

1) $pK_a = pH$

$$-\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} = -\log[H_3O^+], C.E.: \begin{cases} \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} > 0 \\ [H_3O^+] \neq 0 \end{cases}$$

$$\text{da cui } \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = [H_3O^+] \rightarrow \frac{[A^-]}{[HA]} = 1$$

Da questo risultato si evince che se $pK_a = pH$ allora la reazione si trova in equilibrio, poiché le concentrazioni dei reagenti e dei prodotti sono identiche e il loro rapporto equivale a 1.

2) $pK_a > pH$

$$-\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} > -\log[H_3O^+], C.E.: \begin{cases} \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} > 0 \\ [H_3O^+] > 0 \\ -\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} > -\log[H_3O^+] \end{cases}$$

$$\text{da cui } -\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} > -\log[H_3O^+] \rightarrow -\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} + \log[H_3O^+] > 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \log[H_3O^+] - \log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} > \log 1 \rightarrow \log \frac{[H_3O^+]}{[A^-][H_3O^+]} > \log 1 \rightarrow \frac{[H_3O^+]}{[A^-][H_3O^+]} > 1 \rightarrow \frac{[HA]}{[A^-]} > 1$$

Da questo risultato si evince che se $pK_a > pH$ allora la reazione presenta l'equilibrio spostato verso i reagenti poiché la concentrazione del reagente $[HA]$ è maggiore della concentrazione del prodotto $[A^-]$, essendo il loro rapporto superiore ad 1.

3) $pK_a < pH$

$$-\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} < -\log[H_3O^+], C.E.: \begin{cases} \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} > 0 \\ [H_3O^+] > 0 \\ -\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} < -\log[H_3O^+] \end{cases}$$

$$\text{da cui } -\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} < -\log[H_3O^+] \rightarrow -\log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} + \log[H_3O^+] < 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow +\log[H_3O^+] - \log \left\{ \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \right\} < \log 1 \rightarrow \log \frac{[H_3O^+]}{[A^-][H_3O^+]} < \log 1 \rightarrow \frac{[H_3O^+]}{[A^-][H_3O^+]} < 1 \rightarrow \frac{[HA]}{[A^-]} < 1$$

Da questo risultato si evince che se $pK_a < pH$ allora l'equilibrio sarà spostato verso i prodotti poiché la concentrazione del prodotto $[A^-]$ sarà superiore a quella del reagente $[HA]$, essendo il rapporto $\frac{[HA]}{[A^-]}$ minore di 1.