

## Giochi e Campionati Internazionali della Chimica 2026

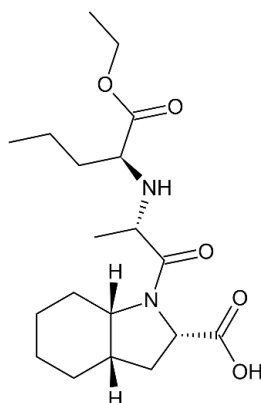
### Competizione individuale – Finale nazionale GARA 2

08 maggio 2026 ore 15:00

#### Classe di Concorso A

### DOMANDA 1

Il Perindopril è un farmaco inibitore dell'enzima di conversione dell'angiotensina (ACE). Viene utilizzato nel trattamento dell'ipertensione, dello scompenso cardiaco e della coronaropatia stabile, agendo tramite la dilatazione dei vasi sanguigni. La sua struttura molecolare è riportata di seguito.



Rispondere ai seguenti quesiti.

- (1) Indicare e nominare i gruppi funzionali presenti nella molecola **2 punti**
- (2) Individuare i gruppi acidi mostrandone lo stato di protonazione prevalente in soluzione acquosa neutra **1 punto**
- (3) Indicare tutti i legami C(sp<sup>3</sup>)-C(sp<sup>2</sup>) **1 punto**
- (4) Specificare la ibridazione orbitalica per tutti gli atomi di azoto **1 punto**
- (5) Il legame C-N fra l'azoto dell'eterociclo ed il carbonile ha ridotta libertà rotazionale. Come si può spiegare questa proprietà? **3 punti**
- (6) Quali gruppi funzionali della molecola potrebbero essere facilmente trasformati in esteri? **2 punti**

## DOMANDA 2

Il cloruro d'ammonio solido si decompone instaurando un equilibrio con ammoniaca e acido cloridrico secondo la reazione:  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(g)} + \text{HCl}_{(g)}$

(pressione standard = 1 bar =  $10^5$  Pa;  $\Delta G^\circ = -R T \ln K$ )

(1) Calcolare la costante di equilibrio del processo ( $K_p$ ), alla temperatura di 25 °C, noti i valori di  $\Delta G^\circ$  di formazione ( $R = 1,987 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

**4 punti**

$\Delta G_f^\circ = -48,51 \text{ kcal mol}^{-1}$  per  $\text{NH}_4\text{Cl}$  solido

$\Delta G_f^\circ = -3,94 \text{ kcal mol}^{-1}$  per  $\text{NH}_3$  gassosa

$\Delta G_f^\circ = -22,78 \text{ kcal mol}^{-1}$  per  $\text{HCl}$  gassoso

(2) Calcolare, alla stessa temperatura, la pressione parziale di ammoniaca che si instaura al di sopra del campione di cloruro di ammonio solido

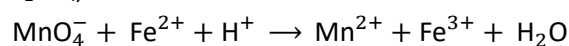
**4 punti**

(3) Sapendo che la reazione di decomposizione è un processo endotermico, prevedere la variazione della pressione parziale all'aumentare della temperatura

**2 punti**

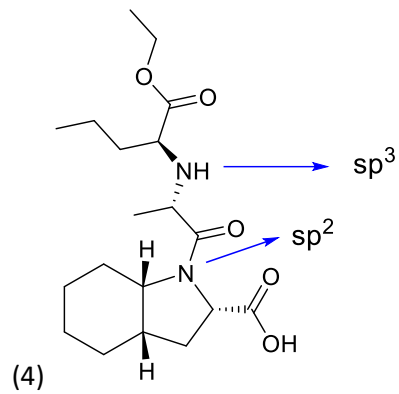
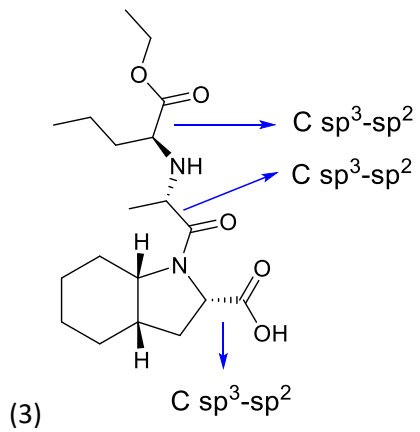
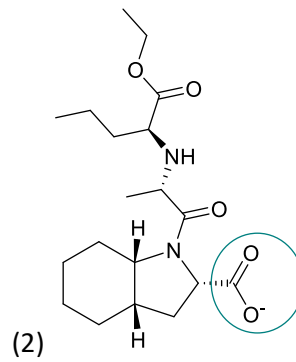
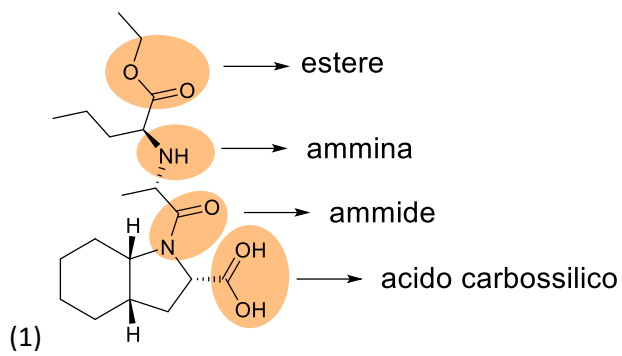
### DOMANDA 3

