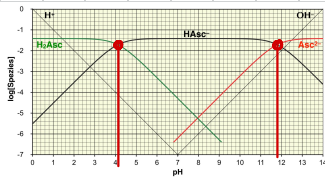


How to: Säure - Base Aufgabe in ACAC I

Die erste Aufgabe in der ACAC I Prüfung ist immer das Bestimmen von pH-Werten grafisch an Sillen-Diagrammen und gibt immer 7 Punkte.

① pK_a-Werte ablesen Das Sillen-Diagramm einer Spezies ist immer bereits eingezeichnet. Aus diesem sollen die pK_a-Werte der Säuren (Protolysestufen abgelesen werden)

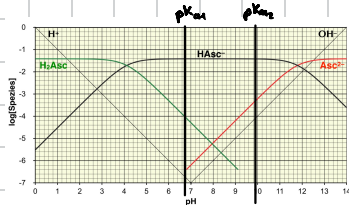


i) Entnehmen Sie aus dem unten angegebenen Sillen-Diagramm die pK_a-Werte von Ascorbinsäure. (1 Punkt)

Schnittpunkte der Geraden ablesen

$$pK_{a1} = 4.1 \quad pK_{a2} = 11.8$$

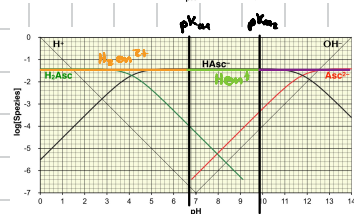
② Zweite Spezies einzeichnen Danach müsst ihr immer eine zweite Spezies in das Sillen-Diagramm einzeichnen. Dafür sind auch Konzentration und pK_a-Wert geg. Nehmt auch in die Prüfung dazu mehrere Farben mit. Ihr sollt das Sillen-Diagramm ohne "Abrundung" der Kurven zeichnen.



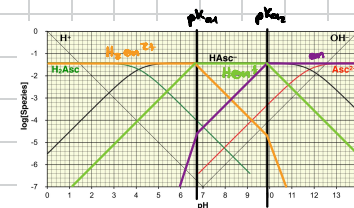
ii) Tragen Sie die Segmente für 0.04 M 1,2-Diaminoethan (en, pK_a(Hen⁺) = 6.86 und pK_a(Hen⁺) = 9.92) in das Sillen-Diagramm ein und beschriften Sie sie mit en, Hen⁺ bzw. H₂en²⁺. (2 Punkte)

1.) Zeichnet senkrechte Linien für die pK_a-Werte ein

$$pK_{a1} = 6.86 \quad pK_{a2} = 9.92$$



2.) Rechnet die Konzentration in lg. Einheiten um: $-\lg_{10}(0.04) = -1.4$. Beginnt dann links und zeichnet waagerechte Linien in versch. Farben für jede Protolysestufe der Spezies zwischen den pK_a-Linien ein. Links ist die am meisten protonierte Spezies H₂en²⁺ Hen⁺ en



3.) Immer wenn eine waagerechte Linie auf eine pK_a-Linie trifft wird sie um Steigung 1/-1 abgelenkt. (links 1, rechts -1). Wenn eine abgelenkte Linie nochmal auf eine pK_a-Linie trifft, wird sie um ±2 abgelenkt.



③ pH-Werte ablesen In der dritten Aufgabe bekommt ihr ein oder zwei Spezies gegeben, die man in wässrige Lösung gibt. Für dieses System müsst ihr je Gleichgewichtsreaktion, PHG aufstellen und den pH-Wert grafisch bestimmen. Das müsst ihr insgesamt 5 mal machen

Fall 1: Eine Spezies

Für Lösungen a) bis e) formulieren Sie das jeweilige relevante Gleichgewicht mit vollständiger Protonenherkunftsgleichung (PHG), treffen Sie sinnvolle Vernachlässigungen und bestimmen Sie graphisch den pH-Wert. (5 Punkte)

a) 0.04 M Ascorbinsäure (H_2Asc)

1.) Die Gleichgewichtsreaktion bei einer Spezies ist einfach die Protonenabgabe. Du kannst zu Sicherheit einfach alle Protolysestufen aufschreiben: $\text{H}_2\text{Asc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HAsc}^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{Asc}^{2-}$

2.) Überlege auf welcher Seite das Gleichgewicht liegt.
 $\hookrightarrow \text{H}_2\text{Asc}$ ist mit $\text{pK}_{a1} = 4.1$ eine relativ schwache Säure
 $\hookrightarrow$ Gleichgewicht liegt links



