodotti, si abbia $\Delta_r C_p^\circ(T) \simeq 0$ in tale intervallo.

Integrando eq (1) rispetto alla temperatura facendo uso dell'approssimazione eq (2) otteniamo

$$\Delta G^\circ_f(T_1) = \Delta G^\circ_f(T_0) - \Delta S^\circ_f(T_0)(T_1 - T_0) \quad (3)$$

Il $\Delta S^\circ_f(T_0)$ è calcolabile dalle entropie standard fornite:

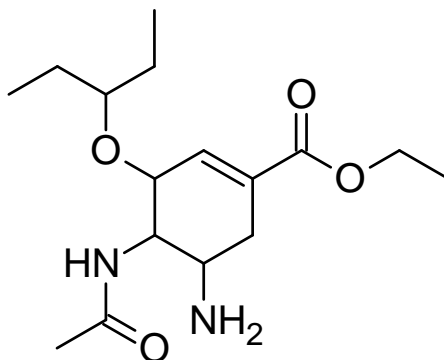
$$\Delta S^\circ_f(T_0) = S^\circ(\text{NO}, \text{g}) - \frac{1}{2} S^\circ(\text{O}_2, \text{g}) - \frac{1}{2} S^\circ(\text{N}_2, \text{g}) = (29.844 - \frac{29.355}{2} - \frac{220.125}{2}) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 5.104 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Sostituendo tale valore in eq (3) si ottiene

$$\Delta G^\circ_f(T_1 = 383 \text{ K}) = (86.55 - 5.104 \times 10^{-3} \times 85) \text{ kJ mol}^{-1} = 86.12 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Problema N° 3:

Di seguito è riportata la struttura di una nota molecola con proprietà antivirale, utilizzata per il trattamento e la profilassi dell'influenza, disponibile sotto forma di sale fosfato in capsule rigide o in sospensione per uso orale.

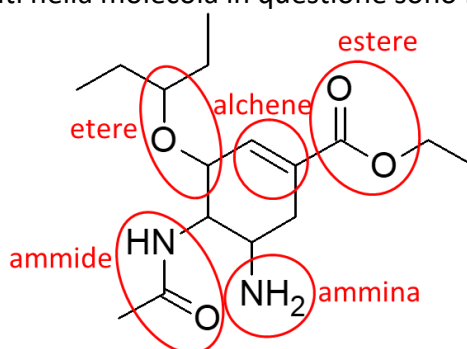


Rispondere ai seguenti quesiti:

- Indicare e nominare i gruppi funzionali presenti nella molecola.
- Quale dei gruppi funzionali può formare il sale con fosfato?
- Indicare i legami $C(sp^3)-C(sp^2)$ e $C(sp^2)-C(sp^2)$.
- Specificare la ibridazione orbitale per tutti gli atomi di ossigeno della molecola.
- Riportare il numero di ossidazione per ciascuno dei sei atomi di carbonio nella porzione ciclica.
- Per ogni legame covalente polare indicare il dipolo elettrico mediante il simbolo $\overset{+}{\rightarrow}$ con la punta rivolta verso il polo negativo.
- Scrivere le forme di risonanza più significative per la molecola data.
- Denominare il residuo alchilico $(CH_3CH_2)_2CH-$ e rappresentare i suoi isomeri costituzionali.

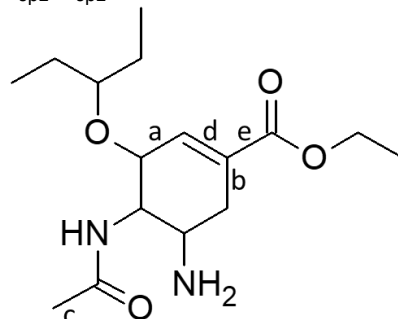
Risposte Problema N°3:

- a. I gruppi funzionali presenti nella molecola in questione sono indicati qui di seguito.

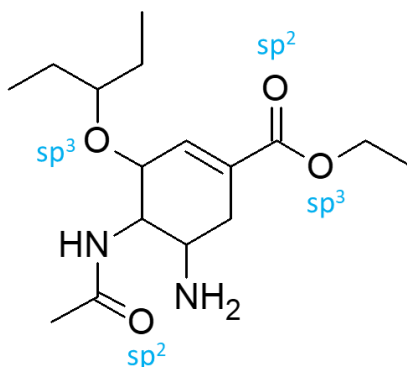


N.B.: per la precisione, estere ed alchene formano un unico gruppo funzionale, indicabile come estere α,β -insaturo.

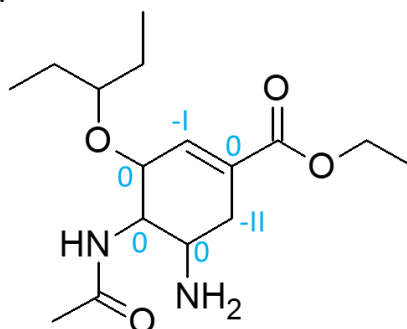
- b. L'ammina è l'unico gruppo funzionale della molecola in grado di formare il sale con fosfato.
c. Facendo riferimento alla struttura riportata qui sotto, i legami $C_{sp^3}-C_{sp^2}$ sono indicati con le lettere a,b,c; invece, i legami $C_{sp^2}-C_{sp^2}$ sono indicati con le lettere d,e



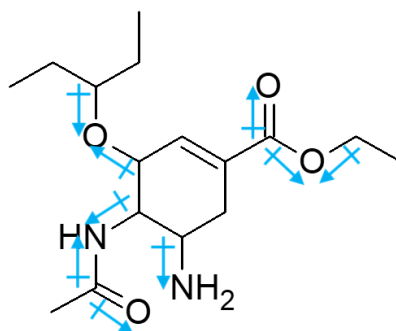
- d. L'ibridazione orbitalica per tutti gli atomi di ossigeno della molecola è raffigurata nella struttura seguente.



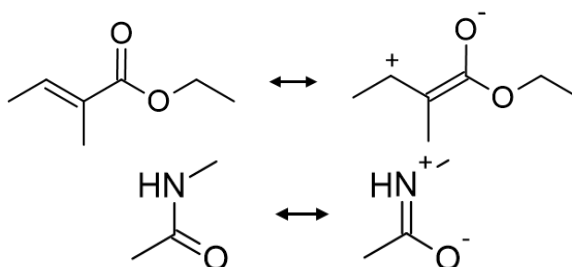
- e. Il numero di ossidazione per ciascuno dei sei atomi di carbonio nella porzione ciclica è indicato nella struttura qui sotto.



- f. Il dipolo elettrico per ciascuno dei legami covalenti polari della molecola in questione sono disegnati qui sotto.



- g. Le forme di risonanza più significative per la molecola in questione sono le seguenti (NOTA: per semplicità, sono state qui disegnate solo porzioni della molecola):



- h. Il residuo alchilico $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CH}-$ si chiama 1-etil-propile. I suoi isomeri costituzionali sono invece i seguenti:

