



Keseimbangan Ion Dalam Larutan Untuk Menentukan Kadar Suatu Zat

MODUL TEMA 9

KIMIA PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

Kimia Paket C - Setara SMA/MA kelas XI

Modul Tema 9 : Keseimbangan Ion dalam Larutan untuk Menentukan Kadar Suatu Zat

■ **Penulis:** Dra. Ernaviata, M.Pd

■ **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

iv+ 86 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Petunjuk Penggunaan Modul	1
Tujuan yang Diharapkan setelah Mempelajari Modul	2
Pengantar Modul	2
Unit 9.1. Kestimbangan Ion dalam Larutan Garam	4
□ Uraian Materi	4
➤ A: Hidrolisis	6
1. Garam dari Asam Lemah dan Basa Kuat	9
2. Garam dari Asam Kuat dan Basa Lemah	11
3. Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah	14
□ Penugasan 1	14
• Tujuan	14
• Teori	14
• Langkah-Langkah	15
• Penilaian (rubrik penilaian)	16
➤ B: Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan	19
1. Tetapan Hasil Kali Kelarutan, K_{sp}	20
2. Hubungan Kelarutan dengan K_{sp}	20
3. Hubungan K_{sp} dengan Reaksi Pengendapan	22
4. Pengaruh Ion Senama pada Kelarutan	23
□ Soal Latihan	23
Unit 9.2. Larutan Penyangga dalam Kehidupan	29
□ Uraian Materi	30
A. Sifat Larutan Penyangga	31
B. Komponen Larutan Penyangga	32
C. Perhitungan pH Larutan Penyangga	36
D. Fungsi Larutan Penyangga dalam Tubuh Makhluk Hidup dan Kehidupan Sehari-Hari	38
□ Penugasan 2	38
• Tujuan	38
• Teori	38
□ Soal Latihan	38
Unit 9.3. Penentuan Kadar Zat melalui Titrasi	43
□ Uraian Materi	43
A. Penentuan Kadar suatu Zat berdasarkan Konsep Titrasi	45
B. Kurva Titrasi	50
□ Penugasan 3	50
• Tujuan	50
• Teori	50
• Langkah-Langkah	51
• Penilaian (rubrik penilaian)	52
□ Soal Latihan	57
Rangkuman	58
Kunci Jawaban (dijabarkan untuk setiap unit dan penilaian akhir)	85
Kriteria pindah/lulus modul (satu modul)	85
Saran Referensi	86
Daftar Pustaka	86

MODUL 9

Keseimbangan Ion dalam Larutan untuk Menentukan Kadar suatu Zat

Petunjuk Penggunaan Modul

Hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan Modul 9 ini adalah sebagai berikut.

1. Mata pelajaran Kimia Paket C Tingkatan V Setara Kelas XI SMA memiliki 5 modul, yaitu: (1) Mengelola Bahan Bakar Fosil menuju Langit Biru, (2) Mempertahankan Kualitas Bahan dan Optimalisasi Produk pada Reaksi Kimia, (3) Interaksi Asam Basa dalam Kehidupan, (4) Keseimbangan Ion dalam Larutan untuk Menentukan Kadar suatu Zat, dan (5) Koloid dalam Kehidupan Sehari-hari. Modul Kimia ini disusun berdasarkan urutan hirarki keilmuan (urutan prasyarat pemahaman). Oleh karena itu, modul ini harus dipelajari secara berurutan, tidak bisa acak karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar modul berikutnya.
2. Modul 9 Keseimbangan Ion dalam Larutan untuk Menentukan Kadar suatu Zat, dirancang dalam 3 (tiga) unit, yaitu: (1) Keseimbangan Ion dalam Larutan Garam, (2) Larutan Penyangga dalam Kehidupan, dan (3) Penentuan Kadar Zat melalui Titrasi. Ketiga unit ini membahas konsep kimia yang saling terkait. Oleh karena itu harus dipelajari secara berurutan karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar unit berikutnya.
3. Setiap unit ada uraian materi dan penugasan serta soal latihan untuk melatih Anda berpikir kritis dan kreatif dalam mencapai kompetensi. Selain itu, diakhir modul ini ada penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.
4. Dalam mempelajari Modul 9 ini, Anda perlu mengingat kembali perhitungan Kimia terutama mengenai konsep mol, konsentrasi larutan, reaksi kimia sederhana yang telah dipelajari di Modul 4. Bacalah Modul 9 ini dengan cermat, tekun dan sabar serta perhatikan gambar ilustrasi yang disajikan.
5. Baca tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda paham tujuan yang dicapai setelah mempelajari modul ini.
6. Kerjakan semua penugasan pada setiap unit untuk meningkatkan pemahaman mengenai materi modul dengan baik. Gunakan alat, bahan dan media sesuai yang tercantum pada setiap penugasan.
7. Mintalah bimbingan tutor jika merasakan kesulitan dalam memahami materi modul.
8. Kerjakan penilaian dengan mengisi soal-soal latihan yang disediakan di akhir modul. Jika Anda mendapat skor 70 maka Anda dapat dikatakan TUNTAS belajar modul ini.
9. Selamat membaca dan mempelajari modul ini, semoga sukses.

Tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini.

Setelah membaca dan mempelajari modul ini, diharapkan Anda mampu:

1. Menyimpulkan sifat asam-basa dari suatu larutan garam dan menentukan pH nya
2. Menjelaskan peristiwa hidrolisis dan menentukan ciri-ciri garam yang dapat terhidrolisis dalam air,
3. Menyatakan hubungan antara tetapan hidrolisis (K_h), tetapan ionisasi air (K_w), dan konsentrasi ion OH^- atau ion H^+ dalam larutan garam yang terhidrolisis, dan
4. Menghitung pH larutan garam yang terhidrolisis.
5. Menghitung kelarutan suatu elektrolit yang sukar larut berdasarkan data harga K_{sp} atau sebaliknya,
6. Menghubungkan tetapan hasil kali kelarutan dengan tingkat kelarutan atau pengendapannya,
7. Menuliskan ungkapan K_{sp} berbagai elektrolit yang sukar larut dalam air,
8. Menjelaskan pengaruh penambahan ion senama dalam larutan, dan
9. Menghitung kelarutan suatu elektrolit yang sukar larut dalam larutan yang mengandung ion senama berkonsentrasi tertentu.
10. Menjelaskan sifat larutan penyangga dan menghitung pH nya
11. Menjelaskan fungsi larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari.
12. Menentukan kadar suatu zat berdasarkan konsep titrasi asam basa
13. Menganalisis grafik asam kuat basa kuat, asam lemah basa kuat dan basa lemah asam kuat serta menentukan indikator yang tepat dalam proses titrasi

Pengantar Modul

Pada Modul 8 Anda sudah mempelajari konsep asam dan basa serta penentuan pH asam basa. Reaksi larutan asam dan larutan basa membentuk garam yang terbentuk sifatnya tergantung dari sifat asam dan basa yang direaksikan. Jika asam kuat dan basa kuat pada titik netralisasi sifat garamnya netral ($pH = 7$), bila asam kuat dan basa lemah maka garam yang terbentuk bersifat asam ($pH < 7$) dan bila asam lemah dan basa kuat maka garam yang terbentuk bersifat basa ($pH > 7$).

Dalam proses reaksi sifat larutan tergantung dari jumlah mol zat yang bereaksi, bila mol asam dan basa habis bereaksi atau pada titik netralisasi pH larutan garam ditentukan sifat asam dan basa, pada keadaan ini disebut hidrolisis garam. Tapi bila asam atau basa lemah bersisa larutannya bersifat buffer (penyangga).

Pada reaksi larutan asam dan larutan basa terbentuk garam yang dapat berupa endapan, tepat jenuh atau larut. Banyak zat yang mengendap ditentukan dari kelarutan (*solubility* = s) dan hasil kali kelarutannya (*solubility product constant* = K_{sp})

Muara dari reaksi asam dan basa adalah titrasi yaitu penentuan kadar suatu zat berdasarkan zat lain yang sudah diketahui konsentrasinya. Titrasi asam basa menggunakan prinsip reaksi penetralan. Penentuan kadar asam atau basa pada titrasi asam basa dilakukan dengan cara mereaksikan sejumlah volum asam dan basa, dimana salah satu konsentrasinya telah diketahui, misalnya jika untuk menentukan kadar asam, maka konsentrasi (molaritas) basa harus sudah diketahui

atau sebaliknya. Larutan yang telah diketahui kadarnya disebut **larutan standart**. Titrasi asam basa ini disebut juga **titrasi volumetri**.

Modul 9 Keseimbangan Ion dalam Larutan untuk Menentukan Kadar suatu Zat dirancang dalam 3 unit yang saling terkait, yaitu:

Unit 9.1	A. Hidrolisis B. Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan	Keseimbangan Ion Dalam Larutan Garam membahas tentang Hidrolisis dan Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. Pada materi Hidrolisis menjelaskan peristiwa hidrolisis dan menentukan ciri-ciri garam yang dapat terhidrolisis dalam air, menyatakan hubungan antara tetapan hidrolisis (K_h), tetapan ionisasi air (K_w), dan konsentrasi ion OH^- atau ion H^+ dalam larutan garam yang terhidrolisis, menghitung pH larutan garam yang terhidrolisis. Pada materi Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan menghubungkan tetapan hasil kali kelarutan dengan tingkat kelarutan atau pengendapannya, menghitung kelarutan suatu elektrolit yang sukar larut berdasarkan data harga K_{sp} atau sebaliknya, menjelaskan pengaruh penambahan ion senama dalam larutan, dan menghitung kelarutan suatu elektrolit yang sukar larut dalam larutan yang mengandung ion senama berkonsentrasi tertentu.
Unit 9.2.	Larutan Penyangga (Buffer)	Larutan Penyangga (Buffer) membahas tentang sifat larutan penyangga, komponen dan fungsinya larutan penyangga dalam kehidupan, serta menghitung pH larutan penyangga.
Unit 9.3.	Titrasi	Penentuan Kadar Zat melalui Titrasi membahas tentang cara menentukan kadar suatu zat berdasarkan konsep titrasi menganalisis grafik asam kuat basa kuat, asam lemah basa kuat dan basa lemah asam kuat serta menentukan indikator yang tepat untuk titrasi

Unit 9.1

Kesetimbangan Ion dalam Larutan Garam

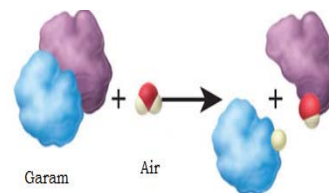
Pada pembelajaran larutan asam dan basa, sudah dikenalkan bila asam bereaksi dengan basa terbentuk garam. Bagaimana keadaan garam yang terbentuk? Hal ini akan kita bahas pada unit 9.1 ini.

Bila asam dan basa direaksikan terbentuk garam yang sifatnya tergantung dari kekuatan asam dan basa. Sangat menarik untuk dibahas. Anda ingin tau bagaimana prosesnya? oleh karena itu ikutilah pembahasan berikut dengan seksama.

Pada materi Kesetimbangan ion dalam larutan garam ini kita bagi menjadi 2 bahasan yaitu: (1) Hidrolisis dan (2) Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan

A. Hidrolisis

Anda sudah mempelajari sifat larutan asam dan larutan basa. Asam kuat dan basa kuat terionisasi sempurna dalam air sedangkan asam lemah dan basa lemah terionisasi sebagian dalam air. Karena itu, pada larutan asam lemah dan basa lemah terjadi kesetimbangan ionisasi, yaitu kesetimbangan antara molekul-molekul zat terlarut dan ion-ionnya. Kesetimbangan ionisasi terjadi karena anion atau kation dari ***garam yang berasal dari asam lemah atau basa lemah bereaksi dengan air***. Reaksi garam dengan air disebut ***hidrolisis***.

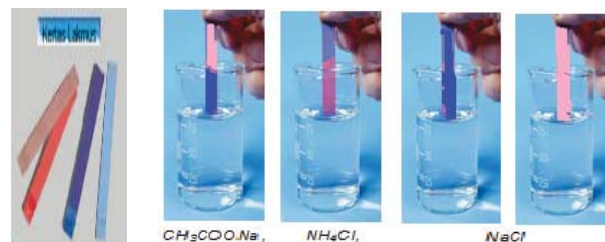


Gambar 9.1 Hidrolisis

Sumber: agn19.wordpress.com

Anda sudah mengetahui bahwa garam terbentuk dari reaksi asam dan basa. Garam yang terbentuk dari reaksi asam kuat dan basa kuat akan ***terionisasi sempurna dalam air dan tidak mengalami hidrolisis***. Sedangkan garam yang terbentuk dari reaksi asam kuat dengan basa lemah, asam lemah dengan basa kuat akan terhidrolisis sebagian (***hidrolisis parsial***) sedangkan asam lemah dengan basa lemah akan mengalami ***hidrolisis sempurna*** dalam air.

Jika garam dilarutkan ke dalam air, maka larutannya dapat bersifat netral, asam, atau basa, tergantung pada jenis asam atau basa pembentuk garam tersebut. Kekuatan asam atau basa yang membentuk garam sangat menentukan sifat garam tersebut, apakah bereaksi dengan air (mengalami hidrolisis) atau tidak. Dengan ***indikator*** kita dapat ***membedakan sifat asam, basa atau netral dari garam***. Cobalah anda uji sifat larutan CH_3COONa , NH_4Cl , NaCl atau garam lainnya dengan menggunakan indikator. Garam yang dapat terhidrolisis dalam air adalah garam yang mengandung elektrolit lemah yang berasal dari asam lemah atau basa lemah.



kertas lakmus



Gambar 9.2: Indikator Universal

Sumber: Indikator asam basa, Bisa Kimia.com

Berdasarkan asam-basa pembentuk garam, sifat larutan garam dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu:

1. Larutan garam bersifat netral, jika garam terbentuk dari asam kuat dan basa kuat, misalnya larutan NaCl dan larutan $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Untuk larutan netral, seperti NaCl , ion Na^+ dan ion Cl^- tidak bereaksi dengan air, karena ion Na^+ dan ion Cl^- termasuk kation dan anion kuat.
 $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ tidak bereaksi

$\text{Cl}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ tidak bereaksi

2. Larutan garam bersifat asam, jika garam terbentuk dari asam kuat dan basa lemah, misalnya, NH_4Cl dan CuSO_4
3. Larutan garam bersifat basa, jika garam terbentuk dari asam lemah dan basa kuat, misalnya, CH_3COONa dan Na_3PO_4
4. Larutan garam dapat bersifat asam atau basa, jika garam terbentuk dari asam lemah dan basa lemah, maka sifat larutannya bergantung pada kekuatan relatif asam dan basa. Misalnya NH_4CN dan MgCO_3 .

Larutan bersifat asam, jika hasil reaksi hidrolisis kationnya menghasilkan ion H_3O^+ . Sedangkan larutan bersifat basa, jika hasil reaksi hidrolisis anionnya menghasilkan ion OH^- .

Identifikasi Masalah

Sebelum anda membahas materi ini, cobalah lakukan kegiatan sederhana ini!

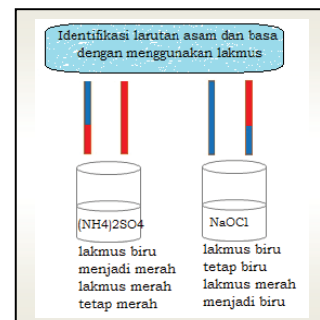
identifikasilah dengan menggunakan indikator (seperti lakmus) sifat beberapa jenis garam yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti:

1. Garam dapur (NaCl) yang digunakan sebagai pengawet dan penambah rasa asin pada makanan
2. Natrium bikarbonat (NaHCO_3) yang dikenal dengan soda kue digunakan sebagai pengembang pada pembuatan roti dan obat antasida (penyakit maag)
3. Pupuk ZA { $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ } yang digunakan sebagai pupuk tanaman
4. Kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) atau gips sebagai bahan untuk menyangga tulang yang patah.
5. Natrium hipoklorit (NaOCl) yang terdapat dalam bayclin digunakan sebagai pemutih
6. Natrium asetat (CH_3COONa) sebagai pengawet makanan dan minuman
7. Ammonium klorida (NH_4Cl) suplai nitrogen dalam pupuk dan sebagai elektrolit dalam sel dalam kering

Berdasarkan asam-basa pembentuk garam, anda dapat menentukan sifat larutan garam tersebut dan buktikan dengan hasil identifikasi menggunakan kertas lakmus.

Bagaimana data yang anda peroleh? Bandingkanlah dengan tabel berikut:

No	Larutan	basa pembentuk/ Sifat	asam pembentuk/ Sifat	Perubahan warna		Sifat larutan	pH
				Lakmus merah	Lakmus biru		
1	NaCl	NaOH /kuat	HCl /kuat	merah	biru	netral	$=7$
2	NaHCO_3	NaOH /kuat	H_2CO_3 /lemah	biru	biru	basa	>7
3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	NH_3 /lemah	H_2SO_4 /kuat	merah	merah	asam	<7
4	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ /kuat	H_2SO_4 /kuat	merah	biru	netral	$=7$
5	NaOCl	NaOH /kuat	HClO /lemah	biru	biru	basa	>7
6	CH_3COONa	NaOH /kuat	CH_3COOH /lemah	biru	biru	basa	>7
7	NH_4Cl	NH_3 /lemah	HCl /kuat	merah	merah	asam	<7



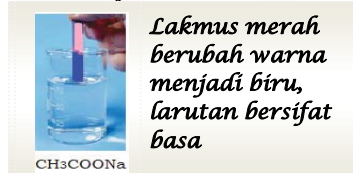
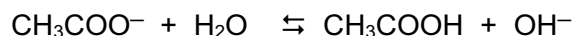
Kesimpulan apa yang anda peroleh dari data tersebut?

Anda sudah mengetahui bahwa asam lemah dan basa lemah terionisasi sebagian dalam air. Hidrolisis garam merupakan reaksi garam dengan air, jika suatu garam

dilarutkan dalam air maka garam tersebut akan terurai menjadi ion-ionnya, ion-ion dari garam ini akan mempengaruhi ion H^+ dan ion OH^- dari air sehingga larutan yang dihasilkan ada yang bersifat asam, basa dan ada yang bersifat netral. Berikut ini dibahas garam yang terbentuk dari asam lemah dan basa kuat, garam dari asam kuat dan basa lemah, dan garam dari asam lemah dan basa lemah.

I. Garam dari Asam Lemah dan Basa Kuat

Garam CH_3COONa jika dilarutkan dalam air akan terurai menjadi ion Na^+ dan CH_3COO^- , pH larutan akan naik menjadi lebih besar dari 7, ini berarti ada ion garam yang bereaksi dengan air sehingga menyebabkan bertambahnya ion OH^- dalam larutan, hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :



Ion Na^+ tidak bereaksi dengan air karena berasal dari basa kuat, ion CH_3COO^- bereaksi dengan air menghasilkan ion OH^- sehingga ion OH^- dalam larutan bertambah besar dan menyebabkan pH larutan naik menjadi > 7 , larutan bersifat basa. Garam yang berasal dari asam lemah dengan basa kuat terhidrolisis sebagian (terhidrolisis parsial).

Untuk reaksi $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

$$K = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-][H_2O]}$$

$$K[H_2O] = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

Jika persamaan:

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \text{ dikalikan dengan } \frac{[H^+]}{[H^+]}, \text{ maka}$$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-][H^+]}{[CH_3COO^-][H^+]}$$

$$\text{Jika, } K_w = [OH^-][H^+]$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$\text{Maka, } K_h = \frac{1}{K_a} \times K_w \quad \text{atau}$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

Keterangan:

K_w = tetapan kesetimbangan air = 10^{-14}

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

Konsentrasi CH_3COOH sama dengan konsentrasi OH^- , konsentrasi CH_3COO^- dianggap sama dengan konsentrasi CH_3COO^- dari ionisasi garam, CH_3COO^- yang terhidrolisis diabaikan, sehingga dari $K = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-][H_2O]}$ didapatkan:

$$K[H_2O] = \frac{[OH^-]^2}{[basa.konjugasi]}$$

$$K_h = \frac{[OH^-]^2}{[basa.konjugasi]}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_h[basa.konjugasi]} \quad \text{atau} \quad [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}[basa.konjugasi]}$$

Jika garamnya $Ba(CH_3COO)_2$ maka basa konjugasinya adalah $[CH_3COO^-]$ jadi $n = 2$ maka

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}n.[basa.konjugasi]}$$

Dapat disimpulkan Tetapan hidrolisis (K_h) dan konsentrasi OH^- adalah:

Untuk monoprotik

$$K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}[basa.konjugasi]}$$

Untuk poliprotik
(jumlah ion lebih
dari satu)

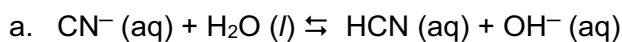
$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}n.[basa.konjugasi]}$$

n = jumlah anion, $Ba(CH_3COO)_2$
 $n = 2$

Contoh

- Sebanyak 4,9 gram garam natrium sianida ($NaCN$) dilarutkan ke dalam air hingga volumenya 2 Liter. Jika diketahui: K_a HCN = $4 \cdot 10^{-10}$ dan A_r Na = 23, C = 12, N = 14
 - Tuliskan persamaan reaksi hidrolisis!
 - Hitung K_h
 - Hitung pH larutan

Jawaban



$$b. \quad K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$K_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-10}} = 2,5 \cdot 10^{-5}$$

$$c. \quad [NaCN] = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{mL.laru \tan}$$

$$[NaCN] = \frac{4,9}{49} \times \frac{1000}{2000}$$

$$[NaCN] = 0,05 \text{ M}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} [basa.konjugasi]$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-10}}} \times 0,05$$

$$[OH^-] = 1,12 \times 10^{-3}$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log 1,12 \times 10^{-3}$$

$$pOH = 3 - \log 1,12$$

$$pOH = 3 - 0,05 = 2,95$$

$$pH = 14 - 2,95$$

$$pH = 11,05$$

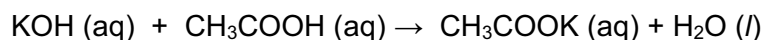
Jadi pH larutan NaCN adalah 11,05

2. Sebanyak 100 mL larutan KOH 0,3 M direaksikan dengan 150 mL larutan CH_3COOH 0,2 M. Hitung pH larutan setelah reaksi ! (K_a $CH_3COOH = 10^{-5}$)

Jawaban

$$\text{mmol KOH} = 100 \text{ mL} \times 0,3 \text{ M} = 30 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol } CH_3COOH = 150 \text{ mL} \times 0,2 \text{ M} = 30 \text{ mmol}$$



$$30 \text{ mmol} \quad 30 \text{ mmol} \quad 30 \text{ mmol}$$

Jadi, mmol garam atau $CH_3COOK = 30 \text{ mmol}$

$$[CH_3COOK] = \frac{30 \text{ mmol}}{250 \text{ mL}} = 0,12 \text{ M}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} [basa.konjugasi]$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}}} \times 0,12$$

$$[OH^-] = \sqrt{0,12 \times 10^{-9}}$$

$$[OH^-] = 1,09 \times 10^{-5}$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log 1,095 \times 10^{-5}$$

$$pOH = 5 - \log 1,095$$

$$pOH = 5 - 0,04$$

$$\text{Jadi } pOH = 4,96$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - 4,96$$

$$pH = 9,04$$

Jadi pH larutan setelah reaksi adalah 9,04

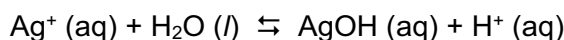
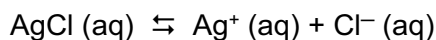
Soal Latihan Hidrolisis

Untuk lebih memahami materi ini cobalah kerjakan soal sebagai berikut:

- Sebanyak 3,16 gram garam Kalsium acetat $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ dilarutkan ke dalam air hingga volumenya 2 Liter. Jika diketahui: $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,5 \cdot 10^{-5}$ dan $A_r \text{Ca} = 40$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$
 - Tuliskan persamaan reaksi hidrolisis!
 - Hitung K_h
 - Hitung pH larutan
- Sebanyak 200 mL larutan HF 0,1 M direaksikan dengan 100 mL larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,1 M. Hitung pH larutan setelah reaksi ! ($K_a \text{HF} = 6,7 \cdot 10^{-4}$)

2. Garam dari Asam Kuat dan Basa Lemah

Garam AgCl terbentuk dari HCl (asam kuat) dan $\text{AgOH}(\text{aq})$ (basa lemah). Jika garam AgCl dilarutkan dalam air akan mengalami hidrolisis parsial (sebagian) dan larutannya bersifat asam. Mengapa? Ion Ag^+ merupakan asam konjugasi dari basa $\text{AgOH}(\text{aq})$, terhidrolisis sebagian dalam air. Perhatikan reaksi hidrolisis dari AgCl berikut ini.



Lakmus biru
berubah warna
menjadi merah,
larutan bersifat
asam

Reaksi tersebut menghasilkan ion H^+ sehingga larutan bersifat asam dan $\text{pH} < 7$.

Tetapan hidrolisis:

$$K = \frac{[\text{AgOH}][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+][\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{AgOH}][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+]}$$

$$K_h = \frac{[\text{AgOH}][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+]}$$

Jika persamaan:

$$K_h = \frac{[\text{AgOH}][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+]}$$
 dikalikan $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{OH}^-]}$, maka

$$K_h = \frac{[\text{AgOH}][\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{Ag}^+][\text{OH}^-]}$$

$$\text{Jika, } K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

$$K_b = \frac{[\text{Ag}^+][\text{OH}^-]}{[\text{AgOH}]}$$

$$\text{Maka } K_h = \frac{1}{K_b} \times K_w = \frac{K_w}{K_b}$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

Konsentrasi AgOH sama dengan konsentrasi ion H^+ , konsentrasi ion Ag^+ dianggap sama dengan konsentrasi ion Ag^+ dari ionisasi garam, ion Ag^+ yang terhidrolisis diabaikan, sehingga

$$K_h = \frac{[H^+]^2}{[asam.konjugasi]}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_h[asam.konjugasi]}$$

$$\text{Atau } [H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [asam.konjugasi]}$$

Secara umum

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times n \cdot [asam.konjugasi]}$$

Keterangan:

K_w = tetapan kesetimbangan air = 10^{-14}

K_b = tetapan ionisasi basa lemah

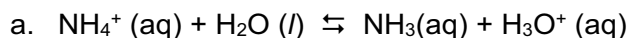
n = jumlah asam konjugasi

Contoh

1. Sebanyak 10,7 gram ammonium klorida (NH_4Cl) dilarutkan ke dalam air sampai volumenya 500 mL. Diketahui: $K_b NH_3(aq) = 10^{-5}$ dan A_r N=14, H=1, Cl=35,5

- Tuliskan persamaan reaksi hidrolisis!
- Hitung K_h
- Hitung pH larutan!

Jawab



b. $K_h = \frac{K_w}{K_b}$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{10^{-5}}$$

$$K_h = 10^{-9}$$

c. $[NH_4Cl] = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$

$$[NH_4Cl] = \frac{10,7}{53,5_r} \times \frac{1000}{500} = 0,4.M$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [asam.konjugasi]}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \times 0,4}$$

$$[H^+] = \sqrt{4 \times 10^{-10}}$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-5}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 2 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = 5 - \log 2$$

$$pH = 5 - 0,3$$

$$pH = 4,7$$

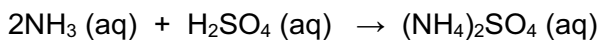
Jadi pH larutan NH_4Cl adalah 4,7

2. Sebanyak 250 mL larutan NH_3 0,1 M dicampur dengan 250 mL larutan H_2SO_4 0,05M. Tentukan pH larutan campuran. Diketahui: $K_b \text{NH}_3 (\text{aq}) = 1 \times 10^{-5}$

Jawaban

$$\text{mmol NH}_3 (\text{aq}) = 250 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 25 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) = 250 \text{ mL} \times 0,05 \text{ M} = 12,5 \text{ mmol}$$



$$25 \text{ mmol} \quad 12,5 \text{ mmol} \quad 12,5 \text{ mmol}$$

Jadi, mmol $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 12,5 \text{ mmol}$

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \frac{12,5 \text{ mmol}}{500 \text{ mL}} = 0,025 \text{ M}$$

Dalam $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ada 2 ion NH_4^+

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times n \cdot [\text{asam.konjugasi}]}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \times 2(0,025)}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{5 \times 10^{-11}}$$

$$[\text{H}^+] = 2,24 \cdot 10^{-5,5}$$

$$pH = -\log [\text{H}^+]$$

$$pH = -\log 2,24 \cdot 10^{-5,5}$$

$$pH = 5,5 - \log 2,24$$

$$pH = 5,5 - 0,35$$

$$pH = 5,15$$

Jadi pH larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ adalah 5,15

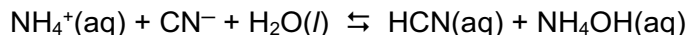


Untuk lebih memahami materi ini cobalah kerjakan soal sebagai berikut:

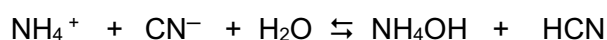
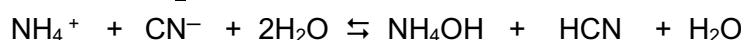
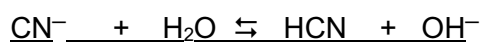
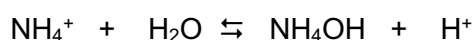
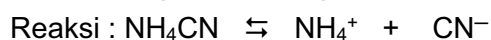
- Sebanyak 16,05 gram garam Ammonium klorida (NH_4Cl) dilarutkan ke dalam air hingga volumenya 500 mL. Jika diketahui: $K_b \text{NH}_3 = 1,5 \cdot 10^{-5}$ dan $A_r \text{ N} = 14$, $\text{Cl} = 35,5$ $\text{H} = 1$
 - Tuliskan persamaan reaksi hidrolisis!
 - Hitung K_h
 - Hitung pH larutan
- Sebanyak 100 mL larutan HNO_3 0,1 M direaksikan dengan 100 mL larutan NH_3 0,1 M. Hitung pH larutan setelah reaksi ! ($K_b \text{NH}_3 = 1,5 \cdot 10^{-5}$)

3. Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah

Garam NH_4CN terbentuk dari HCN (asam lemah) dan $\text{NH}_3 (\text{aq})$ (basa lemah), akan terhidrolisis total (sempurna) dalam air baik kation maupun anionnya. Mengapa? Perhatikan reaksi hidrolisis berikut ini.



a. Hubungan Kh dengan Kw



$$K_h = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}][\text{HCN}]}{[\text{NH}_4^+][\text{CN}^-][\text{H}_2\text{O}]} \text{ dikalikan dengan } \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}$$

$$K_h = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}][\text{HCN}]}{[\text{NH}_4^+][\text{CN}^-][\text{H}_2\text{O}]} \times \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}$$

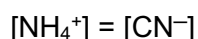
$$K_h = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]} \times \frac{[\text{HCN}]}{[\text{H}^+][\text{CN}^-]} \times \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b \cdot K_a}$$

b. Penentuan konsentrasi H^+ dan OH^-



$$K_h = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}][\text{HCN}]}{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]} \text{ kalikan } \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^2}$$



maka :

$$K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{HCN}]}{[\text{CN}^-][\text{CN}^-]} \times \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^2}$$

$$K_h = \frac{[\text{HCN}]^2}{[\text{CN}^-]^2[\text{H}^+]^2} \times [\text{H}^+]^2$$

$$K_h = \frac{1}{K_a^2} \times [\text{H}^+]^2$$

$$[\text{H}^+]^2 = K_h \cdot (K_a)^2$$

$$[\text{H}^+]^2 = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b} \times (K_a)^2$$

$$[\text{H}^+]^2 = \frac{K_w \cdot K_a}{K_b}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times K_a}$$

atau

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times K_b}$$

Harga $[\text{H}^+]$ dan $[\text{OH}^-]$ bergantung pada harga K_a dan K_b .

Larutan garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah dapat bersifat asam, basa atau netral, **bergantung pada harga K_a dari asam dan K_b dari basa.**

Contoh

Tentukan pH larutan NH_4CH_3COO 0,1 M jika $K_a CH_3COOH = 10^{-5}$ dan $K_b NH_3 = 10^{-5}$

Jawaban

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{K_b}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-5} \times 10^{-14}}{10^{-5}}}$$

$$[H^+] = 10^{-7}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 10^{-7}$$

$$pH = 7$$

Jadi, NH_4CH_3COO bersifat netral karena harga $K_a =$ harga K_b

Dalam kehidupan sehari-hari peristiwa hidrolisis garam banyak manfaatnya,

Berikut beberapa hal yang mungkin perlu kita ketahui penerapan hidrolisis garam dalam kehidupan sehari-hari:

Dalam tubuh kita terjadi reaksi hidrolisis. Proses pencernaan makanan dalam tubuh manusia dan hewan merupakan reaksi hidrolisis. Contoh: amilum terhidrolisis menjadi glukosa, protein terhidrolisis menjadi asam amino, lemak terhidrolisis menjadi asam lemak dalam usus halus

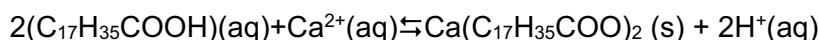


Gambar 9.3 Usus halus
Sumber: www.slideshare.net

Pelarutan Sabun, garam natrium stearat, $C_{17}H_{35}COONa$ (sabun cuci) akan mengalami hidrolisis jika dilarutkan dalam air, menghasilkan asam stearat dan basanya $NaOH$.

Reaksi: $C_{17}H_{35}COONa + H_2O \rightleftharpoons C_{17}H_{35}COOH + NaOH$

Oleh karena itu, jika garam tersebut digunakan untuk mencuci, airnya harus bersih dan tidak mengandung ion-ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} . ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} banyak terdapat dalam air sadah. Jika air yang digunakan mengandung ion Ca^{2+} , terjadi reaksi



Kalsium stearat mengendap, sehingga buih yang dihasilkan sangat sedikit. Akibatnya, cucian tidak bersih karena fungsi buih untuk memperluas permukaan kotoran agar mudah larut dalam air.

Penjernihan air minum oleh perusahaan air minum (PAM) berdasarkan prinsip hidrolisis, yaitu menggunakan senyawa aluminium fosfat yang mengalami hidrolisis total.

Peristiwa hidrolisis juga terjadi pada proses penjernihan air sumur yang berlumpur dengan tawas.

Reaksi yang terjadi: $Al^{3+}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons Al(OH)_3(s) + H^+(aq)$

Sehingga air yang berlumpur menjadi jernih.



Gambar 9.4 Sabun
Sumber: www.slideshare.net

Pupuk diberikan pada tanaman agar tumbuh subur, maka pH tanah harus dijaga, dan disesuaikan dengan pH tanaman. Oleh karena itu diperlukan pupuk yang dapat menjaga pH tanah agar tidak terlalu asam atau basa seperti pupuk urea, TSP, ZA. Biasanya para petani menggunakan pelet padat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ untuk menurunkan pH tanah. Garam $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bersifat asam, ion NH_4^+ akan terhidrolisis dalam tanah membentuk NH_3 dan H^+ yang bersifat asam.



Gambar 9.5: pupuk
Sumber: www.coolboxdelta.com

Pemutih Pakaian, kita juga sering memakai pemutih pakaian. Produk ini mengandung kira-kira 5% NaOCl yang sangat reaktif sehingga dapat menghancurkan pewarna, sehingga pakaian menjadi putih kembali. Garam ini terbentuk dari asam lemah HOCl dengan basa kuat NaOH . Ion OCl^- terhidrolisis menjadi HOCl dan OH^- , sehingga garam NaOCl bersifat basa.



Gambar 9.6: bayclin
Sumber: www.slideshare.net



Penugasan 1

Menganalisis Sifat Larutan Garam dengan Menggunakan Lakmus dan Indikator Universal



Tujuan

Menentukan sifat larutan melalui pengamatan perubahan warna lakmus dan pH larutan dengan Indikator Universal



Teori

Bahan-bahan yang sering kita gunakan sehari-hari mengandung zat kimia dalam bentuk garam. Seperti garam dapur mengandung NaCl , pupuk TSP mengandung $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan lain-lain.

Hidrolisis merupakan penguraian suatu garam oleh air atau reaksi suatu zat dengan air.

Berdasarkan asam basa pembentuknya, garam dapat dikelompokkan menjadi 4 jenis, yaitu:

- Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak terhidrolisis, pH larutan sama dengan 7
- Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah terhidrolisis sebagian (parsial), pH larutan kecil dari 7
- Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat terhidrolisis sebagian (parsial), pH larutan besar dari 7
- Garam yang berasal dari asam lemah dan asam lemah terhidrolisis sempurna (total), pH larutan tergantung K_a dan K_b

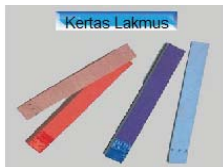


Langkah-Langkah

1. Sediakanlah minimal 10 macam larutan yang anda temukan dalam kehidupan sehari-hari yang mengandung garam (seperti rinso mengandung garam Na_3PO_4 , garam dapur NaCl dan **carilah larutan lain**), yang akan diuji dalam tabung reaksi
2. Celupkan kertas lakmus merah dan biru kedalam larutan, lihat perubahan warna kertas lakmus. Catat pada lembar pengamatan
3. Celupkan kertas indikator universal kedalam larutan, kemudian cocokkan perubahan warna kertas indikator dan cocokkan dengan warna yang ada pada sampul indikator universal. Catat pH sesuai dengan warna tersebut.

Alat dan bahan

1. Alat : tabung reaksi, rak tabung reaksi, kertas lakmus, indikator Universal
2. Bahan: berbagai macam larutan yang mengandung garam



Tabel pengamatan

Larutan	Garam yang terkandung dalam larutan	Warna larutan	Perubahan warna dalam indikator		Sifat Larutan Asam/Basa	Analisis Data
			Lakmus menjadi	Indikator Universal pada Angka		
1 Rinso	Na_3PO_4	Bening	Biru	12	Basa	Na_3PO_4 berasal dari NaOH basa kuat dan H_3PO_4 asam lemah jadi terhidrolisis parsial bersifat basa, terbukti $\text{pH} = 12$
2 ...						
3 ...						
4 ...						
5 ...						
6 ...						
7 ...						
8 ...						
9 ...						
10 ...						

Catatan: bila anda tidak mempunyai kertas lakmus atau indikator universal, apa yang dapat anda lakukan? Ya Anda masih ingat kan dengan indikator alam? (Modul 8 tentang indikator) Yaanda dapat memanfaatkan kunyit, bunga kembang sepatu, atau indikator alam lainnya untuk mengidentifikasi garam-garam yang akan anda uji. Untuk pengganti Indikator Universal anda dapat menggunakan ekstrak kol merah

Rubrik Penilaian

No	Mengamati perubahan warna lakmus dan pH larutan dengan Indikator Universal	Skor
1	Membuat 10 larutan yang mengandung garam	10
2	Melengkapi data hasil percobaan	30
3	Membuat analisis hasil percobaan	10
	Skor maksimum	50

Skor maksimum adalah 50. Jika Anda mengamati 10 macam larutan dengan indikator lakmus dan menentukan pH larutan dengan indikator universal serta menganalisis hasil percobaan dengan benar, berarti skor Anda 50 maka:

$$\text{Nilai anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{50}{50} \times 100 = 100$$

Latihan Soal Hidrolisis

I. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

- Buat reaksi hidrolisis dan tentukan sifat larutan dari garam-garam berikut:
 - K_2CO_3
 - NH_4Br
 - $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$
 - Na_2SO_4
 - $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$
 - KNO_3
 - Ag_2SO_4
 - Na_3PO_4
 - KF
 - NaI
- Buat persamaan hidrolisis, tentukan sifat larutan asam atau basa, harga tetapan hidrolisis dan pH larutan dari:
 - 100 mL larutan NaF 0,01 M ($K_a \text{ HF} = 6,7 \cdot 10^{-4}$)
 - 50 mL larutan Na_3PO_4 0,5 M ($K_a = 4,8 \cdot 10^{-13}$)
 - 100 mL larutan KCl 0,1 M
 - 50 mL larutan NH_4CN 0,5 M ($K_a = 4 \cdot 10^{-10}$, $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)
 - 150 mL NH_4NO_2 0,1 M ($K_a = 5,13 \cdot 10^{-4}$, $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)
 - 200 mL larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,05 M ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)
- Larutan garam NH_4Cl 0,1M mengalami hidrolisis, jika diketahui tetapan hidrolisisnya = 10^{-9} . Tentukan:
 - persamaan reaksi hidrolisis
 - pH larutan
- Berapa gram kristal CaF_2 harus dilarutkan dalam 100 mL air agar pH larutan menjadi 9. Bila $K_a \text{ HF} = 7,2 \cdot 10^{-4}$
- Direaksikan 100 mL larutan NaOH 0,2 M dengan 100 mL larutan asam asetat 0,2 M bila K_a asam asetat $1,75 \cdot 10^{-5}$. Tentukan:
 - pH NaOH dan pH asam asetat sebelum reaksi
 - Reaksi hidrolisis natrium asetat
 - Tetapan hidrolisis
 - pH larutan setelah reaksi
- Natrium benzoat ($\text{NaC}_7\text{H}_5\text{O}_2$) umumnya digunakan sebagai pengawet makanan dengan konsentrasi 0,1% b/b. Hitunglah pH larutan natrium benzoat tersebut bila dilarutkan dalam air. K_a asam benzoat $6,3 \cdot 10^{-5}$

7. Tentukan pH larutan dari hasil reaksi berikut: (identifikasi sifat larutan, apakah pH asam atau basa kuat dan hidrolisis)
- 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 10 mL larutan HCl 0,1 M
 - 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 10 mL larutan CH₃COOH 0,1 M
 - 10 mL larutan NH₃ 0,1 M dengan 10 mL larutan CH₃COOH 0,1 M
 - 10 mL larutan NaOH 0,2 M dengan 10 mL larutan CH₃COOH 0,1 M
 - 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 10 mL larutan HCl 0,2 M
- ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$, $K_b \text{ NH}_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$)
8. Jelaskan dengan prinsip reaksi hidrolisis, mengapa air tanah yang banyak mengandung garam-garam besi (seperti FeCl₃) dapat mengakibatkan warna coklat pada dinding kamar mandi? (catatan ion Fe³⁺ berwarna coklat)

II Pilihlah satu jawaban yang benar!

