

Soal Essay Kimia Larutan dan Stoikiometri

Petunjuk: Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan jelas dan lengkap!

Soal 1:

Sebanyak 100 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dicampurkan dengan 50 mL larutan NaOH 0,1 M. Jika diketahui $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1 \times 10^{-5}$, hitunglah pH campuran tersebut!

Jawaban Soal 1:

Ini adalah reaksi antara asam lemah (CH_3COOH) dengan basa kuat (NaOH). Pertama, kita hitung mol masing-masing reaktan.

- Mol $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Volume} \times \text{Molaritas} = 0,100 \text{ L} \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,01 \text{ mol}$
- Mol NaOH = Volume × Molaritas = $0,050 \text{ L} \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,005 \text{ mol}$

Reaksi yang terjadi: $\text{CH}_3\text{COOH(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$

Kita buat tabel reaksi (ICE table) dalam mol:

	CH_3COOH	NaOH	CH_3COONa	H_2O
Awal (mol)	0,01	0,005	0	-
Reaksi (mol)	-0,005	-0,005	+0,005	+0,005
Sisa (mol)	0,005	0	0,005	0,005

Eksport ke Spreadsheet

Setelah reaksi, tersisa asam lemah CH_3COOH (0,005 mol) dan terbentuk garamnya CH_3COONa (0,005 mol) yang mengandung basa konjugasi CH_3COO^- . Campuran ini membentuk **larutan penyanga asam**.

Volume total campuran = $100 \text{ mL} + 50 \text{ mL} = 150 \text{ mL} = 0,15 \text{ L}$. Konsentrasi setelah reaksi:

- $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,005 \text{ mol} / 0,15 \text{ L} \approx 0,0333 \text{ M}$
- $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ (dari CH_3COONa) = $0,005 \text{ mol} / 0,15 \text{ L} \approx 0,0333 \text{ M}$

Kita gunakan persamaan Henderson-Hasselbalch: $\text{pH} = \text{pK}_a + \log ([\text{Basa Konjugasi}] / [\text{Asam Lemah}])$
 $\text{pK}_a = -\log K_a = -\log (1 \times 10^{-5}) = 5$

$$\text{pH} = 5 + \log (0,0333 \text{ M} / 0,0333 \text{ M}) \quad \text{pH} = 5 + \log (1) \quad \text{pH} = 5 + 0 \quad \text{pH} = 5$$

Jadi, pH campuran tersebut adalah 5. 

Soal 2:

Hitunglah pH dari 200 mL larutan yang mengandung 0,02 mol NH₄Cl dan 0,01 mol NH₃. ($K_b \text{ NH}_3 = 1 \times 10^{-5}$)

Jawaban Soal 2:

Larutan ini mengandung basa lemah (NH₃) dan asam konjugasinya (NH₄⁺ dari NH₄Cl). Ini merupakan **larutan penyangga basa**.

Konsentrasi masing-masing komponen dalam 200 mL (0,2 L) larutan:

- $[\text{NH}_3] = 0,01 \text{ mol} / 0,2 \text{ L} = 0,05 \text{ M}$
- $[\text{NH}_4^+] = 0,02 \text{ mol} / 0,2 \text{ L} = 0,1 \text{ M}$

Kita bisa menggunakan persamaan Henderson-Hasselbalch untuk basa, atau menghitung $[\text{OH}^-]$ terlebih dahulu.

Menggunakan rumus konsentrasi ion hidroksida untuk penyangga basa: $[\text{OH}^-] = K_b \times ([\text{Basa Lemah}] / [\text{Asam Konjugasi}])$ $[OH^-] = 1 \times 10^{-5} \times (0,05 \text{ M} / 0,1 \text{ M})$ $[OH^-] = 1 \times 10^{-5} \times 0,5$ $[OH^-] = 0,5 \times 10^{-5} \text{ M} = 5 \times 10^{-6} \text{ M}$

Selanjutnya, hitung pOH: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ $\text{pOH} = -\log (5 \times 10^{-6})$ $\text{pOH} = 6 - \log 5$ $\text{pOH} \approx 6 - 0,699$ $\text{pOH} \approx 5,301$

Terakhir, hitung pH: $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ $\text{pH} = 14 - 5,301$ **pH ≈ 8,699**

Jadi, pH larutan tersebut adalah sekitar **8,70**.