3.) Schreibe die PHG auf, für die Spezies, bei der das Gleichgewicht liegt:

$$\text{PHG für } \text{H}_2\text{Asc} : [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HAsc}^-] + 2[\text{Asc}^{2-}]$$

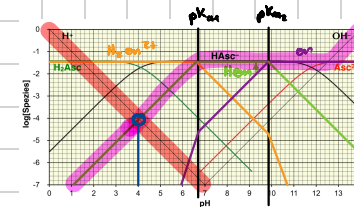
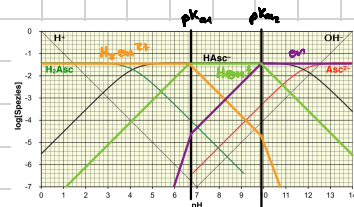
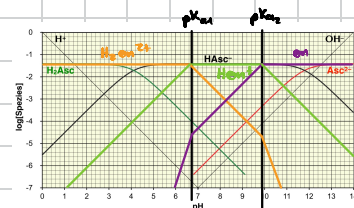
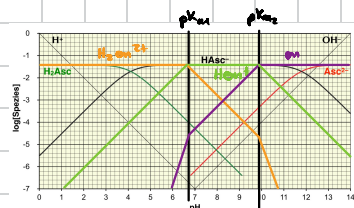
4.) Stelle die PHG so um, dass nur noch + auf beiden Seiten steht. Beide Seiten sind jetzt nur noch eine Summe. Für die linke Seite der PHG beginnst du links, markiere im Sillén-Diagramm immer die dominante Spezies.

$$\text{PHG für } \text{H}_2\text{Asc} : [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HAsc}^-] + 2[\text{Asc}^{2-}]$$

Der Schnittpunkt beider Seiten ist der pH-Wert
 $\Rightarrow \text{pH} = 4.1$

Da der Schnittpunkt nur von zwei Spezies bestimmt wird können wir die anderen Spezies wegstreichen.

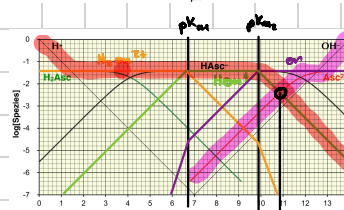
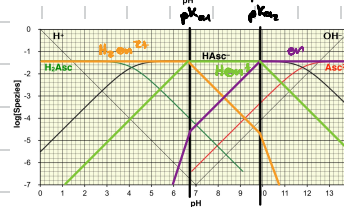
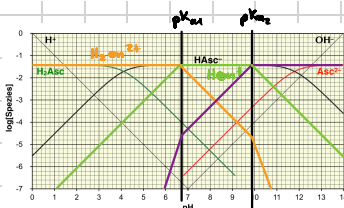
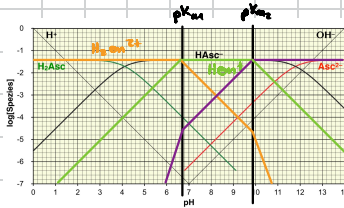
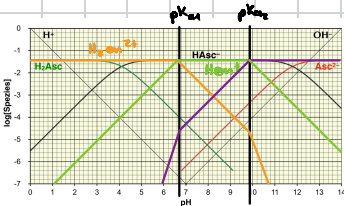
$$[\text{H}^+] = [\cancel{\text{OH}^-}] + [\text{HAsc}^-] + 2[\cancel{\text{Asc}^{2-}}]$$



Fall 2: Zwei Spezies (gleiche Konzentration, keine Geradenaddition)

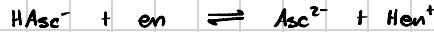
Für Lösungen a) bis e) formulieren Sie das jeweilige relevante Gleichgewicht mit vollständiger Protonenherkunftsgleichung (PHG), treffen Sie sinnvolle Vernachlässigungen und bestimmen Sie graphisch den pH-Wert. (5 Punkte)

d) 0,04 M Natriumascorbat ($\text{Na}^+ \text{HAsc}^-$) und 0,04 M 1,2-Diaminoethan (en)



1.) Identifiziere zunächst, was die Säure und was die Base. Die Spezies mit der waagerechten Linie weiter links ist die Säure: HAsc^- - Säure, en - Base

2.) Schreibe die Gleichgewichtsreaktion auf, bei der das H^+ der Säure auf die Base übertragen wird:



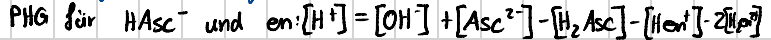
3.) Überlege auf welcher Seite das Gleichgewicht liegt.