50,0 mL di una soluzione 0,0200 mol/L di  $\text{Fe}^{2+}$  reagiscono con 20,0 mL di una soluzione 0,0100 mol/L di  $\text{KMnO}_4$  in ambiente acido per  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , secondo la reazione redox non bilanciata:

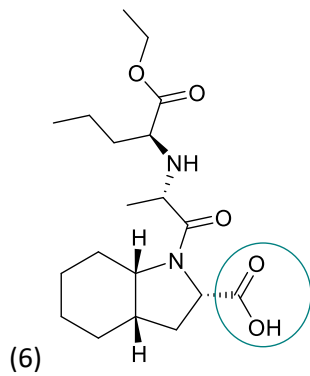


- (1) Calcolare il numero di moli iniziali di  $\text{Fe}^{2+}$  e di  $\text{MnO}_4^-$ . **2 punti**
- (2) Scrivere le semireazioni di ossidazione e di riduzione bilanciate coinvolte nella reazione in ambiente acido. **2 punti**
- (3) Identificare l'agente ossidante e l'agente riducente, motivando la risposta. **2 punti**
- (4) Scrivere la reazione redox bilanciata complessiva in ambiente acido. **1 punto**
- (5) Stabilire se uno dei reagenti è limitante. **1 punto**
- (6) Calcolare il numero di moli e la massa di  $\text{Fe}^{3+}$  (PA Fe = 55,8 u) che si formano al termine della reazione. **2 punti**

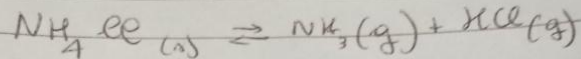
**Risposta quesito 1**



(5) A causa della struttura di risonanza, tra il C carbonilico e l'N dell'eterociclo c'è un parziale carattere di doppio legame, e ridotta rotazione attorno al legame C-N



Risposta quesito 2



$$a) \Delta G^\circ_r = \Delta G^\circ_f, \text{NH}_3(\text{g}) + \Delta G^\circ_f, \text{HCl}(\text{g}) - \Delta G^\circ_f, \text{NH}_4\text{Cl}$$

$$\Delta G^\circ_r = -394 - 22,78 + 48,51 = +21,79 \text{ kcal/mol}$$

$$\text{ma } \Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$$21,79 \cdot 10^3 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} = -1,987 \frac{\text{cal}}{\text{molK}} \cdot 298\text{K} \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = \frac{-21,79 \cdot 10^3}{1,987 \cdot 298} = -36,8$$

$$K_{eq} \approx 1 \cdot 10^{-16}$$

$$b) K_{eq} = \frac{a_{\text{NH}_3} \cdot a_{\text{HCl}}}{a_{\text{NH}_4\text{Cl}}} = p_{\text{NH}_3} \cdot p_{\text{HCl}} = p_{\text{NH}_3}^2$$

$$p_{\text{NH}_3} = \sqrt{K_{eq}} = 10^{-8} \text{ bar}$$

c) Essendo la reazione endotermica, un aumento di T sposta l'equilibrio verso destra, quindi la  $p_{\text{NH}_3}$  che è uguale a  $p_{\text{HCl}}$  aumenta.

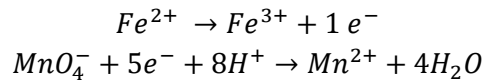
### Risposta quesito 3

(1)

$$n \text{Fe}^{2+} = 0,050 \text{ L} \times 0,02 \text{ mol/L} = 0,001 \text{ mol}$$

$$n \text{MnO}_4^- = 0,020 \text{ L} \times 0,01 \text{ mol/L} = 0,0002 \text{ mol}$$

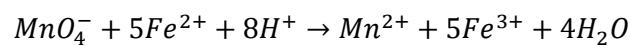
(2)



(3)

L'agente ossidante è lo ione  $\text{MnO}_4^-$  che acquista cinque elettroni e si riduce a  $\text{Mn}^{2+}$ , mentre l'agente riducente è lo ione  $\text{Fe}^{2+}$  che perde un elettrone e si ossida a  $\text{Fe}^{3+}$ .

(4)



(5)

Il rapporto stechiometrico tra  $\text{MnO}_4^-$  e  $\text{Fe}^{2+}$  è di 1:5, pertanto 1 mole di permanganato reagirà con 5 moli di  $\text{Fe}^{2+}$ . Poiché:

$$n \text{MnO}_4^- = 0,0002 \text{ mol}$$

$$n \text{Fe}^{2+} = 0,001 \text{ mol}$$

il rapporto è esattamente 1:5. I reagenti sono in rapporto stechiometrico, pertanto nessun reagente è limitante.

(6)

Il rapporto stechiometrico tra  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  è 1:1

Poiché tutto  $\text{Fe}^{2+}$  viene consumato:

$$n \text{Fe}^{3+} = n \text{Fe}^{2+} = 0,001 \text{ mol}$$

Per calcolare i grammi:

$$g \text{Fe}^{3+} = n \text{Fe}^{3+} * PA(\text{Fe}) = 0,001 \text{ mol} \cdot 55,8 \left( \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right) = 0,0558 \text{ g}$$