- Garam yang dalam air dapat terhidrolisis menghasilkan larutan dengan pH < 7 adalah ...
 - NH₄Cl
 - NaCH₃COO
 - NaCl
 - Na₂CO₃
 - NaNO₃
- Beberapa garam berikut.
 - NH₄Cl
 - NaCH₃COO
 - (NH₄)₂SO₄
 - NH₄CN
 - Na₂CO₃

Garam yang terhidrolisis parsial dan bersifat basa adalah...

 - 1 dan 2
 - 2 dan 3
 - 2 dan 5
 - 3 dan 4
 - 4 dan 5
- Senyawa berikut ini yang mengalami hidrolisis total dalam air adalah
 - NH₄Cl
 - Na₂SO₄
 - BaCl₂
 - CH₃COONa
 - NH₄CH₃COO
- Jika zat berikut ini dilarutkan dalam air, maka zat yang menghasilkan larutan yang bersifat asam adalah
 - Amonia
 - Natrium Karbonat
 - Natrium Sulfat
 - Natrium Klorida
 - Amonium Klorida
- Jika garam berikut ini dilarutkan dalam air, maka garam yang menghasilkan larutan dengan pH > 7 adalah
 - NaCl
 - Na₂SO₄
 - CuSO₄
 - CH₃COOK
 - NH₄NO₃
- Diketahui persamaan hidrolisis berikut.

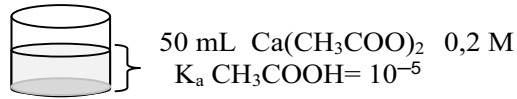
$$\text{Z}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HZ}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$

Garam berikut yang mengalami hidrolisis seperti persamaan hidrolisis di atas adalah

 - NH₄Cl
 - NH₄CN
 - CaCl₂
 - Na₂SO₄
 - KCN
- Ke dalam 25 mL larutan Ba(OH)₂ 0,1 M ditambahkan 25 mL CH₃COOH 0,2 M, jika K_a asam asetat 10^{-5} maka pH larutan adalah....
 - $5 - \log 1$
 - $5,5 - \log \sqrt{5}$
 - $5,5 + \log \sqrt{5}$
 - $8,5 + \log \sqrt{5}$
 - $9 + \log 1$

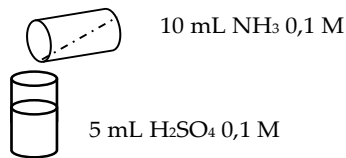
8. Sebanyak 214 gram NH_4Cl ($M_r=53,5$) ditambahkan kedalam air hingga volume larutan menjadi 250 mL, maka pH larutan garam tersebut adalah.....($K_b=10^{-5}$)
- A. $4,0 - \log 4,5$ D. $9,5 - \log 4,0$
 B. $4,5 - \log 4,0$ E. $9,5 + \log 4,0$
 C. $4,5 + \log 4,0$

9. Diberikan informasi dari suatu larutan garam.



Maka pH larutan garam tersebut adalah

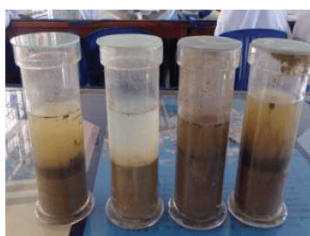
- A. 0,70 D. 9,15
 B. 4,70 E. 9,30
 C. 4,85
10. Direaksikan dua macam larutan berikut:



pH larutan yang terjadi adalah.... ($K_b \text{NH}_3 = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

- A. $5,5 - \log 1,35$ D. $8,5 + \log 1,35$
 B. $5,5 - \log 1,92$ E. $8,5 + \log 1,92$
 C. $7,0 - \log 1$
11. Sebanyak 1,44 gram natrium benzoat ($M_r = 144$) dilarutkan sampai volume 250 mL akan digunakan untuk mengawetkan suatu produk makanan. Jika $K_a 1 \times 10^{-10}$, maka harga pH larutan garam tersebut adalah
- A. $3 - \log 2$ D. $11 - \log 2$
 B. $6 - 2 \log 2$ E. $11 + \log 2$
 C. $8 + 2 \log 2$
12. Seorang siswa melarutkan 1,07 gram NH_4Cl dalam air sampai volum 200 mL. Untuk menentukan pH larutan tersebut digunakan pH meter. Bila $K_b \text{NH}_3 1 \cdot 10^{-5}$, Ar N = 14, H = 1, Cl = 35,5. pH meter akan menunjukkan pada angka.....
- A. 4,85 D. 9,00
 B. 5,00 E. 9,15
 C. 5,15
13. Direaksikan 10 mL H_2SO_4 0,1 M dengan 20 mL NH_3 0,1 M, bila $K_b \text{NH}_3 6 \cdot 10^{-5}$ maka pH larutan adalah...
- A. $5,0 - \log 6$ D. $6,0 - \log \sqrt{5}$
 B. $5,5 - \log 1$ E. $8,5 - \log 1$
 C. $5,5 - \log \sqrt{3}$
14. Direaksikan 10 mL NaOH 0,2 M dengan 10 mL HClO 0,2 M, bila $K_a \text{HClO} 5 \cdot 10^{-7}$ maka pH larutan adalah....
- A. $4,5 - \log \sqrt{2}$ D. $4 - \log 5$
 B. $9,5 + \log \sqrt{2}$ E. $10 + \log 5$
 C. $9,5 - \log \sqrt{2}$
15. Garam NH_4NO_2 mengalami hidrolisis total. Jika diketahui $K_a \text{HNO}_2 = 4,5 \times 10^{-4}$ dan $K_b \text{NH}_3 = 1,0 \times 10^{-5}$ maka pH larutan NH_4NO_2 0,1 M adalah
- A. 7,83 D. 6,17
 B. 7,17 E. 5,83
 C. 6,83

B. Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan



Gambar 9.7: Tekstur tanah
Sumber: www.tneutron.net



Air kapur
perpustakaancyber.blogspot.co.id



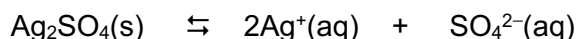
Tepi pantai yang indah
artikelmateri.blogspot.com

Apa yang dapat anda amati dari gambar tersebut? Apa yang anda pikirkan tentang tekstur tanah, air kapur dan pengendapan di tepi pantai? Secara sederhana sangat menarik? Setelah membahas materi tentang kelarutan dan hasilkali kelarutan ini tentunya anda akan dapat menjawab pertanyaan ini dengan baik.

Pada hidrolisis, Anda telah mempelajari bahwa garam yang dilarutkan dalam air dapat bersifat asam, basa, atau netral tergantung kekuatan asam dan basa pembentuk garam tersebut. Bila kita melarutkan garam dapur (NaCl) ke dalam air, garam akan mudah larut berarti kelarutannya besar dan bila dilarutkan terus menerus akan tercapai titik jenuh, dengan penambahan sedikit saja garam tersebut akan mengendap. Bagaimana kalau kapur dilarutkan dalam air? Bagaimana kelarutannya?

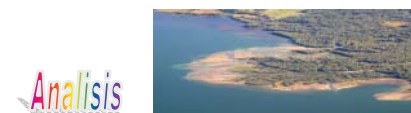
Larutan jenuh yang mengandung kristal zat padat tidak larut, terdapat dalam keadaan kesetimbangan dinamik dengan molekul-molekul atau ion-ionnya dalam larutan. Kelarutan dipengaruhi oleh **jenis zat terlarut, jenis pelarut dan suhu**.

Secara umum pengertian kelarutan adalah batas maksimum dari sejumlah zat tersebut yang dapat larut dalam pelarut tertentu. Misalnya Ag_2SO_4 yang larut dalam air membentuk ion Ag^+ dan ion SO_4^{2-} dalam bentuk reaksi kesetimbangan:

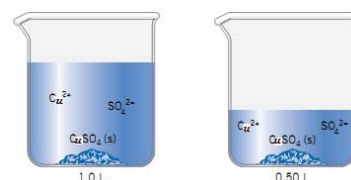
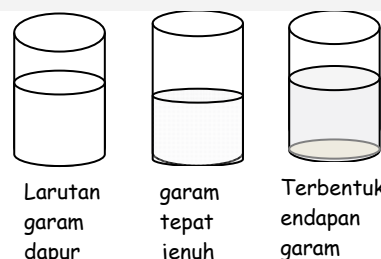


Pada unit ini Anda akan mempelajari tetapan hasil kali kelarutan, K_{sp} ; hubungan kelarutan dengan K_{sp} ; hubungan K_{sp} dengan reaksi pengendapan; dan pengaruh ion senama pada kelarutan.

Anda sudah mengetahui bahwa garam dapur (NaCl) mudah larut dalam air. Namun ada zat lain, seperti gips (CaSO_4), terusi (CuSO_4), AgCl dan BaSO_4 sukar larut dalam air. Garam atau basa yang sukar larut dalam air membentuk kesetimbangan kelarutan, yaitu kesetimbangan antara zat yang tidak larut dengan ion-ionnya yang terlarut dalam larutan. Kesetimbangan kelarutan mempunyai tetapan kesetimbangan yang disebut **tetapan hasil kali kelarutan** yang dinyatakan dengan lambang K_{sp} .



Analisis
Anda pasti senang melihat pantai ini kan? bagaimanakah proses terbentuknya pantai yang indah ini? Sedimentasi ini terjadi melalui proses pengendapan material yang ditransport oleh media air, angin, di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dari proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai. Carilah informasi lebih lanjut, buatlah makalah sederhana dan presentasikan dalam kelompok belajarmu



Hasilkali Kelarutan

1. Tetapan Hasil Kali Kelarutan, K_{sp}

Pada umumnya, zat elektrolit larut dalam air, tetapi ada juga beberapa basa dan garam sukar larut dalam air, misalnya Ag_2SO_4 , AgCl , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan lain-lain. Basa atau garam yang sukar larut dalam air membentuk kesetimbangan kelarutan, yaitu kesetimbangan antara zat yang tidak larut dengan ion-ionnya yang terlarut dalam larutan.

Misalnya Ag_2SO_4 yang larut dalam air membentuk ion Ag^+ dan ion SO_4^{2-} dalam bentuk reaksi kesetimbangan:

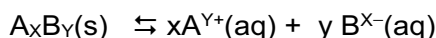


Tetapan kesetimbangannya adalah $K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2[\text{SO}_4^{2-}]$ *sp = solubility product*

K_{sp} = hasil kali kelarutan

(solubility product constant)

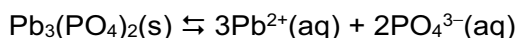
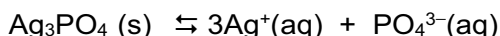
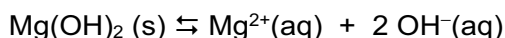
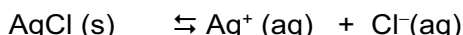
Secara umum dapat dituliskan dalam bentuk reaksi



$$K_{sp} = [\text{A}^{Y+}]^x [\text{B}^{X-}]^y$$

K_{sp} didefinisikan sebagai hasil kali konsentrasi ion-ion suatu elektrolit dalam larutan yang tepat jenuh dipangkatkan dengan koefisien reaksinya.

Berikut ini contoh kesetimbangan zat padat, garam atau basa yang sukar larut dengan ion-ionnya:



Kesetimbangan tersebut memiliki tetapan kesetimbangan yang disebut tetapan hasil kali kelarutan dinyatakan dengan lambang K_{sp} .

$$K_{sp} \text{ AgCl} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$K_{sp} \text{ Mg}(\text{OH})_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$K_{sp} \text{ Ag}_3\text{PO}_4 = [\text{Ag}^+]^3[\text{PO}_4^{3-}]$$

$$K_{sp} \text{ Pb}_3(\text{PO}_4)_2 = [\text{Pb}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2$$

Harga K_{sp} menunjukkan jumlah zat padat elektrolit yang terlarut dalam air. **Makin besar harga K_{sp} , maka zat elektrolit tersebut makin mudah larut.**



cobalah Anda analisis bagaimana kelarutan dari kapur (CaCO_3) dan gips (CaSO_4). Ambil zat tersebut dalam jumlah yang sama dan larutkan masing-masing dalam air yang sama pula, kemudian diaduk, diamkan. Manakah yang lebih mudah larut? Manakah yang mempunyai K_{sp} yang lebih besar? (lihat tabel 9.1 benarkah analisis anda?)

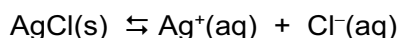
2. Hubungan Kelarutan Dengan K_{sp}

Larutan jenuh merupakan larutan yang mengandung zat terlarut dalam konsentrasi yang maksimum. Kejenuhan suatu larutan dipengaruhi oleh suhu. Semakin meningkat suhu maka kelarutan semakin besar sehingga mempengaruhi harga K_{sp} -nya. Bila harga K_{sp} suatu zat elektrolit yang sukar larut diketahui, kita dapat meramalkan keadaan ion-ion dari suatu zat dalam suatu larutan dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Jika harga K_{sp} **lebih besar** dari hasil kali konsentrasi ion-ion, maka ion-ion tersebut melarut.
2. Jika harga K_{sp} **sama** dengan hasil kali konsentrasi ion-ion, maka ion-ion tersebut tepat jenuh.
3. Jika harga K_{sp} **lebih kecil** dari hasil kali konsentrasi ion-ion, maka ion-ion tersebut mengendap.

Kelarutan dinyatakan dalam satuan mol per Liter maka hubungan kelarutan (s) dan K_{sp} dapat diturunkan sebagai berikut. Misalkan kelarutan AgCl dalam air = s mol/L,

maka



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} \text{ AgCl} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$K_{sp} \text{ AgCl} = s \text{ mol/L} \times s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} \text{ AgCl} = s^2 (\text{mol/L})^2$$

$$s = \sqrt{K_{sp} \text{ AgCl}}$$

Diketahui AgCl $s \text{ mol/L}$ maka:

$$\text{Ag}^+ = 1/1 \times s \text{ mol/L} = s \text{ mol/L}$$

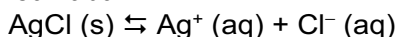
$$\text{Cl}^- = 1/1 \times s \text{ mol/L} = s \text{ mol/L}$$

Kelarutan AgCl dalam air adalah $s = \sqrt{K_{sp} \text{ AgCl}}$

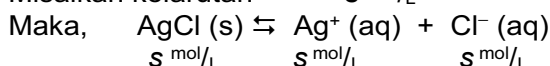
Contoh

1. Tentukan kelarutan AgCl dalam air bila tetapan hasil kali kelarutan, $K_{sp} \text{ AgCl} = 1,7 \cdot 10^{-10}$.

Jawaban



Misalkan kelarutan = $s \text{ mol/L}$



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$1,7 \times 10^{-10} = (s)(s)$$

$$1,7 \times 10^{-10} = s^2$$

$$s = \sqrt{1,7 \times 10^{-10}}$$

$$s = 1,3 \times 10^{-5}$$

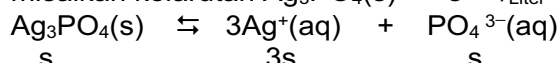
Jadi kelarutan AgCl dalam air adalah $1,3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ atau $1,3 \times 10^{-5} \text{ M}$

2. Berapa mol kelarutan Ag_3PO_4 yang dapat larut dalam 50 mL air .

$$K_{sp} \text{ Ag}_3\text{PO}_4 = 2,7 \cdot 10^{-19}$$

jawab:

misalkan kelarutan $\text{Ag}_3\text{PO}_4(\text{s}) = s \text{ mol/Liter}$



$$s \quad 3s \quad s$$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^3 [\text{PO}_4^{3-}]$$

$$2,7 \cdot 10^{-19} = (3s)^3 (s)$$

$$2,7 \cdot 10^{-19} = 27 s^4$$

$$s^4 = 10^{-20}$$

$$s = 10^{-5}$$

kelarutan $\text{Ag}_3\text{PO}_4(\text{s})$ adalah $10^{-5} \text{ mol/Liter}$

Jadi kelarutan $\text{Ag}_3\text{PO}_4(\text{s})$ dalam 50 mL adalah $0,05 \text{ Liter} \times 10^{-5} \text{ mol/Liter} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$

3. Bila pH larutan jenuh Ca(OH)_2 pada suhu 25°C adalah 9. Tentukan:

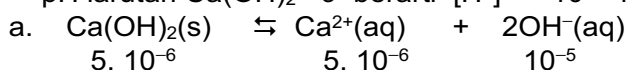
a. Kelarutan Ca(OH)_2 dalam air murni

b. Hasil kali kelarutan

c. Massa Ca(OH)_2 yang terlarut dalam 100 mL larutan

Jawab:

pH larutan Ca(OH)_2 9 berarti $[\text{H}^+] = 10^{-9}$ maka $[\text{OH}^-] = 10^{-5}$



$$5 \cdot 10^{-6} \quad 5 \cdot 10^{-6} \quad 10^{-5}$$

Bila $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$ maka $\text{Ca(OH)}_2 = \frac{1}{2} \times 10^{-5} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ Ca(OH)_2
maka kelarutan Ca(OH)_2 dalam air murni $5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

b. Hasil kali kelarutan

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$K_{sp} = [5 \cdot 10^{-6}][10^{-5}]^2$$

$$K_{sp} = 5 \cdot 10^{-16}$$

Jadi hasil kali kelarutan Ca(OH)_2 adalah $5 \cdot 10^{-16} \text{ M}$

c. kelarutan Ca(OH)_2 $5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$, maka massa yang terlarut dalam 100 mL adalah:

$$M = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{v(\text{larutan})}$$

$$5 \cdot 10^{-6} = \frac{\text{gram}}{74} \times \frac{1000}{100}$$

$$\text{massa } \text{Ca(OH)}_2 = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ gram} = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ mg} = 0,037 \text{ mg}$$

Jadi kelarutan Ca(OH)_2 dalam 100 mL adalah 0,037 mg

Soal Latihan Ksp 1

Untuk lebih memahami konsep Ksp cobalah kerjakan soal berikut

1. Hitunglah kelarutan Kalsium oksalat (CaC_2O_4) bila Ksp nya $2,3 \cdot 10^{-9}$
2. Kelarutan Ag_2CO_3 dalam 100 mL larutannya adalah $13,8 \cdot 10^{-4} \text{ gram}$. Hitunglah Ksp nya
3. Tentukan pH larutan jenuh M(OH)_3 , bila Kspnya $3 \cdot 10^{-16}$

3. Hubungan K_{sp} dengan Reaksi Pengendapan

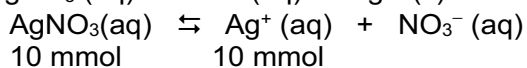
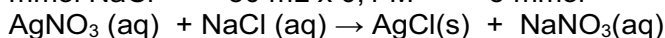
Bagaimana hubungan antara tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp}) dengan reaksi pengendapan? Perhatikan contoh berikut!

Jika 100 mL larutan AgNO_3 0,1 M dicampur dengan 50 mL larutan NaCl 0,1 M, apakah terbentuk endapan? Diketahui $K_{sp} \text{ AgCl} = 1,7 \cdot 10^{-10}$

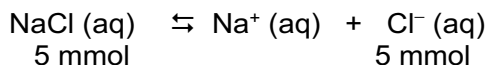
Jawaban

$$\text{mmol AgNO}_3 = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

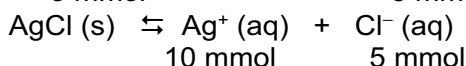
$$\text{mmol NaCl} = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 5 \text{ mmol}$$



$$10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$



$$5 \text{ mmol} \quad 5 \text{ mmol}$$



$$10 \text{ mmol} \quad 5 \text{ mmol}$$

$$[\text{Ag}^+] = \frac{10 \text{ mmol}}{150 \text{ mL}} = 0,067 \text{ M}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{5 \text{ mmol}}{150 \text{ mL}} = 0,033 \text{ M}$$

$$\text{Hasil kali } [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = (0,067)(0,033) = 2,21 \cdot 10^{-3}$$

Karena hasil kali $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ adalah $2,21 \cdot 10^{-3}$ lebih besar dari $K_{sp} \text{ AgCl}$ $1,7 \cdot 10^{-10}$, maka terjadi endapan AgCl .