↳ HAsc^- ist eine sehr schwache Säure ($\text{pK}_a = 11.8$)

↳ en ist eine moderate Base ($\text{pK}_b = 14 - 9.92 = 4.08$)

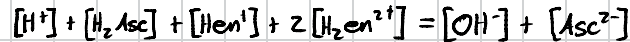
⇒ GGW liegt links $\text{HAsc}^- + \text{en} \rightleftharpoons \text{Asc}^{2-} + \text{Hen}^+$

4.) Schreibe die PHG auf, für die Spezies, bei denen das Gleichgewicht liegt:



5.) Stelle die PHG so um, dass nur noch + auf beiden Seiten steht.

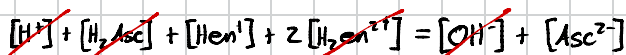
Beide Seiten sind jetzt nur noch eine Summe. Für die linke Seite der PHG beginnt du links, markiere im Sillén-Diagramm immer die dominante Spezies.



Der Schnittpunkt beider Seiten ist der pH-Wert

⇒ $\text{pH} = 10.8$

Da der Schnittpunkt nur von zwei Spezies bestimmt wird können wir die anderen Spezies wegstreichen.

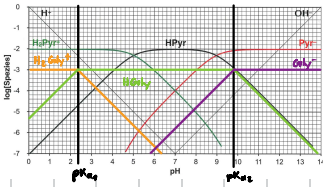


Falls dominante Spezies und darunterliegende Spezies weniger als 2 Kästchen (0.4 log-Einheiten) auseinander liegen, musst du Geradenaddition machen. (Fall 4)

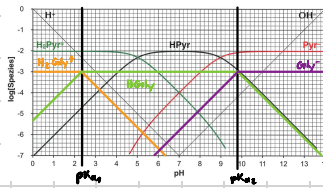
Fall 3: Zwei Spezies (ungleiche Konzentration, keine Geradenaddition)

ii) Tragen Sie die Segmente für die Aminosäure Glycin in das Sillén-Diagramm ein:
 H_2Gly^+ , $\text{H}_3\text{N}^+\text{-CH}_2\text{-COOH}$, $[\text{Gly}]_{\text{tot}} = 0.001 \text{ M}$ ($\log[\text{Gly}]_{\text{tot}} = -3$), $\text{pK}_{a1} = 2.35$, $\text{pK}_{a2} = 9.78$. (2 Punkte)

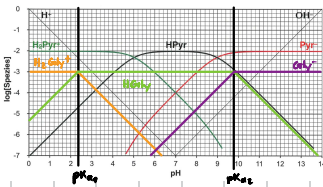
c) 0.01 Pyridoxin (HPyr) und 0.001 M Glycinhydrochlorid ($\text{H}_2\text{Gly}^+\text{Cl}^-$)



1.) Identifiziere zunächst, was die Säure und was die Base. Die Spezies mit der weniger steilen Linie weiter links ist die Säure: H_2Gly^+ - Säure, HPyr - Base



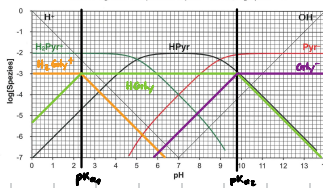
2.) Schreibe die Gleichgewichtsreaktion auf, bei der das H^+ der Säure auf die Base übertragen wird:



3.) Überlege auf welcher Seite das Gleichgewicht liegt.

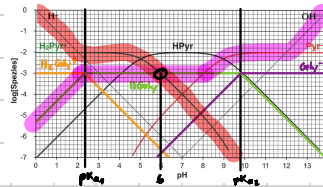
↳ HPyr liegt im Überschuss vor, stärkerer Effekt, als H_2Gly^+ als Säure

⇒ GGW liegt links $\text{H}_2\text{Gly}^+ + \text{HPyr} \rightleftharpoons \text{HGly} + \text{H}_2\text{Pyr}^+$



4.) Schreibe die PHG auf, für die Spezies, bei denen das Gleichgewicht liegt:

$$\text{PHG für } \text{H}_2\text{Gly}^+ \text{ und } \text{HPyr}: [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HGly}] + 2[\text{Gly}^-] + [\text{Pyr}^-] - [\text{H}_2\text{Pyr}^+]$$



5.) Stelle die PHG so um, dass nur noch + auf beiden Seiten steht.