Soal 3:

Setarkan reaksi redoks berikut dengan metode bilangan oksidasi dalam suasana basa: Cr(OH)₃(s) + IO₃⁻(aq) → CrO₄²⁻(aq) + I⁻(aq)

Jawaban Soal 3:

Reaksi: Cr(OH)₃(s) + IO₃⁻(aq) → CrO₄²⁻(aq) + I⁻(aq) (suasana basa)

Langkah 1: Tentukan bilangan oksidasi (BO) atom-atom yang mengalami perubahan.

- Cr dalam Cr(OH)₃: BO Cr + 3(BO O) + 3(BO H) = 0 BO Cr + 3(-2) + 3(+1) = 0 BO Cr - 6 + 3 = 0 BO Cr = +3
- Cr dalam CrO₄²⁻: BO Cr + 4(BO O) = -2 BO Cr + 4(-2) = -2 BO Cr - 8 = -2 BO Cr = +6 (Cr mengalami oksidasi, naik 3)
- I dalam IO₃⁻: BO I + 3(BO O) = -1 BO I + 3(-2) = -1 BO I - 6 = -1 BO I = +5
- I dalam I⁻: BO I = -1 (I mengalami reduksi, turun 6)

Langkah 2: Samakan jumlah kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi.

- Kenaikan BO Cr = +3 (dari +3 ke +6)
- Penurunan BO I = -6 (dari +5 ke -1) Agar sama, kalikan perubahan BO Cr dengan 2. Ini berarti koefisien Cr(OH)₃ dan CrO₄²⁻ dikalikan 2. $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{IO}_3^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}^-$

Langkah 3: Setarkan muatan dengan menambahkan OH⁻ (karena suasana basa).

- Muatan di kiri = 2(0) + (-1) = -1
- Muatan di kanan = 2(-2) + (-1) = -4 - 1 = -5 Untuk menyetarkan muatan, tambahkan 4 OH⁻ di sisi kanan (karena -1 lebih besar dari -5, selisihnya 4). Atau bisa juga tambahkan 4 OH⁻ di sisi kiri, lalu hitung ulang. Lebih mudah menambahkan ke sisi yang lebih negatif untuk membuatnya sama dengan sisi yang lebih positif, atau sebaliknya. Agar muatan kiri (-1) menjadi sama dengan muatan kanan (-5), kita perlu menambahkan 4 OH⁻ ke sisi kiri (jika ingin menaikkan sisi kanan ke -1) atau 4 OH⁻ ke sisi kanan jika ingin menurunkan muatan kiri. Metode umum: tambahkan OH⁻ ke sisi yang muatannya lebih positif untuk menyamakan dengan sisi yang lebih negatif, atau sebaliknya. Muatan kiri = -1, muatan kanan = -5. Selisih muatan = (-1) - (-5) = +4. Karena suasana basa, tambahkan 4 OH⁻ di sisi kiri. $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{IO}_3^- + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}^-$

Muatan kiri sekarang = 0 + (-1) + 4(-1) = -5. Muatan kanan = 2(-2) + (-1) = -5. (Muatan sudah setara)

Langkah 4: Setarkan atom hidrogen dengan menambahkan H₂O.

- Atom H di kiri = 2 × 3 (dari Cr(OH)₃) + 4 (dari OH⁻) = 6 + 4 = 10
- Atom H di kanan = 0 Tambahkan 5H₂O di sisi kanan: $2\text{Cr}(\text{OH})_3(s) + \text{IO}_3^-(aq) + 4\text{OH}^-(aq) \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-}(aq) + \text{I}^-(aq) + 5\text{H}_2\text{O(l)}$

Langkah 5: Periksa kesetaraan atom oksigen.

- Atom O di kiri = 2 × 3 (dari Cr(OH)₃) + 3 (dari IO₃⁻) + 4 (dari OH⁻) = 6 + 3 + 4 = 13
- Atom O di kanan = 2 × 4 (dari CrO₄²⁻) + 5 (dari H₂O) = 8 + 5 = 13 (Atom O sudah setara)

Jadi, reaksi yang sudah setara adalah: $2\text{Cr}(\text{OH})_3(s) + \text{IO}_3^-(aq) + 4\text{OH}^-(aq) \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-}(aq) + \text{I}^-(aq) + 5\text{H}_2\text{O(l)}$