Jika hasil kali ion-ion suatu garam atau basa yang sukar larut ($Q_{\text{reaksi}} = Q_c$) lebih besar dari K_{sp} maka terjadi endapan, jika lebih kecil tidak terjadi endapan dan jika sama disebut larutan tepat jenuh. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

Jika $Q_c > K_{sp}$, terjadi endapan

$Q_c < K_{sp}$, tidak terjadi endapan atau larutan belum jenuh

$Q_c = K_{sp}$, larutan tepat jenuh

Soal Latihan Ksp 2

Untuk lebih memahami konsep pengendapan cobalah kerjakan soal berikut

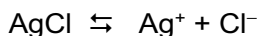
1. Apakah terbentuk endapan
 - a. jika kedalam 250 mL NaCl 10^{-4} M ditambahkan 250 mL larutan AgNO₃ 10^{-6} M. Ksp AgCl $1,8 \cdot 10^{-10}$
 - b. jika kedalam 100 mL Pb(NO₃)₂ 0,5 M ditambahkan 100 mL larutan NaCl 0,2 M. Ksp PbCl₂ $1,6 \cdot 10^{-5}$
2. Ksp Mg(OH)₂ $8 \cdot 10^{-12}$ jika pada larutan MgCl₂ 0,02 M ditambahkan larutan NaOH. Berapa pH pada saat mulai terbentuk endapan?

4. Pengaruh Ion Senama pada Kelarutan

Apa yang dimaksud dengan ion sejenis atau ion senama? Untuk menjawab pertanyaan ini, perhatikan rumus kimia beberapa garam berikut ini!. AgCl, AgNO₃, Ag₂CrO₄, dan Ag₃PO₄ merupakan garam yang terdiri atas ion logam yang sama, yaitu Ag⁺ (ion perak). Artinya garam tersebut dikatakan memiliki ion senama. Hal yang sama juga berlaku untuk garam-garam, seperti: AgCl, NaCl, CaCl₂, dan AlCl₃ yang memiliki ion sisa asam yang sama, yaitu Cl⁻ (ion klorida). Pertanyaan selanjutnya, bagaimana pengaruh ion senama terhadap kelarutan suatu garam?

Adanya ion senama dalam larutan akan mempengaruhi kelarutan, bagaimana pengaruhnya?

Contoh: dalam larutan jenuh AgCl



ditambahkan larutan NaCl

NaCl $\rightarrow$ Na⁺ + Cl⁻ ion senamanya adalah Cl⁻

Apa pengaruh ion Cl⁻ pada kesetimbangan AgCl? Kemana arah pergeseran kesetimbangan? Ion Cl⁻ semakin banyak dan bereaksi dengan ion Ag⁺ sehingga arah kesetimbangan akan bergeser ke arah AgCl akibatnya kelarutan **semakin kecil**

Analisis

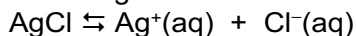
Coba anda ambil satu sendok kapur (CaCO₃) larutkan dalam setengah gelas air dan diaduk, diamkan. Apakah mengendap? kemudian tandai tinggi endapan. Anda ambil satu sendok soda kue (NaHCO₃) dan larutkan dalam air kemudian diaduk, tuangkan kedalam larutan kapur tadi, dan aduk lagi, diamkan, bagaimana dengan endapan kapur tadi? Diskusikan dalam kelompok anda?

Contoh

1. Bandingkan kelarutan AgCl dalam air murni dan kelarutan AgCl dalam NaCl 0,01M, jika diketahui K_{sp} AgCl = $1,7 \times 10^{-10}$.

Jawaban

- a. Kelarutan AgCl dalam air murni



$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] \\ &= s \times s \end{aligned}$$

$$1,7 \times 10^{-10} = s^2$$

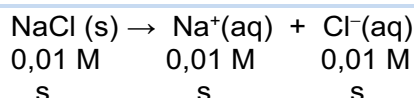
$$s = \sqrt{1,7 \times 10^{-10}}$$

$$s = 1,3 \times 10^{-5}$$

Jadi kelarutan AgCl dalam air murni = $1,3 \times 10^{-5}$ M

- b. Kelarutan AgCl dalam larutan NaCl 0,01 M

Dalam larutan NaCl terjadi reaksi berikut.



Berarti, dalam larutan terdapat ion Cl^- yang berasal dari NaCl 0,01 M dan AgCl. Konsentrasi ion Cl^- dari AgCl yaitu $1,3 \times 10^{-5}$ dapat diabaikan karena sangat kecil dibandingkan dengan konsentrasi ion Cl^- dari NaCl, yaitu 0,01 M.

$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \\ 1,7 \times 10^{-10} &= [\text{Ag}^+] \times 0,01 \text{ M} \\ [\text{Ag}^+] &= \frac{1,7 \times 10^{-10}}{0,01} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ M} \end{aligned}$$

Kelarutan AgCl dalam NaCl 0,01 M = $1,7 \times 10^{-8}$ M, lebih kecil dari kelarutan AgCl dalam air murni, yaitu $1,3 \times 10^{-5}$ M. Jadi, terbukti bahwa ion senama, yaitu Cl^- memperkecil kelarutan garam yang sukar larut.

Soal Latihan Ksp 3

Untuk lebih memahami konsep ini cobalah kerjakan soal berikut

1. Kelarutan PbSO_4 dalam air $1,4 \cdot 10^{-4}$ M, bila kedalamnya ditambahkan K_2SO_4 0,05 M, maka kelarutannya menjadi...
2. Berapa kelarutan AgCl dalam larutan NaCl 0,001 M bila larutan jenuh AgCl mempunyai $K_{sp} 10^{-10}$

Tabel 9.1 Daftar tabel Hasil Kali Kelarutan Endapan –endapan Pada suhu Kamar

Zat	Ksp	Zat	Ksp	Zat	Ksp	Zat	Ksp
Ag Br	$7,7 \cdot 10^{-13}$	CaCO_3	$4,8 \cdot 10^{-9}$	FeS	$4,0 \cdot 10^{-19}$	PbCl_2	$2,4 \cdot 10^{-4}$
AgBrO_3	$5,0 \cdot 10^{-5}$	CaC_2O_4	$2,6 \cdot 10^{-9}$	Hg_2Br_2	$5,2 \cdot 10^{-23}$	PbCO_3	$3,3 \cdot 10^{-14}$
AgCNS	$1,2 \cdot 10^{-12}$	CaF_2	$3,2 \cdot 10^{-11}$	Hg_2Cl_2	$3,5 \cdot 10^{-18}$	PbCrO_4	$1,8 \cdot 10^{-14}$
AgCl	$1,5 \cdot 10^{-10}$	CaSO_4	$2,3 \cdot 10^{-4}$	Hg_2I_2	$1,2 \cdot 10^{-28}$	PbF_2	$3,7 \cdot 10^{-8}$
$\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$5,0 \cdot 10^{-12}$	CdS	$1,4 \cdot 10^{-28}$	Hg_2S	$1,0 \cdot 10^{-45}$	PbI_2	$8,7 \cdot 10^{-9}$
Ag_2CrO_4	$2,4 \cdot 10^{-12}$	Co(OH)_2	$1,6 \cdot 10^{-18}$	HgS	$4,0 \cdot 10^{-54}$	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	$1,5 \cdot 10^{-32}$
AgI	$9,0 \cdot 10^{-16}$	Co(OH)_3	$2,5 \cdot 10^{-43}$	K_2PtCl_6	$1,1 \cdot 10^{-5}$	PbS	$5,0 \cdot 10^{-29}$
AgIO_3	$2,0 \cdot 10^{-8}$	CoS	$3,0 \cdot 10^{-26}$	MgCO_3	$1,0 \cdot 10^{-5}$	PbSO_4	$2,2 \cdot 10^{-8}$
Ag_3PO_4	$1,8 \cdot 10^{-18}$	Cr(OH)_3	$2,9 \cdot 10^{-29}$	MgC_2O_4	$8,6 \cdot 10^{-5}$	SrCO_3	$1,6 \cdot 10^{-9}$
Ag_2S	$1,6 \cdot 10^{-49}$	CuBr	$1,6 \cdot 10^{-11}$	MgF_2	$7,0 \cdot 10^{-9}$	SrC_2O_4	$5,0 \cdot 10^{-8}$
Ag_2SO_4	$7,7 \cdot 10^{-5}$	CuCl	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$\text{Mg(NH}_4\text{)PO}_4$	$2,5 \cdot 10^{-13}$	SrSO_4	$2,8 \cdot 10^{-7}$
Al(OH)_3	$8,5 \cdot 10^{-23}$	CuI	$5,0 \cdot 10^{-13}$	Mg(OH)_2	$3,4 \cdot 10^{-11}$	TiCl	$1,5 \cdot 10^{-4}$
BaCO_3	$8,1 \cdot 10^{-9}$	CuS	$1,0 \cdot 10^{-12}$	Mn(OH)_2	$4,0 \cdot 10^{-14}$	TII	$2,8 \cdot 10^{-8}$
BaC_2O_4	$1,7 \cdot 10^{-7}$	Cu_2S	$2,0 \cdot 10^{-44}$	MnS	$1,4 \cdot 10^{-15}$	Ti_2S	$1,0 \cdot 10^{-22}$
BaCrO_4	$1,6 \cdot 10^{-10}$	CuSCN	$1,6 \cdot 10^{-47}$	Ni(OH)_2	$8,7 \cdot 10^{-19}$	Zn(OH)_2	$1,0 \cdot 10^{-17}$
BaSO_4	$9,2 \cdot 10^{-11}$	Fe(OH)_2	$4,8 \cdot 10^{-16}$	NiS	$1,4 \cdot 10^{-24}$	ZnS	$1,0 \cdot 10^{-23}$
Bi_2S_3	$1,6 \cdot 10^{-72}$	Fe(OH)_3	$3,8 \cdot 10^{-38}$	PbBr_2	$7,9 \cdot 10^{-5}$		

Sumber: VOGEL, Buku teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan semimikro, edisi ke lima

Latihan Soal Ksp

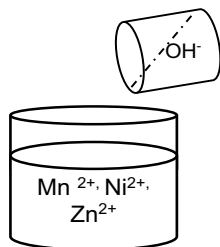
I. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Dalam 100 mL larutan terdapat 0.156 gram CaF_2 padat, tentukan hasil kali kelarutan CaF_2 (Ar Ca = 40, F = 19)
2. Bila hasil kali kelarutan Hg_2Cl_2 pada suhu kamar $3,5 \cdot 10^{-18}$ (Ar Hg = 200, Cl = 35,5) tentukan:
 - a. Kelarutan Hg_2Cl_2 dalam air murni
 - b. konsentrasi ion Hg^+ dan ion Cl^- pada keadaan jenuh
 - c. massa Hg_2Cl_2 yang terlarut dalam 50 mL air
3. Ditimbang 50,6 mg BaCrO_4 dan dilarutkan dalam air sampai volum 500 mL, larutan tepat jenuh, bila Ar Ba = 137, Cr = 52 dan O = 16. Tentukan hasil kali kelarutan BaCrO_4
4. Berapakah Kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam larutan yang mempunyai pH 12? $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$
5. Hasil kali kelarutan dari $\text{AgCl} = 1,5 \cdot 10^{-10}$, $\text{Ag}_2\text{S} = 6,3 \cdot 10^{-50}$, $\text{Ag}_2\text{CO}_3 = 8,1 \cdot 10^{-12}$, $\text{AgBr} = 5 \cdot 10^{-13}$. Bagaimana urutan kelarutan dari senyawa tersebut?
6. Ditimbang 0,234 mg $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan dilarutkan sampai volum 500 mL, Ar Al = 27, O = 16 dan H = 1
Tentukan: a. hasil kali kelarutan
b. pH larutan pada saat tepat jenuh
7. Ke dalam larutan ZnCl_2 0,01 M ditambahkan larutan KOH sampai pH larutan menjadi 10. Bila $K_{sp} \text{Zn}(\text{OH})_2 = 10^{-17}$. Apakah $\text{Zn}(\text{OH})_2$ mengendap? Jelaskan!
8. Diketahui $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$ Tentukan:
 - a. kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam air murni
 - b. kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam MgF_2 0,01 M
 - c. pH larutan jenuh $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - d. massa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang terlarut dalam 100 mL air
 - e. kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam larutan dengan pH 11
9. Tiga tabung reaksi yang mengandung kation Ba^{2+} , Ca^{2+} dan Sr^{2+} , bila kedalamnya ditetaskan larutan Na_2SO_4 dalam sejumlah yang sama dan waktu yang sama, urutkan pengendapan yang terjadi bila diketahui $K_{sp} \text{CaSO}_4 = 2,3 \cdot 10^{-4}$, $\text{SrSO}_4 = 2,8 \cdot 10^{-7}$ dan $\text{BaSO}_4 = 9,2 \cdot 10^{-11}$
10. Ke dalam 1 Liter air murni dimasukkan 0,02 mol NH_4Cl dan 0,03 mol MgCl_2 . $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$ dan $K_b \text{NH}_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$, tentukan apakah terbentuk endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$? (Penambahan volum larutan diabaikan)

II. Pilihlah satu jawaban yang benar!

1. Jika pH larutan jenuh $\text{Al}(\text{OH})_3$ adalah 11, maka hasil kali kelarutannya adalah....
 - A. $3,3 \cdot 10^{-11}$
 - B. $3,3 \cdot 10^{-12}$
 - C. $3,3 \cdot 10^{-13}$
 - D. $2,7 \cdot 10^{-30}$
 - E. $2,7 \cdot 10^{-31}$
2. Kelarutan AgCl ($K_{sp} = 1,8 \cdot 10^{-10}$) dalam CaCl_2 0,1 M adalah...
 - A. $9 \cdot 10^{-10}$ M
 - B. $1,8 \cdot 10^{-9}$ M
 - C. $3,6 \cdot 10^{-9}$ M
 - D. $4,5 \cdot 10^{-9}$ M
 - E. $9 \cdot 10^{-9}$ M

3. Untuk mendeteksi konsentrasi ion Ca^{2+} dari air sungai di daerah batu kapur, diambil 1 liter air tersebut dan direaksikan dengan 1 liter Na_2CO_3 0,001 M, larutan tepat jenuh, bila $K_{sp} \text{CaCO}_3 = 2,8 \cdot 10^{-9}$ maka konsentrasi ion Ca^{2+} adalah...
A. $1,12 \cdot 10^{-4}$ M
B. $1,12 \cdot 10^{-5}$ M
C. $2,8 \cdot 10^{-5}$ M
D. $2,8 \cdot 10^{-6}$ M
E. $5,6 \cdot 10^{-6}$ M
4. Diketahui $K_{sp} \text{AlPO}_4$ adalah $6,3 \times 10^{-19}$ maka kelarutan AlPO_4 dalam 0,0063 M $\text{Al}(\text{OH})_3$ adalah...
A. $8,4 \times 10^{-16}$
B. 5×10^{-16}
C. 1×10^{-16}
D. 1×10^{-17}
E. 1×10^{-18}
5. Ke dalam larutan MgCl_2 $2 \cdot 10^{-3}$ M ditambahkan ion OH^- , bila tetapan hasil kali kelarutan Magnesium Hidroksida $2 \cdot 10^{-11}$, maka endapan mulai terjadi pada pH....
A. $10 + \log 5$
B. $10 + \log 1$
C. $9 - \log 5$
D. $9 + \log 5$
E. $5 - \log 5$
6. Dalam larutan terdapat PbSO_4 jenuh, daya melarut PbSO_4 adalah.. $K_{sp} \text{PbSO}_4$ $4 \cdot 10^{-8}$)
A. $2 \cdot 10^{-3}$ mol/Liter
B. $2 \cdot 10^{-4}$ mol/Liter
C. $2 \cdot 10^{-5}$ mol/Liter
D. $4 \cdot 10^{-2}$ mol/Liter
E. $5 \cdot 10^{-2}$ mol/Liter
7. Diketahui K_{sp} beberapa senyawa:
 $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $1,8 \times 10^{-11}$
 PbCl_2 : $2,4 \times 10^{-4}$
 Ag_2CrO_4 : $1,1 \times 10^{-12}$
Jika terdapat ion-ion Mg^{2+} , OH^- , Pb^{2+} , Cl^- , Ag^+ dan CrO_4^{2-} masing-masing dengan konsentrasi yang sama 10^{-3} M, maka pernyataan yang paling tepat berikut ini adalah terbentuk
A. endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$
B. endapan PbCl_2
C. larutan $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$
D. larutan jenuh PbCl_2
E. larutan jenuh $\text{Mg}(\text{OH})_2$
8. Dalam gelas kimia berisi ion-ion Mn^{2+} , Ni^{2+} dan Zn^{2+} dengan konsentrasi 0,0001 M ditambahkan larutan NaOH 0,0001 M, dengan jumlah volume yang sama.



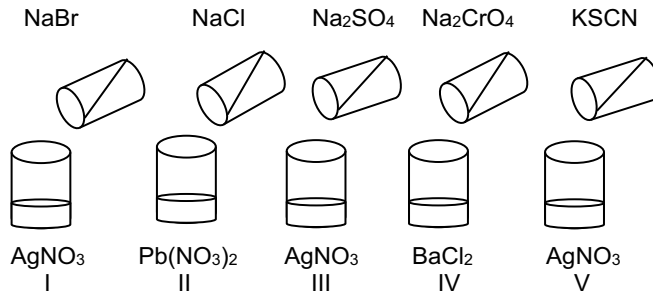
Dengan memperhatikan harga Ksp

Mn(OH) ₂	4,0 . 10 ⁻¹⁴
Ni(OH) ₂	8,7 . 10 ⁻¹⁹
Zn(OH) ₂	1,0 . 10 ⁻¹⁷

Pernyataan yang benar adalah....

- A. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ larut
B. $\text{Zn}(\text{OH})_2$, tepat jenuh
C. $\text{Ni}(\text{OH})_2$, tepat jenuh
D. $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ larut
E. $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ mengendap
9. Data hasil kali kelarutan (Ksp) beberapa senyawa perak
- | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| AgBr | $7,7 \cdot 10^{-13}$ | Ag_2CrO_4 | $2,4 \cdot 10^{-12}$ |
| AgCl | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | AgSCN | $1,0 \cdot 10^{-12}$ |
| Ag_2SO_4 | $7,7 \cdot 10^{-5}$ | | |
- Yang paling efektif untuk mengendapkan ion Ag^+ adalah dalam larutan
- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| A. NaBr 0,1 M | D. Na_2CrO_4 0,2 M |
| B. NaCl 0,2 M | E. NaSCN 0,1 M |
| C. Na_2SO_4 0,1 M | |

10. Ke dalam 5 buah gelas kimia masing-masing berisi 10 mL larutan dengan konsentrasi 0,001M ditambahkan 10 mL larutan 0,01M seperti terlihat pada gambar berikut!



Dengan memperhatikan harga K_{sp}

AgBr	$7,7 \cdot 10^{-13}$	BaCrO ₄	$1,6 \cdot 10^{-10}$
PbCl ₂	$1,4 \cdot 10^{-4}$	AgSCN	$1,2 \cdot 10^{-10}$
Ag ₂ SO ₄	$7,7 \cdot 10^{-5}$		
BaCrO ₄	$1,6 \cdot 10^{-10}$		

Tabung reaksi yang terbentuk endapan adalah... .