Beide Seiten sind jetzt nur noch eine Summe. Für die linke Seite der PHG beginnst du links, markiere im Sillén-Diagramm immer die dominante Spezies.

$$[\text{H}^+] + [\text{H}_2\text{Pyr}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HGly}] + 2[\text{Gly}^-] + [\text{Pyr}^-]$$

Der Schnittpunkt beider Seiten ist der pH-Wert
 ⇒ pH = 6.0

Da der Schnittpunkt nur von zwei Spezies bestimmt wird können wir die anderen Spezies wegstreichen.

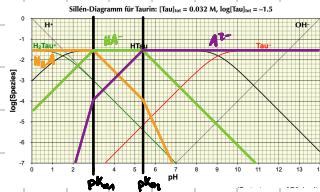
$$\cancel{[\text{H}^+]} + [\text{H}_2\text{Pyr}^+] = \cancel{[\text{OH}^-]} + [\text{HGly}] + 2\cancel{[\text{Gly}^-]} + \cancel{[\text{Pyr}^-]}$$

Fall 4: Eine Spezies mit Geradenaddition

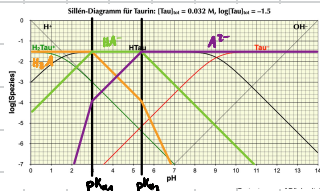
ii) Tragen Sie approximierte Kurven (Geraden) für o-Phthalsäure (1,2-Benzendicarbonsäure, H_2A) in das Sillén-Diagramm ein und kennzeichnen Sie sie mit $\text{H}_2\text{A}/\text{HA}^-/\text{A}^{2-}$.

Es gilt: • $[\text{A}]_{\text{tot}} = 0.032 \text{ M}$ ($\log[\text{A}]_{\text{tot}} = -1.5$) • $\text{p}K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{A}) = 2.94$ • $\text{p}K_{\text{a2}}(\text{HA}^-) = 5.43$ (1 Punkt)

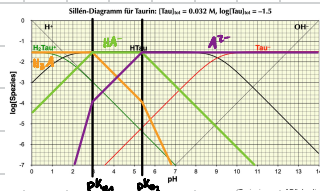
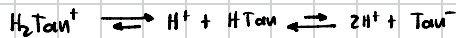
a) 0.032 M Taurin (HTau)



1.) Die Gleichgewichtsreaktion bei einer Spezies ist einfach die Protonenabgabe. Du kannst zu Sicherheit einfach alle Protolysstufen aufschreiben: $\text{H}_2\text{Tau}^+ \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HTau} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{Tau}^-$

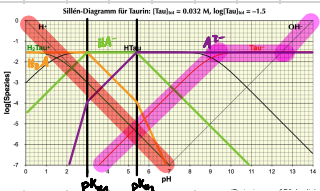


2.) Überlege auf welcher Seite das Gleichgewicht liegt.
 $\hookrightarrow \text{H}_2\text{Asc}$ ist mit $\text{p}K_{\text{a1}} = 1.5$ eine relativ starke Säure
 $\hookrightarrow$ Gleichgewicht liegt mittig



3.) Schreibe die PHG auf, für die Spezies, bei der das Gleichgewicht liegt:

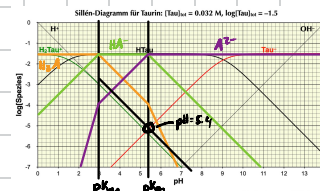
$$\text{PHG für H}_2\text{Asc: } [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Tau}^-] - [\text{H}_2\text{Tau}^+]$$



4.) Stelle die PHG so um, dass nur noch + auf beiden Seiten steht. Beide Seiten sind jetzt nur noch eine Summe. Für die linke Seite der PHG beginnst du links, markiere im Sillén-Diagramm immer die dominante Spezies.

$$\text{PHG für HTau: } [\text{H}^+] + [\text{H}_2\text{Tau}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Tau}^-]$$

Die beiden Spezies $[\text{H}^+]$ und $[\text{H}_2\text{Tau}^+]$ liegen zu nah beieinander $\Rightarrow$ Geradenaddition



5.) Lese ab, wie viel die obere Gerade über der unteren liegt:

$$h=0 \quad \Delta y = \lg(1 + 10^h) = \lg(1 + 10^0) = \lg(2) = \underline{0.3}$$

Zeichne eine parallele Gerade über der höchsten.

Der Schnittpunkt dieser Gerade mit $[\text{Tau}^-]$ ist der pH!