- A. I dan II
B. II dan III
C. II dan IV
D. III dan IV
E. IV dan V
11. Di dalam 100 mL larutan terdapat 0,95 gram MgCl₂ (Mr = 95) kemudian ditambah lagi kristal AgCl, maka banyaknya AgCl yang dapat larut sebanyak ... (**gram**) Ar Ag = 108 , Cl = 35,5. (K_{sp} = 10⁻¹⁰)
A. $1,0 \times 10^{-8}$
B. $5,0 \times 10^{-8}$
C. $7,2 \times 10^{-8}$
D. $1,0 \times 10^{-9}$
E. $5,0 \times 10^{-10}$
12. Larutan jenuh Zn(OH)₂ mempunyai pH = 8 – log 2, maka hasil kali kelarutan Zn(OH)₂ adalah....
A. $5,0 \cdot 10^{-19}$
B. $6,25 \cdot 10^{-20}$
C. $5,0 \cdot 10^{-20}$
D. $6,25 \cdot 10^{-22}$
E. $4,0 \cdot 10^{-24}$
13. Diketahui K_{sp} Ag₂CrO₄ = $2,4 \cdot 10^{-12}$, jika 100 mL larutan AgNO₃ 10⁻³ M dicampur dengan 100 mL larutan Na₂CrO₄ 10⁻³ M. Pernyataan yang tepat berikut ini adalah....
A. Terbentuk endapan Ag₂CrO₄ karena $Q_c < K_{sp}$
B. Terjadi larutan Ag₂CrO₄ karena $Q_c < K_{sp}$
C. Terjadi larutan tepat jenuh Ag₂CrO₄ karena $Q_c = K_{sp}$
D. Terjadi larutan Ag₂CrO₄ karena $Q_c > K_{sp}$
E. Terbentuk endapan Ag₂CrO₄ karena $Q_c > K_{sp}$
14. Senyawa BaCrO₄ (K_{sp} = $1,2 \times 10^{-10}$) dilarutkan dalam beberapa pelarut berikut:
1. BaCl₂ 0,1 M
2. K₂CrO₄ 0,2 M
3. Ba(OH)₂ 0,3 M
4. Na₂CrO₄ 0,4 M
5. H₂O

Kelarutan garam tersebut paling besar terdapat pada pelarut nomor

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5

15. Sebanyak 50 mL larutan K_2CrO_4 $10^{-2}M$, masing-masing dimasukkan ke dalam lima wadah yang berisi ion Ba^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Sr^{2+} dan Pb^{2+} dengan volum dan konsentrasi yang sama.

Jika K_{sp} $BaCrO_4 = 1,2 \cdot 10^{-10} M$

$CaCrO_4 = 7,1 \cdot 10^{-4} M$

$CuCrO_4 = 3,6 \cdot 10^{-6} M$

$SrCrO_4 = 4,0 \cdot 10^{-5} M$

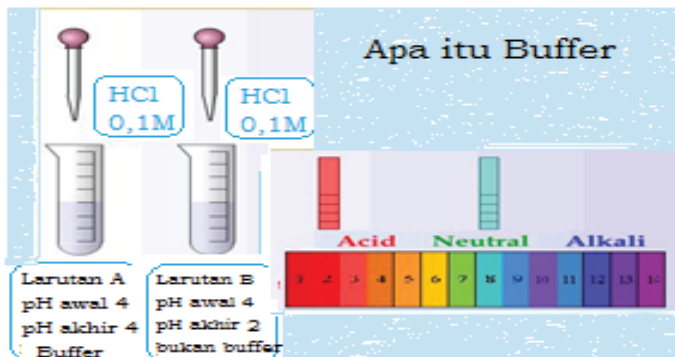
$PbCrO_4 = 2,8 \cdot 10^{-13} M$

Senyawa yang terbentuk dalam wujud larutan adalah....

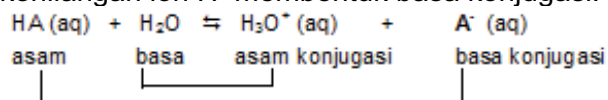
- A. $BaCrO_4$ dan $CaCrO_4$
- B. $CaCrO_4$ dan $SrCrO_4$
- C. $CaCrO_4$ dan $CuCrO_4$
- D. $SrCrO_4$ dan $CuCrO_4$
- E. $BaCrO_4$ dan $PbCrO_4$

Unit 9.2

Larutan Penyangga dalam Kehidupan



Pada modul 8, Anda sudah mempelajari teori asam-basa menurut Arrhenius dan teori asam basa Bronsted-Lowry. Menurut Arrhenius, asam menghasilkan ion H^+ sedangkan basa menghasilkan ion OH^- dalam air. Menurut Bronsted-Lowry, asam adalah senyawa yang memberikan (donor) proton sedangkan basa adalah senyawa yang menerima (akseptor) proton dari asam. Sebagai contoh jika air berperan sebagai basa maka air dapat menerima proton dari suatu asam membentuk ion hidronium (asam konjugasi) sedangkan asam yang kehilangan ion H^+ membentuk basa konjugasi. Reaksi:



Dari reaksi tersebut terlihat bahwa **asam konjugasi** terbentuk dari basa yang menerima proton dari asam sedangkan **basa konjugasi** adalah zat yang berasal dari molekul asam yang telah kehilangan proton. Kedua asam basa tersebut dinyatakan sebagai pasangan asam basa terkonjugasi (HA dan A^-). Dalam larutan buffer digunakan istilah asam konjugasi atau basa konjugasi.

Dalam unit 9.2 ini dibahas tentang sifat larutan penyangga, komponen dan fungsi larutan penyangga serta perhitungan pH larutan penyangga.

Pernahkah anda menggunakan obat tetes mata atau disuntik? Obat tetes mata atau obat suntik pH nya harus disesuaikan dengan pH cairan tubuh. Obat tetes mata pH nya harus sama dengan pH air mata agar tidak menimbulkan iritasi yang mengakibatkan rasa perih pada mata, begitu juga obat suntik pH nya harus sama dengan pH darah



Gambar 9.8: tetes mata dan obat suntik

Sumber: www.slideshare.net

Sebelum mempelajari larutan penyangga (larutan buffer atau larutan penahan), Anda perlu mengingat kembali tentang larutan asam, larutan basa dan konsentrasi larutan. Untuk memahami larutan penyangga, Anda dapat melakukan percobaan sederhana, yaitu: ke dalam 1 liter air murni ($pH = 7$) ditambahkan 1 mL HCl 1 M atau 1 mL NaOH 1 M maka terjadi perubahan pH larutan yang cukup besar, **perhatikan Gambar 9.9**. Namun, jika 1 mL HCl 1 M ditambahkan ke dalam campuran asam asetat (CH_3COOH) dan garamnya natrium asetat (CH_3COONa) maka terjadi sedikit perubahan pH dari 4,74 menjadi 4,73; hanya 0,01 satuan. Demikian juga halnya jika 1 mL NaOH 1 M ditambahkan ke dalam campuran asam asetat (CH_3COOH) dan natrium asetat (CH_3COONa) maka terjadi sedikit perubahan pH dari 4,74 menjadi 4,75; hanya 0,01 satuan. Dengan demikian pH campuran larutan asam asetat (CH_3COOH) dan natrium asetat (CH_3COONa) dapat dianggap konstan karena dapat mempertahankan pH maka larutan tersebut disebut larutan penyangga.

Sebaiknya Anda belajar secara berkelompok dengan peserta didik lainnya agar Anda dapat lebih mudah memahami unit 3 ini. Anda perlu membacanya dengan cermat dan memperhatikan ilustrasi yang disajikan. Dalam pembahasan perhitungan pH larutan penyangga, disajikan contoh soal dan pembahasannya, perhatikan dengan cermat. Untuk mengetahui sejauhmana penguasaan Anda terhadap unit ini, jawablah pertanyaan-pertanyaan yang tersedia. Jika ada soal yang belum terjawab, sebaiknya Anda membaca ulang unit 3 ini atau diskusikan dengan teman dalam kelompok belajar atau Tutor Anda.

A. Sifat Larutan Penyangga

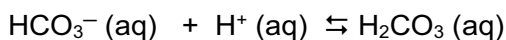
Anda mungkin pernah mendengar istilah larutan penyangga (larutan buffer atau larutan penahan). Larutan penyangga terdapat dalam darah kita untuk mempertahankan pH darah. Namun apa yang dimaksud dengan larutan penyangga? Untuk memahami larutan penyangga, silahkan Anda pelajari pembahasan berikut ini!

Anda sudah mengetahui bahwa air murni bersifat netral dengan $\text{pH} = 7$. Jika ke dalam air murni tersebut ditambahkan sedikit asam atau basa maka akan terjadi perubahan pH yang cukup besar, perhatikan Gambar 9.9. Jika ke dalam satu liter air murni ditambahkan 1 mL larutan HCl 1 M atau 0,001 mol HCl menghasilkan $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$ yang berarti $\text{pH} = 3$. Sedangkan jika ke dalam satu liter air murni ditambahkan 0,001 mol NaOH (40 mg NaOH) menghasilkan $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$ maka $\text{pOH} = 3$ berarti $\text{pH} = 14 - 3 = 11$.

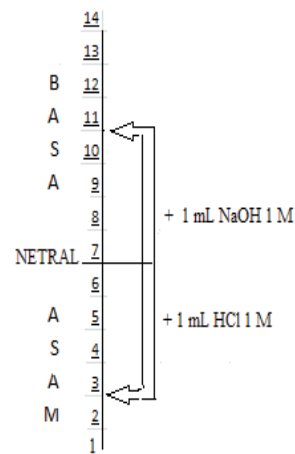
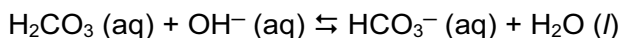
Bandingkan jika 0,001 mol HCl ditambahkan ke dalam campuran asam asetat (CH_3COOH) dan garamnya natrium asetat (CH_3COONa), pH larutan hanya berubah sedikit, yaitu dari 4,74 menjadi 4,73 berarti pH hanya berubah 0,01 satuan. Sedangkan jika 0,001 mol NaOH ditambahkan ke dalam campuran asam asetat (CH_3COOH) dan garamnya natrium asetat (CH_3COONa), pH larutan juga berubah sedikit, yaitu dari 4,74 menjadi 4,75 berarti juga pH hanya berubah 0,01 satuan. Perubahan pH ini sangat kecil sehingga dapat dikatakan pH larutan campuran tersebut konstan. Hal ini menunjukkan bahwa campuran larutan asam asetat (CH_3COOH) dan garamnya natrium asetat (CH_3COONa) dapat mempertahankan pH.

Larutan semacam ini disebut larutan penyangga, (larutan penahan atau larutan buffer). Larutan penyangga mempunyai nilai pH konstan, artinya pH tidak berubah secara berarti jika ke dalam larutan penyangga tersebut ditambahkan sedikit asam, sedikit basa, atau diencerkan. Dengan kata lain, larutan penyangga dapat mempertahankan harga pH , karena itu disebut *larutan penahan* atau *larutan buffer*. Larutan penyangga dapat bersifat asam atau basa bergantung pada nilai pH larutan. Larutan buffer asam, berarti pH lebih kecil dari 7 terbentuk dari asam lemah dan basa konjugasi dari garamnya, misalnya asam asetat (asam etanoat) dan Na asetat (Natrium etanoat), (campuran HA dan A^-). Larutan penyangga bersifat basa berarti pH lebih besar dari 7 terbentuk dari basa lemah dan asam konjugasi dari garamnya, misalnya larutan amoniak dan amonium klorida (campuran B dan BH^+).

Dalam darah terdapat larutan penyangga, yaitu campuran H_2CO_3 dan HCO_3^- . Adanya kemampuan darah mempertahankan pH dibuktikan dengan cara menambahkan 0,01 mol HCl ke dalam satu liter darah, terjadi penurunan pH darah dari 7,4 menjadi 7,2. Bagaimana cara kerja larutan penyangga dalam darah? Jika ke dalam larutan penyangga dalam darah ditambahkan sedikit larutan asam, maka terjadi reaksi kesetimbangan:



Jika ditambahkan sedikit larutan basa, maka terjadi reaksi kesetimbangan:



Gambar 9.9

Perubahan pH air akibat penambahan sedikit asam atau basa

Berapakah perbandingan antara $[HCO_3^-]$ dengan $[H_2CO_3]$ agar pH darah tetap sekitar 7,4 (sesungguhnya pH antara 7,35 sampai 7,45) dan $K_a H_2CO_3 = 8,0 \cdot 10^{-7}$.

Dari reaksi kesetimbangan : $H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$, diperoleh :

$pH = 7,4$ maka $[H^+] = 4 \cdot 10^{-8}$

$$K_a = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$\text{Jadi } \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{K_a}{[H^+]} = \frac{8,0 \cdot 10^{-7}}{4,0 \cdot 10^{-8}} = 20$$

Perbandingan antara $[HCO_3^-]$ dengan $[H_2CO_3]$ agar pH darah tetap sekitar 7,4 adalah 1 : 20

Mengapa perbandingannya besar sekali? Karena hasil metabolisme yang masuk ke darah umumnya bersifat asam, seperti asam organik, asam laktat, asam anorganik (H_3PO_4 dan H_2SO_4). Asam-asam tersebut merubah HCO_3^- menjadi H_2CO_3 . Jika H_2CO_3 berlebihan, maka kelebihanannya terurai menjadi CO_2 dan H_2O yang dikeluarkan melalui pernafasan.

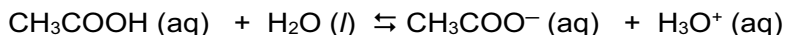
B. Komponen Larutan Penyangga

Perhatikan beberapa contoh larutan penyangga berikut!

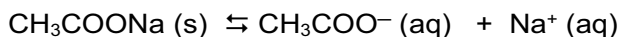
- campuran asam asetat (CH_3COOH) dan garamnya (CH_3COONa)
- campuran asam karbonat (H_2CO_3) dan garamnya (HCO_3^-)
- campuran amonia $NH_3(aq)$ dan garamnya (NH_4Cl)

Dari beberapa contoh di atas dapat disimpulkan bahwa **larutan penyangga terdiri atas campuran asam lemah dan basa konjugasinya (garamnya) atau basa lemah dengan asam konjugasinya (garamnya)**. Larutan penyangga sangat penting dalam kehidupan, misalnya beberapa jenis ikan mas hias hanya dapat hidup pada pH tertentu, sehingga apabila pH air tempat hidupnya tidak cocok, ikan tersebut akan mati. Pada manusia pun, pH darah harus tetap dipertahankan antara 7,35 dan 7,45. pH tersebut dapat dipengaruhi oleh asam atau basa yang datang dari luar. Menjaga pH dalam darah sangat penting untuk proses yang terjadi dalam makhluk hidup. Faktor-faktor yang dapat menurunkan pH darah adalah penyakit jantung, penyakit ginjal, dan penyakit gula (diabetes mellitus). Perubahan pH yang terlalu jauh dapat menimbulkan berbagai penyakit. Oleh karena itu, penggunaan larutan penyangga dalam farmasi sangat diperhatikan.

Larutan penyangga yang banyak digunakan, antara lain: campuran asam asetat - Na asetat, asam fosfat - Na fosfat, asam sitrat - Na sitrat, dan amoniak - amonium klorida. Campuran asam asetat dengan Na asetat sebagai larutan penyangga adalah sebagai berikut:

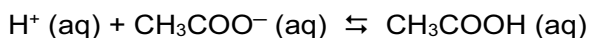


asam basa basa konjugasi asam konjugasi



basa konjugasi

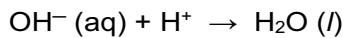
Ion asetat dalam larutan dapat berasal dari asam atau dari garamnya, sehingga jumlah ion asetat dalam campuran menjadi banyak. Dari reaksi di atas terlihat bahwa dalam larutan terdapat $CH_3COOH(aq)$, ion $CH_3COO^-(aq)$, ion $H_3O^+(aq)$, dan ion $Na^+(aq)$. Apa yang terjadi jika pada larutan tersebut ditambahkan sedikit asam kuat misalnya HCl . Setelah reaksi berlangsung, ternyata pH larutan tidak berubah secara signifikan. Mengapa? Karena dalam air, HCl akan terurai menjadi $H^+(aq)$ dan $Cl^-(aq)$, seharusnya pH akan berubah. Namun, dalam larutan penyangga, ion $H^+(aq)$ dari HCl tidak terakumulasi dalam larutan karena ion H^+ bereaksi dengan $CH_3COO^-(aq)$ membentuk $CH_3COOH(aq)$. Reaksi:



Dengan demikian, jika ditambahkan ion H^+ , kesetimbangan akan bergeser ke kiri. Pergeseran ini seharusnya mengurangi $CH_3COO^-(aq)$, tetapi cepat tergantikan oleh $CH_3COO^-(aq)$ dari garam. Sehingga jumlah ion $CH_3COO^-(aq)$ relatif tetap untuk

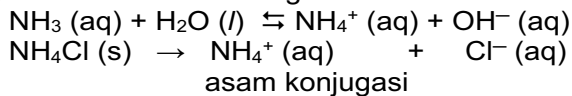
mempertahankan kesetimbangan. Oleh karena itu, $[H^+]$ pun tetap, sehingga nilai pH cenderung tetap.

Apa yang terjadi, jika ke dalam larutan penyangga ditambahkan basa kuat, misalnya NaOH? Dalam air murni, NaOH terurai menjadi Na^+ dan OH^- . Namun, dalam larutan buffer, OH^- tidak terakumulasi dalam larutan, tetapi bereaksi dengan H^+ membentuk H_2O .



Akibatnya, H_3O^+ di kanan berkurang, sehingga $CH_3COOH(aq)$ terus terionisasi membentuk H_3O^+ baru. Artinya, kesetimbangan bergeser ke kanan. Jadi, jika pada larutan penyangga ditambahkan basa, kesetimbangan bergeser ke kanan, dan nilai pH tetap.

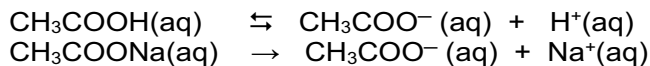
Pada larutan penyangga basa, misalnya campuran larutan amonia dan amonium klorida, terjadi reaksi kesetimbangan berikut.



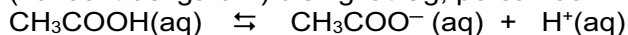
Larutan penyangga tersebut banyak mengandung ion $NH_4^+(aq)$, sebagian besar berasal dari $NH_4Cl(s)$. Jika ditambahkan sedikit basa, artinya konsentrasi ion OH^- bertambah, kesetimbangan akan bergeser ke kiri, sehingga jumlah OH^- dalam larutan tetap dan harga pH juga tetap. Begitu juga pada penambahan asam, ion H^+ dari asam akan bereaksi dengan $OH^-(aq)$ membentuk $H_2O(l)$, sehingga OH^- di kanan berkurang. Dengan demikian kesetimbangan bergeser ke kanan untuk menggantikan OH^- yang bereaksi dan harga pH tetap. Dengan kata lain pasangan asam-basa mampu menangkap asam atau basa yang ditambahkan ke dalam larutan penyangga, sehingga pH larutan tidak berubah selama penambahannya sedikit.

C. pH Larutan Penyangga

Campuran larutan penyangga yang berasal dari CH_3COOH dan larutan CH_3COONa , dalam larutan terjadi reaksi ionisasi:



CH_3COOH merupakan asam lemah sehingga yang terionisasi sangat kecil ($CH_3COO^-(aq)$ yang terbentuk relatif sedikit), sedangkan CH_3COONa merupakan garam yang dapat terionisasi sangat baik ($[CH_3COO^-]$ larutan relatif besar) dan akan mendorong kesetimbangan CH_3COOH ke arah kiri, hal ini akan berakibat $[CH_3COOH]$ menjadi lebih besar dari semula (bertambah). maka $[CH_3COO^-]$ dianggap berasal dari $[CH_3COONa]$ (konsentrasi garam) disingkat C_g , persamaan menjadi:



$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$\text{atau } [H^+] = K_a \cdot \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

dimana $[CH_3COOH]$ = molar asam = konsentrasi asam

$[CH_3COO^-]$ = molar garam = konsentrasi basa konjugasi

maka Rumus menentukan $[H^+]$ dan $[OH^-]$ campuran

$$\begin{aligned} [H^+] &= K_a \cdot \frac{[asam]}{[basa \text{ konjugasi}]} \\ pH &= pK_a - \log \frac{[asam]}{[basa \text{ konjugasi}]} \end{aligned}$$

Penyangga asam

$$\begin{aligned} [OH^-] &= K_b \cdot \frac{[Basa]}{[asam \text{ konjugasi}]} \\ pOH &= pK_b - \log \frac{[basa]}{[asam \text{ konjugasi}]} \end{aligned}$$

Penyangga basa

$$\begin{aligned} [OH^-] &= K_b \cdot \frac{[Basa]}{n [asam \text{ konjugasi}]} \\ pOH &= pK_b - \log \frac{[basa]}{n [asam \text{ konjugasi}]} \end{aligned}$$

Untuk Poliprotik

n = jumlah ion asam

atau basa konjugasi

$(NH_4)_2SO_4$ maka $n = 2$

Contoh Soal

- a. Suatu larutan sebanyak 100 mL mengandung 0,1 mol CH_3COOH dan 0,2 mol CH_3COONa jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$; maka hitunglah pH campuran larutan tersebut

Jawab :

Campuran CH_3COOH dan CH_3COONa merupakan campuran penyangga asam (tidak bereaksi), dan dalam soal sudah diketahui mol zat terlarutnya, maka rumus yang

digunakan ialah $[H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol .asam}}{\text{mol .basa ..konjugasi}}$

$$K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$$

$$\text{Mol asam} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Mol garam (basa konjugasi)} = 0,2 \text{ mol}$$

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol .asam}}{\text{mol .basa ..konjugasi}}$$

$$[H^+] = 10^{-5} \cdot \frac{0,1 \text{ mol}}{0,2 \text{ mol}}$$

$$[H^+] = 0,5 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = 5 \times 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log (5 \times 10^{-6})$$

$$\text{pH} = 6 - \log 5$$

$$\text{pH larutan penyangga} = 6 - \log 5$$

- b. Dicampurkan 100 mL larutan 0,2 M CH_3COOH 300 mL larutan 0,4 M CH_3COONa , Jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$; maka hitunglah pH campuran larutan tersebut !

Jawab :

$$100 \text{ mL larutan } 0,2 \text{ M CH}_3\text{COOH} = 100 \text{ mL} \times 0,2 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$$

$$300 \text{ mL larutan } 0,4 \text{ M CH}_3\text{COONa} = 300 \text{ mL} \times 0,4 \text{ M} = 120 \text{ mmol}$$

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{[\text{asam}]}{[\text{basa ..konjugasi}]}$$

konsentrasi molar adalah mol/ volum, karena dibagi dalam volum yang sama maka

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol .asam}}{\text{mol .basa ..konjugasi}}$$

$$[H^+] = 10^{-5} \cdot \frac{20 \text{ mmol}}{120 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 1,67 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pH} = 6 - \log 1,67$$

$$\text{pH campuran larutan adalah } 6 - \log 1,67$$

- c. Bila direaksikan 100 mL CH_3COOH 0,5 M dengan 100 mL NaOH 0,1 M . K_a asam asetat $1,75 \cdot 10^{-5}$ apakah terjadi campuran penyangga? Berapa pH campuran?

Jawab:

$$100 \text{ mL CH}_3\text{COOH } 0,5 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 0,5 \text{ M} = 50 \text{ mmol}$$

$$100 \text{ mL NaOH } 0,1 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

	CH_3COOH	+	NaOH	$\rightarrow$	CH_3COONa	+	H_2O
Mula-mula	50 mmol		10 mmol		-		-
Bereaksi	10 mmol		10 mmol		10 mmol		
Sisa	40 mmol		-		10 mmol		

Dalam campuran terdapat asam lemah (CH_3COOH) dan garamnya (basa konjugasi CH_3COONa)

Jadi campuran ini bersifat bufer.

$$\text{pH larutan adalah } [H^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol .asam}}{\text{mol .basa ..konjugasi}}$$

$$[H^+] = 1,75 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{40 \text{ mmol}}{10 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 7 \cdot 10^{-5} \quad \text{pH larutan adalah} \quad = 5 - \log 7$$

Soal Latihan Buffer

Untuk lebih memahami cara menentukan pH larutan penyangga cobalah kerjakan soal berikut:

1. Dalam 500 mL larutan mengandung 0,1 mol NH_3 dan 0,2 mol NH_4Cl , jika $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$ berapa pH larutan tersebut?
2. Kedalam 100 mL larutan CH_3COOH 0,2 M dimasukkan 0,82 gram CH_3COONa (Mr 82), berapa pH larutan jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$
3. Dicampurkan 100 mL larutan NH_3 0,2 M dengan 100 mL HCl 0,1 M berapa pH larutan bila $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$

Menghitung pH larutan penyangga pada penambahan sedikit asam, basa, atau pengenceran.

Bagaimanakah perubahan pH yang terjadi jika ke dalam 10 mL campuran larutan CH_3COOH 0,5 M dan 10 mL larutan CH_3COONa 0,5 M ditambahkan

- a). 1 mL larutan HCl 0,1 M ?
- b). 1 mL larutan NaOH 0,1 M ?
- c). 50 mL air murni ? Jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$

Jawab :

Campuran 10 mL larutan CH_3COOH 0,5 M dan 10 mL larutan CH_3COONa 0,5 M merupakan campuran penyangga asam , maka

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{Asam}]}{[\text{basa konjugasi}]}$$

Dimana $K_a = 10^{-5}$;

$$10 \text{ mL larutan } \text{CH}_3\text{COOH} \text{ } 0,5 \text{ M} = 10 \text{ mL} \times 0,5 \text{ M} = 5 \text{ mmol}$$

$$10 \text{ mL larutan } \text{CH}_3\text{COONa} \text{ } 0,5 \text{ M} = 10 \text{ mL} \times 0,5 \text{ M} = 5 \text{ mmol}$$

karena dibagi dalam volum yang sama maka

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{Asam}]}{[\text{basa konjugasi}]}$$

$$[H^+] = 10^{-5} \frac{5}{5}$$

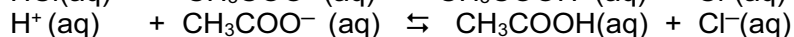
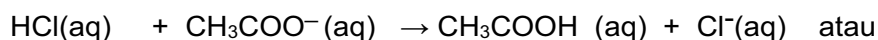
$$[H^+] = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 5$$

$$\text{pH campuran penyangga} = 5 \quad (\text{pH mula-mula}).$$

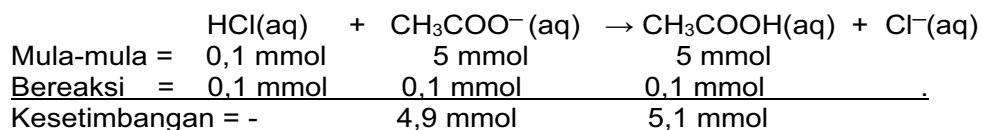
a) Perubahan pH pada penambahan 1 mL HCl 0,1 M.

Penambahan HCl 0,1M (asam) akan bereaksi dengan CH_3COO^- , sebagai berikut :



Berdasarkan reaksi tersebut maka sejumlah mol $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ akan berkurang, sebaliknya sejumlah mol $\text{CH}_3\text{COOH(aq)}$ akan bertambah

$$\text{HCl } 1 \text{ mL } 0,1 \text{ M} = 1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 0,1 \text{ mmol}$$



$$[H^+] = K_a \frac{[\text{Asam}]}{[\text{basa konjugasi}]}$$

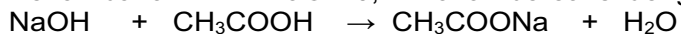
$$[H^+] = 10^{-5} \cdot \frac{5,1 \text{ mmol}}{4,9 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 1,04 \cdot 10^{-5}$$

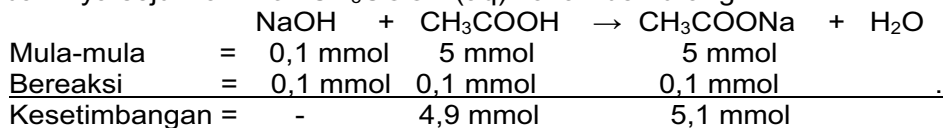
$$\text{pH larutan menjadi} = 5 - \log 1,04 = 4,98$$

b) **Perubahan pH pada penambahan 1 mL NaOH 0,1 M**

Penambahan 1 mL NaOH 0,1 M akan bereaksi dengan CH_3COOH



Berdasarkan reaksi tersebut maka sejumlah mol $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ akan bertambah, sebaliknya sejumlah mol $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ akan berkurang



$$[H^+] = K_a \frac{[\text{Asam}]}{[\text{basa konjugasi}]}$$

$$[H^+] = 10^{-5} \cdot \frac{4,9 \text{ mmol}}{5,1 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 9,6 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pH larutan menjadi} = 6 - \log 9,6 = 5,02$$

c) **Penambahan 50 mL air murni**

Penambahan air hanya akan menambah volum larutan, sedangkan konsentrasinya tetap

Volum campuran sekarang menjadi 10 mL + 10 mL + 50 mL = 70 mL

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{5 \text{ mmol}}{70 \text{ mL}} = 0,07 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{5 \text{ mmol}}{70 \text{ mL}} = 0,07 \text{ M}$$

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{Asam}]}{[\text{basa konjugasi}]}$$

$$[H^+] = 10^{-5} \cdot \frac{0,07 \text{ M}}{0,07 \text{ M}}$$

$$[H^+] = 10^{-5}$$

$$\text{pH larutan menjadi} = -\log 10^{-5} = 5$$

Dari hasil perhitungan di atas ternyata penambahan sedikit asam, basa atau pengenceran pada larutan penyangga pH larutan **relatif tetap**

Soal Latihan Buffer 2

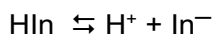
Untuk lebih memahami cara menentukan pH larutan penyangga cobalah kerjakan soal berikut:

Bagaimanakah perubahan pH yang terjadi jika kedalam 50 mL campuran larutan NH_3 0,1 M dengan NH_4Cl 0,1 M ditambahkan :

- 1 mL larutan HCl 0,1 M
 - 1 mL larutan NaOH 0,1 M
 - 50 mL air murni
- $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$

Anda tentu masih ingat indikator asam basa, bukan? Ternyata, sifat indikator hampir sama dengan larutan penyangga. Indikator merupakan asam lemah yang ionisasi. Indikator juga merupakan asam-basa konjugasi yang terdapat dalam konsentrasi molar dalam jumlah kecil, sehingga tidak mempengaruhi *pH* larutan secara keseluruhan. Jadi bedanya, penggunaan indikator hanya sedikit, sedangkan penggunaan larutan penyangga dalam jumlah besar. Indikator merupakan asam lemah yang basa konjugasinya berbeda warna.

Ionisasi asam lemah indikator:



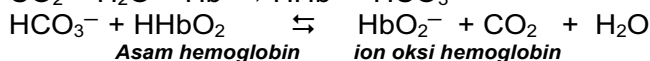
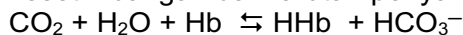
$$[\text{H}^+] = K_{a \text{ Indikator}} \frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]}$$

Perbandingan HIn/In^- mencerminkan $[\text{H}^+]$ yang telah terdapat di dalam larutan sebelum penambahan indikator. Perubahan yang paling nyata terjadi bila perbandingan itu berubah dari sedikit di bawah 1 menjadi sedikit di atas 1 atau sebaliknya. Dengan kata lain, indikator mengalami perubahan warna pada nilai *pH* di dekat pK_a indikator itu, yang merupakan khas dari indikator.

D. Fungsi Larutan Penyangga dalam Kehidupan

1. Larutan Penyangga terdapat dalam tubuh manusia atau hewan, misalnya ion HCO_3^- dan H_2CO_3 (**cairan luar sel**), HPO_4^{2-} dan H_2PO_4^- (**cairan intra sel**, pengontrolan pH oleh ginjal dan air ludah), buffer Hb (**dalam eritrosit**), buffer protein (**dalam plasma**).

Pada darah, terdapat haemoglobin yang dapat mengikat oksigen untuk selanjutnya dibawa ke seluruh sel tubuh. Reaksi kesetimbangan dari larutan penyangga oksidasi haemoglobin adalah:



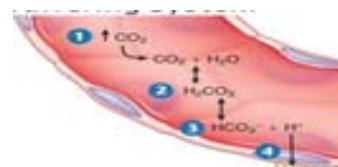
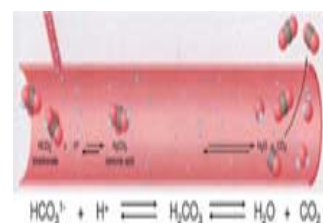
Asam hemoglobin ion oksidasi hemoglobin

Keberadaan oksigen pada reaksi di atas dapat mempengaruhi konsentrasi ion H^+ , sehingga pH darah juga dipengaruhi olehnya. Pada reaksi di atas O_2 bersifat basa. Hemoglobin yang telah melepaskan O_2 dapat mengikat H^+ dan membentuk asam hemoglobin. Sehingga ion H^+ yang dilepaskan pada peruraian H_2CO_3 merupakan asam yang diproduksi oleh CO_2 yang terlarut dalam air saat metabolisme.

Larutan Penyangga ini dapat mempertahankan harga pH darah sekitar 7,4 walaupun manusia sering minum minuman yang bersifat asam atau basa, pH darah dapat terjaga oleh campuran larutan HCO_3^- (bikarbonat) dan H_2CO_3 (asam karbonat).

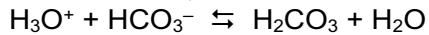
Tubuh menggunakan 3 mekanisme untuk mengendalikan keseimbangan asam-basa darah:

- a. Kelebihan asam akan dibuang oleh ginjal, sebagian besar dalam bentuk amonia. Ginjal memiliki kemampuan untuk merubah jumlah asam atau basa yang dibuang, yang biasanya berlangsung selama beberapa hari.
- b. Tubuh menggunakan penyangga pH (buffer) dalam darah sebagai pelindung terhadap perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dalam pH darah. Penyangga pH yang paling penting dalam darah menggunakan bikarbonat. Bikarbonat (suatu komponen basa) berada dalam kesetimbangan dengan karbon dioksida (suatu komponen asam). Jika lebih banyak asam yang masuk ke dalam aliran darah, maka akan dihasilkan lebih banyak bikarbonat dan lebih sedikit karbon dioksida. Jika lebih banyak basa yang masuk ke dalam aliran darah, maka akan dihasilkan lebih banyak karbon dioksida dan lebih sedikit bikarbonat.

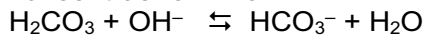


Gambar 9.10: Pembuluh darah
Sumber : wordpress.com

- c. Pembuangan karbon dioksida. Karbon dioksida adalah hasil tambahan penting dari metabolisme oksigen dan terus menerus yang dihasilkan oleh sel. Darah membawa karbon dioksida ke paru-paru dan di paru-paru karbon dioksida tersebut dikeluarkan (dihembuskan). Pusat pernafasan di otak mengatur jumlah karbon dioksida yang dihembuskan dengan mengendalikan kecepatan dan kedalaman pernafasan. Jika pernafasan meningkat, kadar karbon dioksida darah menurun dan darah menjadi lebih basa. Jika pernafasan menurun, kadar karbon dioksida darah meningkat dan darah menjadi lebih asam. Dengan mengatur kecepatan dan kedalaman pernafasan, maka pusat pernafasan dan paru-paru mampu mengatur pH darah menit demi menit. Konsentrasi H_3O^+ dalam darah naik, berarti pH-nya turun.



Bila pH turun maka pusat pernafasan kita akan dirangsang, akibatnya kita bernapas lebih dalam sehingga kelebihan CO_2 akan dikeluarkan melalui paru-paru, sedangkan konsentrasi OH^- naik



Karena kemampuan mengeluarkan CO_2 ini, maka bufer H_2CO_3 dan HCO_3^- paling baik untuk tubuh.

Adanya kelainan pada satu atau lebih mekanisme pengendalian pH tersebut, bisa menyebabkan salah satu dari 2 kelainan utama dalam keseimbangan asam basa, yaitu asidosis atau alkalosis.

Bila pH darah lebih kecil dari 7,35 disebut **asidosis**, faktor-faktor yang dapat menyebabkan asidosis adalah penyakit *jantung, ginjal, diabetes, diare, makanan berkadar protein tinggi*.

Bila pH darah lebih besar dari 7,45 disebut **alkalosis**, faktor penyebabnya adalah **muntah yang hebat, hiperventilasi (bernafas berlebihan)**

Asidosis adalah suatu keadaan dimana darah terlalu banyak mengandung asam (atau terlalu sedikit mengandung basa) dan sering menyebabkan menurunnya pH darah. **Alkalosis** adalah suatu keadaan dimana darah terlalu banyak mengandung basa (atau terlalu sedikit mengandung asam) dan kadang menyebabkan meningkatnya pH darah.

Asidosis dan alkalosis bukan merupakan suatu penyakit tetapi lebih merupakan suatu akibat dari sejumlah penyakit. Terjadinya asidosis dan alkalosis merupakan petunjuk dari adanya masalah metabolisme yang serius. Asidosis dan alkalosis dikelompokkan menjadi **metabolik atau respiratorik**, tergantung kepada penyebab utamanya.

Asidosis metabolik dan alkalosis metabolik disebabkan oleh ketidakseimbangan dalam pembentukan dan pembuangan asam atau basa oleh ginjal. Ginjal kita juga menolong untuk mengatur konsentrasi H_3O^+ dalam darah agar tetap konstan, dengan jalan mengeluarkan kelebihan asam melalui urine, sehingga pH urine dapat berada sekitar 4,8 – 7,0.

Asidosis respiratorik atau alkalosis respiratorik terutama disebabkan oleh penyakit paru-paru atau kelainan pernafasan.

2. Dalam industri makanan untuk menjaga pH makanan olahan dalam kaleng agar tidak mudah rusak (teroksidasi) dengan natrium benzoat dan asam benzoat, asam Sitrat dan Natrium Sitrat



Gambar 9.11: Makanan olahan
Sumber: www.dokterdigital.com

3. Dalam bidang farmasi (obat-obatan) banyak zat aktif yang harus berada dalam keadaan pH stabil. Perubahan pH akan menyebabkan khasiat zat aktif tersebut berkurang atau hilang sama sekali. Untuk obat suntik atau obat tetes mata, pH obat-obatan tersebut harus disesuaikan dengan pH cairan tubuh. pH untuk obat tetes mata harus disesuaikan dengan pH air mata agar tidak menimbulkan iritasi yang mengakibatkan rasa perih pada mata. Begitu juga obat suntik harus disesuaikan dengan pH darah agar tidak menimbulkan



Gambar 9.12: obat suntik
Sumber: www.cnnindonesia.com

alkalosis atau asidosis pada darah. Perubahan pH pada larutan obat dapat merusak komposisi, fungsi, dan efektivitas obat tersebut. Oleh karena itu, obat-obatan dalam bentuk larutan sering kali bertindak sebagai sistem penyangga bagi obat itu sendiri untuk mempertahankan kadar larutan obat tetap berada dalam trayek pH tertentu.



Gambar 9.13: obat tetes mata
www.picstopin.com

4. Sebagai obat penghilang rasa nyeri, aspirin mengandung asam asetilsalisilat. Beberapa merek aspirin juga ditambahkan zat untuk menetralkan kelebihan asam di perut, seperti MgO.
5. Dalam industri, larutan penyangga digunakan untuk penanganan limbah. Larutan penyangga ditambahkan pada limbah untuk mempertahankan pH 5 - 7,5. Hal itu untuk memisahkan materi organik pada limbah sehingga layak di buang ke perairan.



Gambar 9.14 air Limbah
Sumber: Wordpress.com

6. **Menjaga keseimbangan pH tanaman**, Suatu metode penanaman dengan media selain tanah, biasanya dikerjakan dalam kamar kaca dengan menggunakan medium air yang berisi zat hara, disebut dengan hidroponik. Setiap tanaman memiliki pH tertentu agar dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan larutan penyangga agar pH dapat dijaga.



Cobalah anda teliti adakah sifat penyangga terdapat pada perairan bebas, seperti air sungai, air danau, air sawah, air laut atau air sumur? Buatlah laporan secara tertulis dari penelitian tersebut.



Penugasan 2

Menganalisis data reaksi untuk menentukan larutan yang bersifat penyangga dan yang bukan penyangga



Tujuan

Menentukan reaksi yang dapat menghasilkan larutan buffer atau bukan buffer

Lengkapi tabel berikut

No	Larutan	Buffer	Bukan Buffer	Alasan
1	10 mL NH_3 0,1 M + 25 mL HCl 0,1 M			
2	10 mL NH_3 0,1 M + 10 mL HCl 0,1 M			
3	10 mL NH_3 0,1 M + 25 mL NH_4Cl 0,1 M			
4	10 mL HCl 0,1 M + 25 mL NaOH 0,1 M			
5	25 mL CH_3COOH 0,1 M + 10 mL NaOH 0,1 M			
6	25 mL HCl 0,1 M + 10 mL $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0,1 M			
7	25 mL H_3PO_4 0,1 M + 10 mL NaOH 0,1 M			
8	25 mL H_3PO_4 0,1 M + 10 mL Na_3PO_4 0,1 M			
9	10 mL $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1 M + 20 mL HCN 0,1 M			
10	10 mL HCl 0,1 M + 20 mL AgOH 0,1 M			

Latihan Soal

I. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Dari beberapa campuran berikut, manakah yang dapat bertindak sebagai campuran penyangga, jelaskan!
 - a. HNO_3 dengan NaNO_3
 - b. NaOH dengan CH_3COONa

- c. NaHCO_3 dengan H_2CO_3
 - d. Na_2HPO_4 dengan NaH_2PO_4
 - e. HF dengan NaF
2. Jika diketahui $K_b \text{ NH}_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$ Tentukan pH sebelum dan sesudah campuran dari:
 - a. ke dalam 150 mL larutan NH_3 0,5 M ditambahkan 100 mL HCl 0,1 M.
 - b. ke dalam 250 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 100 mL NH_4Cl 0,5 M
 - c. ke dalam 100 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 200 mL HCl 0,1 M
 3. Berapa gram amonium sulfat $\{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\}$ harus ditambahkan ke dalam 100 mL larutan NH_3 0,1 M agar diperoleh larutan penyangga dengan pH 10. $K_b \text{ NH}_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ($N = 14$, $H = 1$, $S = 32$, $O = 16$)
 4. Untuk mendapatkan pH larutan penyangga sama dengan 5, berapa gram padatan NaOH harus dimasukkan kedalam 100 mL larutan NaH_2PO_4 0,1 M. $K_a = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ($Na = 23$, $O = 16$, $H = 1$)
 5. Larutan penyangga yang terdiri dari 100 mL CH_3COOH 0,1 M dengan 150 mL CH_3COOK 0,1 M K_a asam cuka $1,75 \cdot 10^{-5}$,
Tentukan :
 - a. pH campuran
 - b. jika ke dalam campuran tersebut ditambahkan 10 mL larutan HCl 0,1 M
 - c. jika ke dalam campuran tersebut ditambahkan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M
 6. Untuk membuat larutan penyangga dengan pH sama dengan 5, berapa perbandingan volum larutan CH_3COOH 0,1 M dengan volum larutan CH_3COONa 0,2 M, bila K_a asam asetat $1,75 \cdot 10^{-5}$

II Pilih Satu Jawaban yang Paling Tepat

1. Dalam gelas kimia terdapat 100 mL larutan amonia (NH_3) 0,1 M. $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$. Untuk merubah pH larutan menjadi 9 maka harus ditambahkan larutan....

A. 100 mL HCl 0,1 M	D. 100 mL NaCl 0,1 M
B. 100 mL NaOH 0,1 M	E. 100 mL H_2SO_4 0,1 M
C. 100 mL NH_4Cl 0,1 M	
2. Reaksi dari 50 mL CH_3COOH 0,1 M dengan 50 mL NaOH yang mempunyai pH 13 - $\log 2$ $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ pH hasil reaksi adalah...

A. 4 - $\log 1,6$	D. 5 - $\log 7,2$
B. 5 - $\log 1,2$	E. 9 + $\log 1,8$
C. 5 - $\log 1,8$	
3. Ke dalam 100 mL larutan CH_3COOH 0,1 M ditambahkan sejumlah garam asetat ($M_r = 82$) sehingga pH larutan naik menjadi 5. Jika $K_a = 1 \times 10^{-5}$ maka massa Na asetat yang ditambahkan adalah

A. 0,10 gram	D. 6,00 gram
B. 0,82 gram	E. 8,20 gram
C. 1,00 gram	
4. Campuran yang membentuk penyangga adalah

A. 100 mL NH_3 0,1 M dan 100 mL HCl 0,1 M
B. 100 mL NH_3 0,1 M dan 100 mL HCl 0,5 M
C. 100 mL CH_3COOH 0,1 M dan 100 mL NaOH 0,1 M
D. 100 mL CH_3COOH 0,2 M dan 100 mL NaOH 0,1 M
E. 100 mL NaOH 0,2 M dan 100 mL CH_3COOH 0,2 M
5. Larutan penyangga dapat dibuat dengan mencampurkan larutan-larutan....

A. Asam nitrat dengan Na asetat	D. Asam asetat dengan Na nitrat
B. Asam nitrat dengan Na nitrat	E. Asam asetat dengan Na asetat
C. Asam fosfat dengan Na asetat	
6. Dari beberapa larutan berikut:
 - 1 100 mL HNO_3 0,1 M dengan 100 mL NaNO_3 0,1M
 - 2 100 mL NaOH 0,1 M dengan 100 mL CH_3COONa 0,2 M

- 3 100 mL NaHCO_3 dengan 100 mL H_2CO_3 0,1 M
- 4 100 mL NaOH 0,1 M dengan 100 mL CH_3COOH 0,2 M
- 5 200 mL HCN 0,1 M dengan 100 mL NaOH 0,1M

Larutan yang bersifat buffer adalah...

- A. 1, 2 dan 3
- B. 1, 3 dan 4
- C. 2, 3 dan 4
- D. 2, 4 dan 5
- E. 3, 4 dan 5

7. Dari beberapa larutan dibawah ini:

1. 100 mL NaOH 0,1 M
2. 200 mL HCl 0,05 M
3. 100 mL NH_3 0,1 M
4. 200 mL HF 0,1 M
5. 200 mL HNO_3 0,1 M

Pasangan larutan yang dapat menghasilkan campuran bersifat penyangga adalah

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 4
- C. 2 dan 3
- D. 3 dan 4
- E. 3 dan 5

8. Larutan buffer yang bersifat asam dapat dibuat dengan mencampurkan larutan... .

- A. $\text{HCl} + \text{NH}_3$ berlebih ($K_b=10^{-5}$)
- B. $\text{NaOH} + \text{HCN}$ berlebih ($K_a=5 \cdot 10^{-5}$)
- C. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3$ berlebih ($K_b=10^{-5}$)
- D. $\text{NaOH} + \text{NH}_3$ ($K_b=10^{-5}$)
- E. $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ ($K_b=10^{-5}$)

9. Sebanyak 20 mL larutan NH_3 0,3 M dicampur dengan 40 mL larutan HCl 0,1M. Jika $K_b = 1 \times 10^{-5}$ maka pH larutan adalah

- A. 1,0
- B. 3,0
- C. 4,3
- D. 7,0
- E. 8,7.

10. Sekelompok siswa melakukan percobaan terhadap larutan dengan data hasil percobaan sebagai berikut:

No	Penambahan Larutan	pH Larutan 0,1 M				
	Larutan Mula-Mula	P	Q	R	S	T
1	pH mula-mula	7	5	1	9	13
2	Di tambah sedikit HCl	2	4,96	1	8,96	10,7
3	Di tambah sedikit NaOH	12	5,02	3,3	9,02	13
4	Di tambah air	7	5	1,5	9	12,5

Dari data tersebut yang termasuk larutan yang bersifat buffer (penyangga) adalah...

- A. P dan Q
- B. P dan R
- C. Q dan S
- D. Q dan T
- E. S dan T

11. Perhatikan data hasil uji pH beberapa larutan berikut :

Larutan	pH Awal	pH Setelah Ditambah		
		Sedikit Asam	Sedikit Basa	Sedikit Air
1	7	4,0	10	8
2	5	4,9	5,1	5,0
3	8	7,9	8,1	8,0
4	4	3,7	4,9	4,8
5	6	2,0	3,5	5,5

Berdasarkan data tersebut yang **bukan** larutan penyangga adalah

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 5
- C. 2 dan 3
- D. 3 dan 4
- E. 4 dan 5

12. Darah merupakan sistem buffer yang terdiri dari HCO_3^- dan H_2CO_3 . Jika pH darah dibawah normal disebut asidosis bila diatas normal disebut alkalosis. Agar pH darah

normal perbandingan HCO_3^- dan H_2CO_3 adalah 20 : 1. Jika $K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 4 \cdot 10^{-7}$ maka pH darah yang normal adalah....

- A. $6 - 3 \log 2$
- B. $6 - \log 2$
- C. $8 - \log 2$
- D. $8 + \log 2$
- E. $8 + 3 \log 2$

13. Larutan penyangga dapat dibuat dengan cara mencampurkan 10 mL larutan CH_3COOH 0,5 M dengan 10 mL larutan CH_3COONa 0,5 M, bila kedalam campuran tersebut ditambahkan 1 mL larutan HCl 0,1 M Jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$, maka terjadi perubahan pH dari.... menjadi.....

- A. 5 menjadi $5 - \log 1,04$
- B. 5 menjadi $5 + \log 1,04$
- C. 5 menjadi $5 - \log 9,6$
- D. 6 menjadi $6 - \log 9,6$
- E. 6 menjadi $6 + \log 9,6$

14. Darah merupakan sistem buffer yang terdiri dari H_2CO_3 dan HCO_3^- . Mempertahankan pH dalam darah merupakan hal yang sangat penting sehubungan dengan fungsi enzim. pH darah normal adalah 7,4. $K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 4 \cdot 10^{-7}$ Maka perbandingan H_2CO_3 dan HCO_3^- dalam darah sebaiknya adalah.... ($\log 2 = 0,3$)

- A. 1 : 1
- B. 1 : 2
- C. 1 : 10
- D. 2 : 1
- E. 10 : 1

15. Larutan yang dibuat dari campuran 20 mL 0,15 M HCl dialiri gas amoniak sebanyak 0,112 Liter (STP), jika $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$ maka pH campurannya....

- A. $9 - \log \frac{3}{2}$
- B. $9 - \log \frac{2}{3}$
- C. $5 + \log \frac{2}{3}$
- D. $5 - \log \frac{3}{2}$
- E. $5 - \log \frac{2}{3}$

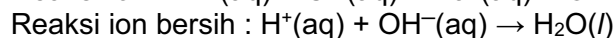
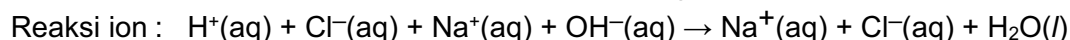
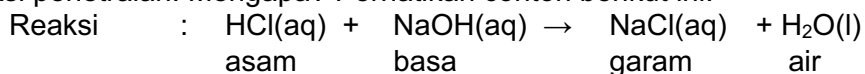
Unit 9.3

Penentuan Kadar Zat melalui Titrasi

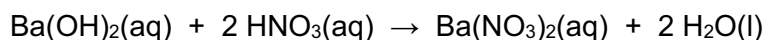
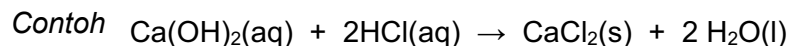
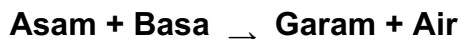
Pada modul 8, Anda sudah mempelajari teori asam-basa menurut Arrhenius, Bronsted-Lowry dan indikator asam basa, unit 9.1 modul ini Anda mempelajari tentang kesetimbangan ion dalam larutan garam mencakup hidrolisis dan kelarutan dan hasil kali kelarutan), unit 9.2 modul ini Anda mempelajari larutan penyangga (buffer) dan pada unit 9.3 ini merupakan muara dari asam basa yaitu titrasi asam basa. Anda perlu memahami materi reaksi asam basa, hidrolisis dan larutan penyangga dengan baik agar Anda dapat dengan mudah memahami titrasi asam basa. Titrasi dilakukan untuk menentukan kadar suatu zat yang biasanya sangat teraplikasi dalam bidang farmasi dan industri.

A. Menentukan Kadar suatu Zat berdasarkan Konsep Titrasi

Reaksi antara asam dengan basa menghasilkan garam dan air. Reaksi ini dikenal sebagai reaksi penetralan. Mengapa? Perhatikan contoh berikut ini!



Menurut Arrhenius, asam dalam air melepaskan ion H^+ dan basa dalam air menghasilkan ion OH^- dan jika kedua ion tersebut bergabung terbentuk H_2O sehingga sifat asam dan basa hilang. Dalam hal ini asam dinetralkan oleh basa dan sebaliknya basa dinetralkan oleh asam. Reaksi ini disebut **reaksi penetralan**. Pada reaksi penetralan asam kuat oleh basa kuat atau sebaliknya, hampir semua ion H^+ bereaksi dengan ion OH^- membentuk H_2O (air) dan pH larutan menjadi 7, berarti larutan bersifat netral. Jika air ini diuapkan maka tersisa NaCl (garam). Oleh karena itu, reaksi antara asam dan basa disebut juga sebagai reaksi penggaraman.



Prinsip reaksi penetralan digunakan dalam titrasi asam basa. Titrasi adalah suatu cara untuk mengetahui kadar suatu zat berdasarkan zat lain yang sudah diketahui kadarnya. Titrasi asam basa berarti cara untuk menentukan kadar asam atau basa, dengan cara mereaksikan sejumlah volum asam dan basa, dimana salah satu konsentrasinya telah diketahui, misalnya jika kita menentukan kadar asam, maka konsentrasi (molaritas) basa harus sudah diketahui atau sebaliknya. Larutan yang telah diketahui kadarnya disebut **larutan standart**. Titrasi asam basa ini disebut juga **titrasi volumetri**.

Macam-macam titrasi

1. Titrasi Asam Basa atau acidi alkali metri yaitu antara asam dan basa
2. Titrasi Permanganometri dengan menggunakan permanganat (KMnO_4), reaksi redoks
3. Titrasi Argentometri dengan menggunakan perak nitrat (AgNO_3) reaksi pengendapan

Titrasi yang dibahas di Paket C setara SMA hanya titrasi asam basa.

Titrasi merupakan salah satu cara untuk menganalisis, maka peralatan yang digunakan harus mempunyai akurasi yang sangat tinggi. Beberapa contoh peralatan yang digunakan dalam titrasi antara lain:

Labu ukur digunakan untuk membuat larutan dengan volum tertentu. Misalkan anda akan membuat 1 L larutan HCl 0,1 M. anda masih ingat kan caranya? Ya lihat kembali pembahasan tentang konsentrasi larutan di Modul 8.

Corong digunakan untuk memasukkan larutan kedalam labu ukur

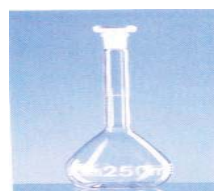
Pipet volumetri dan pipet gondok (dengan ukuran tertentu 10 mL, 25 mL) dengan bantuan **boschpump** digunakan untuk mengambil larutan yang akan dititrasi

Labu Erlenmeyer digunakan sebagai wadah zat yang akan dititrasi, tempat mereaksikan asam atau basa yang dititrasi.

Gelas ukur untuk mengukur volum larutan

Strandar dan klem tempat buret.

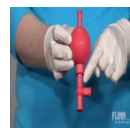
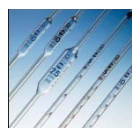
Buret: digunakan sebagai tempat (wadah) larutan penitrasi (larutan standar), sebelum digunakan maka posisi volum larutan harus pada skala (angka) yang tepat dan terbaca dengan jelas.



labu ukur



corong



pipet gondok, pipet volumetric, boschpump dan pipet



erlenmeyer



gelas ukur



buret



Statif

gambar 9.15 : Alat Titrasi
Sumber: Titrasi wordpress.com

Pada titrasi asam basa terjadi reaksi antara asam dan basa menghasilkan garam, bila sejumlah **mol asam** dan **mol basa** yang bereaksi **sama**, reaksi sudah mencapai **titik ekuivalen**. Untuk mengetahui titik ekuivalen maka ditambahkan zat penunjuk titik ekuivalen yang disebut **indikator** seperti Phenolphthalein (PP), Brom Thymol Biru (BTB), Metil Merah (MM), Metil Jingga (MJ). Senyawa yang digunakan sebagai indikator mempunyai warna yang berbeda pada larutan asam dan larutan basa.

Untuk melakukan titrasi diambil sejumlah volum tertentu larutan yang akan dititer dengan pipet volumetri, dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer kemudian ditambah beberapa tetes indikator dan larutan penitrasi dimasukkan ke dalam buret sampai batas angka tertentu. **Indikator** yang dapat digunakan adalah yang mempunyai trayek perubahan warna yang mendekati pada titik ekuivalen (**lihat trayek pH indikator**). Kemudian larutan penitrasi dialirkan ke dalam labu erlenmeyer sedikit demi sedikit, sampai tetes terakhir tepat terjadi perubahan warna. Yang artinya titik ekuivalen sudah tercapai, saat ini asam dan basa tepat habis beraksi, kemudian berapa banyak volum zat penitrasi dapat dibaca di dalam buret, titrasi dilakukan minimal 3 kali untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti

Cara untuk menghitung kadar zat dalam titrasi dapat digunakan rumus :

$$V_A \times N_A = V_B \times N_B$$

Dimana V_A = volum asam yang digunakan (diambil menggunakan pipet volum atau pipet gondok)

V_B = volum basa yang digunakan (dapat dibaca dari buret).

N_A = Normalitas asam (konsentrasi kenormalan asam).

N_B = Normalitas basa (konsentrasi kenormalan basa).

Konsentrasi Normalitas (N) asam atau basa dapat dicari dari molaritasnya, yaitu tergantung pada valensi asam atau basa, dimana $N = n \times M$. M = molaritas

n = valensi asam atau basa, yaitu banyaknya H^+ atau OH^- yang dapat dilepaskan oleh asam atau basa.

Contoh : asam bervalensi 1 : HCl, HBr, HNO₃, CH₃COOH.
 asam bervalensi 2 : H₂SO₄, H₂CO₃, H₂C₂O₄
 basa bervalensi 1 : NaOH, KOH
 basa bervalensi 2 : Ca(OH)₂, Ba(OH)₂, Mg(OH)₂.

$N_A = 1 \times M$
 $N_A = 2 \times M$
 $N_B = 1 \times M$
 $N_B = 2 \times M$

Maka rumusnya menjadi

$$n_A \times V_A \times M_A = n_B \times V_B \times M_B$$

Titrasi volumetri pada umumnya digunakan untuk menentukan kadar suatu zat berdasarkan kadar zat yang sudah diketahui. *Contoh*

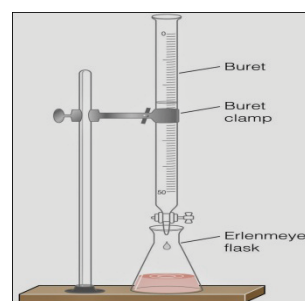
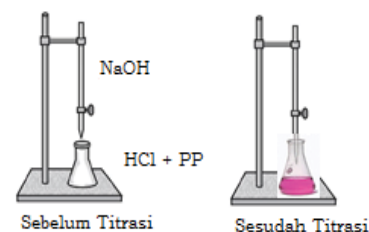
Sebanyak 25 mL HCl yang belum diketahui konsentrasinya dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Larutan HCl di ambil dengan menggunakan pipet volumetri yang berukuran 25 mL, lalu HCl dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah 3 tetes indikator pp (fenolftalein).

Kemudian, larutan NaOH 0,1 M dimasukkan ke dalam buret catat pada angka berapa volume NaOH yang terdapat dalam buret. Teteskan NaOH perlahan-lahan sambil dikocok hingga terjadi warna merah muda (titik akhir titrasi) yang menyatakan titik ekuivalen telah terjadi. Catat volum NaOH yang terpakai.

Catatan: Untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat dan teliti, lakukan percobaan minimal 3 kali dengan data yang relatif stabil

Hasil titrasi

Titrasi ke	Volume NaOH 0,1 M (mL)
1	25
2	25,5
3	24,5
Rerata	25



Gambar 9.16 Satu Set Alat Titirasi

Sumber: Titirasi wordpress.com

Dari percobaan, diperoleh volum NaOH rata-rata yang terpakai adalah 25 mL. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut

$$n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

n_1 = jumlah ion H⁺

V_1 = volum asam

M_1 = molaritas asam

$$n_1 \cdot V_1 \cdot M_1 = n_2 \cdot V_2 \cdot M_2$$

$$1 \times 25 \times M_1 = 1 \times 25 \times 0,1$$

$$M_1 = 0,1 \text{ M}$$

n_2 = jumlah ion OH⁻

V_2 = volume basa

M_2 = molaritas basa

Jadi konsentrasi HCl yang dititer adalah 0,1 M

Bila anda ingin menguji kadar cuka yang ada dipasaran dapat dilakukan seperti berikut:

Pada label botol cuka perdagangan tertulis 25%, massa jenisnya 1,06 gram/mL. untuk mengetahui kadar cuka tersebut maka diambil 5 mL kemudian diencerkan sampai volum 100 mL, dilakukan titrasi dengan larutan NaOH 0,1 M sebanyak 3 kali, ternyata tiap 25 mL asam cuka (CH₃COOH) tersebut membutuhkan NaOH sebagai berikut:

No perc	Volum CH ₃ COOH	Volume NaOH
1	25 mL	49 mL
2	25 mL	50 mL
3	25 mL	51 mL

Berdasarkan data tersebut hitunglah:

a). molaritas CH₃COOH percobaan !

b). Kemurnian CH₃COOH dalam botol kemasan !

Jawab:

a. Volume rata-rata cuka adalah = $\frac{49\text{ mL} + 50\text{ mL} + 51\text{ mL}}{3} = 50\text{ mL}$

Konsentrasi cuka dari hasil titrasi adalah:

$$n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

$$1 \times 25 \times M = 1 \times 50 \times 0,1$$

$$M = 0,2$$

Konsentrasi cuka dari hasil titrasi adalah 0,2 M

b. Konsentrasi cuka 25 % adalah:

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot Mr \cdot M}{10\text{ pd}}$$

$$5\text{ mL} = \frac{100\text{ mL} \cdot 60\text{ gram/mol} \cdot M}{10 \times 25\text{ mL/mol} \cdot 1,06\text{ gram/mol}}$$

$$\text{Konsentrasi cuka 25 \%} = 0,22\text{ M}$$

$$\text{Kadar cuka perdagangan} = \frac{0,22\text{ M}}{0,22\text{ M}} \times 100\% = 90,9\%$$

B. Kurva Titrasi

Bila anda telah memahami reaksi asam basa maka anda akan mendapatkan kondisi larutan bersifat hidrolisis, buffer, asam atau basa tergantung dari volume zat yang direaksikan. Reaksi penetralan tidak hanya untuk asam kuat dan basa kuat, tapi juga dapat dilakukan untuk asam lemah dan basa kuat atau basa kuat dengan asam lemah. Dalam titrasi ini titik ekuivalen berada di atas atau di bawah tujuh tergantung dari asam atau basa yang lebih kuat. Jika asam lemah dititrasi dengan basa kuat, maka titik ekuivalen berada di atas tujuh ($pH > 7$) karena larutan bersifat basa. Sedangkan jika asam kuat dengan basa lemah maka titik ekuivalen berada di bawah tujuh ($pH < 7$) karena larutan bersifat asam.

Pada proses titrasi setiap penetesan asam atau basa akan terjadi perubahan pH larutan, dan bila dialurkan antara penambahan volum dan perubahan pH dapat dibuat suatu grafik yang disebut **kurva titrasi**. Dari grafik ini dapat ditentukan pH pada suatu titik setara dan indikator yang paling tepat untuk titrasi tersebut.

Contoh Soal

- Sebanyak 25 mL HCl 0,1 M dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Tentukan pH masing-masing titik dalam titrasi tersebut.
 - sebelum penambahan NaOH
 - setelah penambahan 24 mL NaOH
 - pada titik ekuivalen
 - setelah penambahan 26 mL NaOH
 - Buat grafik hubungan perubahan pH dengan penambahan volum NaOH 0,1 M beserta indikator yang dapat digunakan pada titrasi tersebut

Jawaban

- Sebelum penambahan NaOH berarti pH larutan 25 mL HCl 0,1 M**
 pH larutan 25 mL HCl 0,1 M berarti pH asam kuat

$$[H^+] = n \cdot M$$

$$[H^+] = 1 \times 0,1 = 10^{-1}$$

$$pH = -\log 10^{-1} = 1$$

- Setelah penambahan 24 mL NaOH 0,1 M**

$$25\text{ mL HCl } 0,1\text{ M} = 25\text{ mL} \times 0,1\text{ M} = 2,5\text{ mmol}$$

$$24\text{ mL NaOH } 0,1\text{ M} = 24\text{ mL} \times 0,1\text{ M} = 2,4\text{ mmol}$$

	HCl(aq)	+	NaOH (aq)	→	NaCl(aq) + H ₂ O(l)
Mula-mula	2,5 mmol		2,4 mmol		
Bereaksi	2,4 mmol		2,4 mmol		
Sisa	0,1 mmol		0 mmol		
Sisa HCl	0,1 M adalah 0,1 mmol				

$$\text{Konsentrasi.HCl} = \frac{0,1\text{mmol}}{49\text{mL}} = 2,04.10^{-3} M$$

$$[H^+] = 2,04.10^{-3} M$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 2,04.10^{-3}$$

$$pH = 3 - \log 2,4 \cdot 10^{-3}$$

$$pH = 2,69$$

c. Setelah terjadi titik ekuivalen, berarti $[H^+] = [OH^-]$ pH larutan = 7

d. Setelah penambahan 26 mL NaOH

	HCl(aq)	+	NaOH (aq)	→	NaCl(aq) + H ₂ O(l)
Mula-mula	2,5 mmol		2,6 mmol		
Bereaksi	2,5 mmol		2,5 mmol		
Sisa	0 mmol		0,1 mmol		
Sisa NaOH	0,1 M adalah 0,1 mmol				

$$\text{Konsentrasi NaOH} = \frac{0,1\text{mmol}}{51\text{mL}} = 1,69.10^{-3} M$$

$$[OH^-] = 1,69.10^{-3} M$$

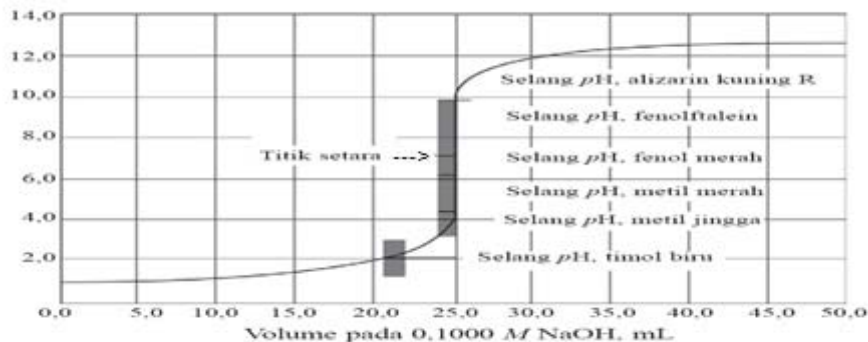
$$pOH = 3 - \log 1,69 = 2,71$$

$$pH = 14 - 2,71$$

$$pH = 11,29$$

e. Kurva Titrasi

Kurva titrasi untuk asam kuat oleh basa kuat, 25 mL larutan HCl 0,1 M dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M diperoleh kurva berikut.



Sumber: Perpustakaan cyber bolgspot.com

Indikator yang dapat digunakan adalah Fenolftalein (PP), Fenol merah, Metil merah, Metil Jingga. Sedangkan Timol biru dan Alizarin kuning tidak dapat digunakan karena tidak terdapat pada grafik yang terjal

2. Sebanyak 25 mL CH₃COOH 0,1 M ditetesi dengan indikator fenolftalein, dititrasi dengan larutan NaOH perubahan warna terjadi tepat pada angka 20 pada buret. K_a CH₃COOH 10⁻⁵
Tentukan:

- pH sebelum penambahan NaOH
- konsentrasi NaOH setelah titrasi

- c. pH pada penambahan 10 mL NaOH
 d. pada titik ekuivalent
 e. pH setelah penambahan 30 mL NaOH
 f. Buat grafik hubungan perubahan *pH* dengan penambahan volum NaOH 0,1 M

Jawaban:

- a. pH sebelum penambahan NaOH adalah pH 25 mL CH₃COOH 0,1 M (**pH asam Lemah**)

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

$$[H^+] = \sqrt{10^{-5} \times 10^{-1}}$$

$$[H^+] = 10^{-3}$$

$$pH = 3$$

- b. konsentrasi NaOH setelah titrasi

$$n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

$$1 \times 25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 1 \times 20 \text{ mL} \times M_2$$

$$M_2 = 0,125$$

Konsentrasi NaOH adalah 0,125 M

- c. pH pada penambahan 10 mL NaOH

$$\text{mmol CH}_3\text{COOH} = 25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 2,5 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol NaOH} = 10 \text{ mL} \times 0,125 \text{ M} = 1,25 \text{ mmol}$$



$$\begin{array}{lcl} \text{Mula-mula} & 2,5 \text{ mmol} & 1,25 \text{ mmol} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Bereaksi} & 1,25 \text{ mmol} & 1,25 \text{ mmol} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Sisa} & 1,25 \text{ mmol} & - \end{array}$$

$$1,25 \text{ mmol}$$

Dalam larutan terdapat CH₃COOH dan CH₃COONa, **maka larutan bersifat penyangga.**

$$[H^+] = K_a \frac{\text{asam.}}{\text{basa.konjugasi}}$$

$$[H^+] = 10^{-5} \times \frac{1,25 \text{ mmol.}}{1,25 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 10^{-5}$$

$$pH = 5$$

pH pada penambahan 10 mL NaOH adalah 5

- d. pada titik ekuivalent

Pada titik ekuivalent jumlah H⁺ = OH⁻ larutan **hidrolisis** bersifat basa

$$\text{mmol CH}_3\text{COOH} = 25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 2,5 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol NaOH} = 20 \text{ mL} \times 0,125 \text{ M} = 2,5 \text{ mmol}$$



$$\begin{array}{lcl} \text{Mula-mula} & 2,5 \text{ mmol} & 2,5 \text{ mmol} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Bereaksi} & 2,5 \text{ mmol} & 2,5 \text{ mmol} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Sisa} & - & - \end{array}$$

$$2,5 \text{ mmol}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{2,5 \text{ mmol.}}{45 \text{ ml}}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,06 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} n[\text{basa.konjugasi}]$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}}} 6 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{OH}^-] = 2,45 \cdot 10^{-5,5}$$

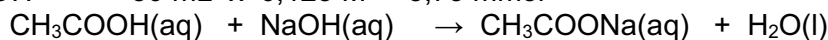
$$pOH = 5,5 - 0,39 = 5,11$$

pH = 14 - 5,11 = 8,89
 pH pada titik ekuivalent adalah 8,89

e. pH setelah penambahan 30 mL NaOH

mmol CH₃COOH = 25 mL x 0,1 M = 2,5 mmol

mmol NaOH = 30 mL x 0,125 M = 3,75 mmol



Mula-mula 2,5 mmol 3,75 mmol

Bereaksi 2,5 mmol 2,5 mmol 2,5 mmol

Sisa - 1,25 mmol 2,5 mmol

pH larutan dipengaruhi oleh larutan NaOH berarti **pH basa kuat**

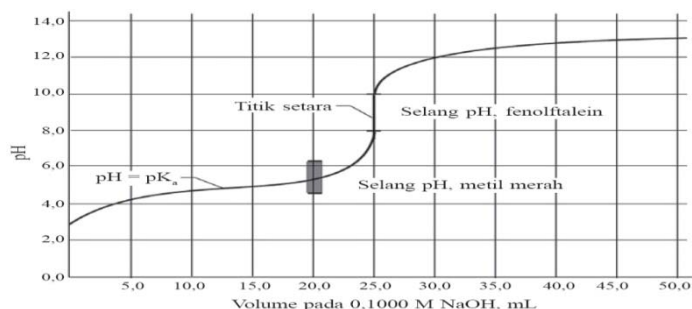
$$[\text{NaOH}] = \frac{2,5 \text{ mmol}}{55 \text{ ml}} = 0,045$$

pOH = - log 0,045 = 1,35

pH = 12,65

pH setelah penambahan 30 mL NaOH adalah 12,65

f. Grafik hubungan perubahan pH dengan penambahan volum NaOH 0,1 M



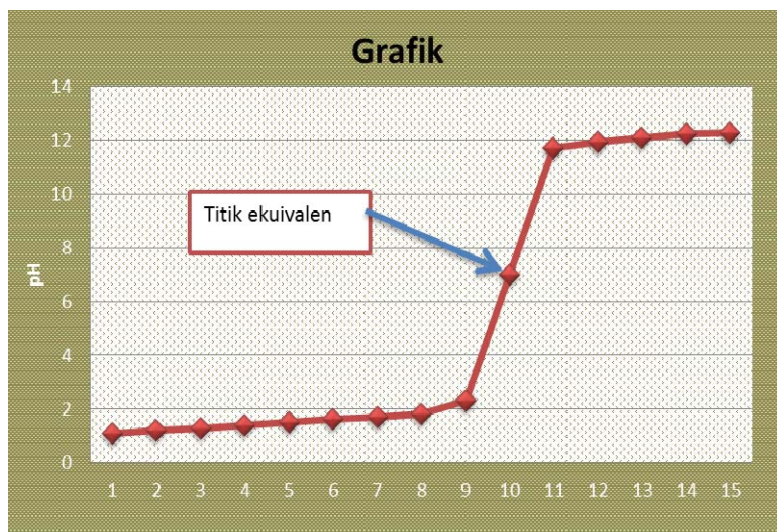
Sumber: Perpustakaan.cyber.bolgsport.com

Dari grafik diatas Indikator yang dapat digunakan adalah fenolftalein, metil merah tidak dapat digunakan

Ada beberapa macam kurva titrasi asam basa, yaitu:

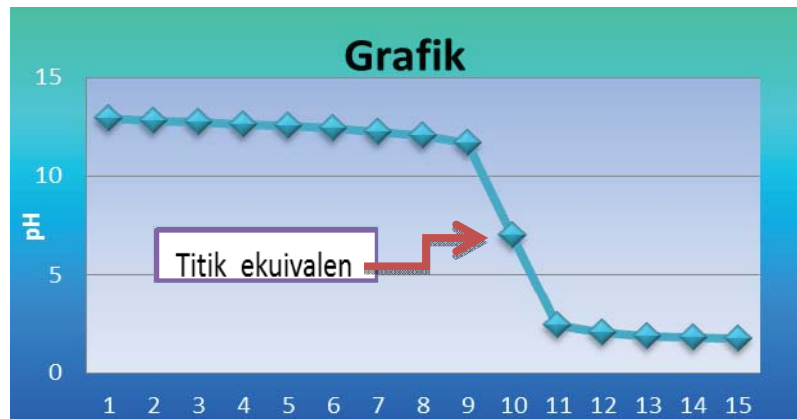
1. Kurva asam kuat dengan basa kuat, basa kuat dengan asam kuat
2. Kurva asam lemah dengan basa kuat, kurva basa kuat dengan asam lemah
3. Kurva basa lemah dengan asam kuat, kurva asam kuat dengan basa lemah

10 mL HCl dititrasi dengan NaOH	
Volume NaOH	pH
1	1.087
2	1.176
3	1.269
4	1.367
5	1.477
6	1.602
7	1.7
8	1.8
9	2.3
10	7
11	11.7
12	11.95
13	12.11
14	12.23
15	12.3

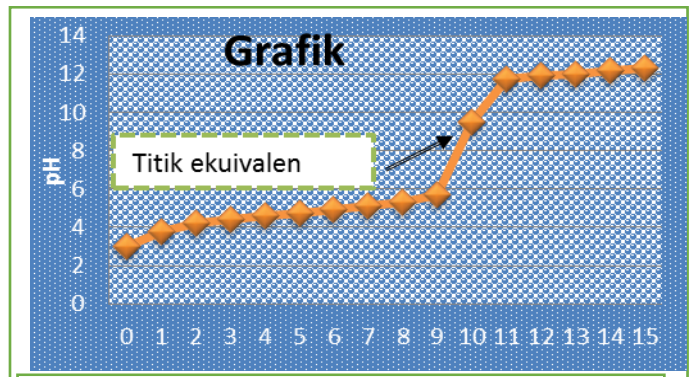


10 mL NaOH dititer dengan HCl

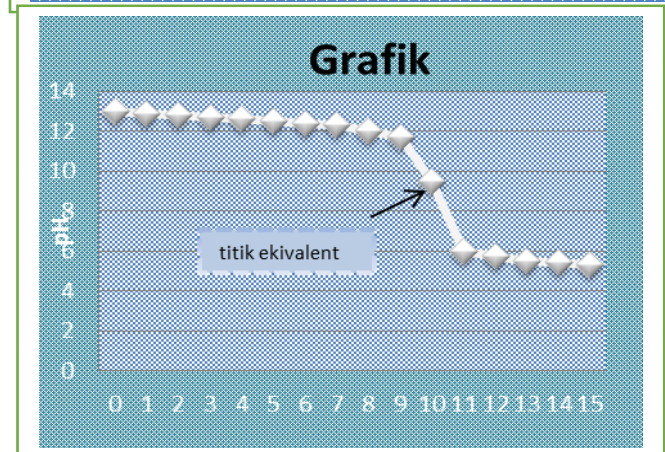
Volume HCl	pH
1	12.91
2	12.82
3	12.73
4	12.63
5	12.52
6	12.398
7	12.25
8	12.04
9	11.699
10	7
11	2.39
12	2.05
13	1.866
14	1.78
15	1.698



10 mL CH ₃ COOH 0,1 M dititrasi dengan NaOH			
volume NaOH 0,1M	pH	volume NaOH 0,1M	pH
0	3	8	5.3
1	3.8	9	5.7
2	4.2	10	9.5
3	4.4	11	11.7
4	4.6	12	11.95
5	4.7	13	12
6	4.9	14	12.2
7	5.1	15	12.3



10 mL NaOH 0,1 M dititrasi dengan CH ₃ COOH			
volume CH ₃ COOH 0,1M	pH	volume CH ₃ COOH 0,1M	pH
0	13	8	12
1	12.9	9	11.7
2	12.8	10	9.5
3	12.7	11	6
4	12.6	12	5.7
5	12.5	13	5.5
6	12.4	14	5.4
7	12.3	15	5.3



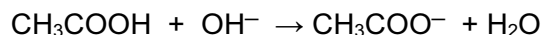
Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam membuat grafik titrasi.

Kurva titrasi asam lemah oleh basa kuat misalnya larutan CH₃COOH 25 mL 0,1 M dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M

Sifat penting yang perlu diingat dari titrasi asam lemah oleh basa kuat adalah

1. pH awal lebih tinggi dibandingkan dengan kurva titrasi asam kuat oleh basa kuat karena asam lemah terionisasi sebagian.
2. Terdapat peningkatan pH yang agak tajam di awal titrasi. Karena pada awal titrasi, sebagian besar asam lemah dalam larutan berbentuk molekul HA tidak mengion

menjadi H_3O^+ dan A^- . Dengan adanya asam kuat maka proton dari asam lemah HA yang tak mengion dialihkan langsung ke OH^- , terjadi reaksi penetralan sebagai berikut.



Ion asetat yang dihasilkan dalam reaksi penetralan bertindak sebagai ion senama dan menekan pengionan asam asetat.

3. Sebelum titik setara tercapai, perubahan pH terjadi secara bertahap. Karena bagian kurva ini menggambarkan larutan yang mengandung asam asetat (CH_3COOH) dan natrium asetat (CH_3COONa) yang cukup banyak. Campuran CH_3COOH dan CH_3COONa merupakan larutan penyangga
4. pH pada titik di mana asam lemah setengah dinetralkan ialah $\text{pH} = \text{pK}_a$. Pada setengah penetralan, $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}]$
5. pH pada titik setara lebih besar dari 7, karena terjadi hidrolisis dari CH_3COONa dengan H_2O . Reaksi hidrolisis: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$
6. Setelah titik setara, kurva titrasi asam lemah oleh basa kuat identik dengan kurva titrasi asam kuat oleh basa kuat, karena pada bagian titrasi ini pH ditentukan oleh konsentrasi OH^- bebas.
7. Bagian terjal dari kurva titrasi pada titik setara terjadi dalam selang pH yang sempit, yaitu sekitar 7 hingga 10. Sedangkan pada titrasi asam kuat oleh basa kuat bagian terjal dari kurva sekitar pH 4 hingga 10).
8. Fenolftalin merupakan indikator yang tepat untuk titrasi ini.



Penugasan 3

Menentukan Kadar Cuka Perdagangan Dengan Cara Titrasi



Tujuan

Untuk mengetahui kemurnian cuka yang diperdagangkan di pasaran



Teori

Dunia bisnis kadang kala ada yang tidak jujur, tidak sesuai apa yang tertulis pada label dengan kadar yang sesungguhnya. Untuk itu perlu analisis pasar, salah satu cara dapat digunakan dengan cara titrasi. Sesuai dengan materi ini cuka dengan merk tertentu diambil sampelnya kemudian dititrasi dengan menggunakan larutan NaOH



Alat dan Bahan

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Gelas ukur 25 mL/pipet volumetri | 6. Statif / klem dan buret |
| 2. Gelas kimia | 7. Larutan standar NaOH 0,1 M |
| 3. Labu ukur | 8. Cuka |
| 4. Corong | 9. Indikator fenolftalein |
| 5. Erlenmeyer 100 mL | |





Langkah-Langkah

1. Buat larutan standar NaOH 0,1 M
2. Buat larutan cuka yang akan dititer (*lihat contoh pembahasan*)
3. Isi buret dengan larutan NaOH
4. Ambil 25 mL larutan cuka masukkan kedalam Erlenmeyer tambahkan 3 tetes pp
5. Titrasi dengan cara meneteskan larutan NaOH dari buret sedikit demi sedikit sampai terbentuk warna merah muda.
6. Amati volum larutan NaOH dalam buret, catat volume yang terpakai
7. Ulangi titrasi sampai 3 kali



LAPORAN

LAPORAN HASIL PENGAMATAN

Judul Percobaan :

Tujuan Percobaan :

Tanggal percobaan :

Kelompok :

Guru Bidang Studi :

Tabel pengamatan

Titration ke	Volume CH ₃ COOH (mL)	Volume NaOH (mL)
1	25	
2	25	
3	25	
Rerata		

Perhitungan:

1. Menghitung massa NaOH untuk membuat larutan standar 1 Liter NaOH 0,1 M
2. Membuat larutan cuka yang akan dititer
3. Menentukan konsentrasi cuka yang dititer
4. Menentukan kemurnian dari cuka berdasarkan percobaan

Buatlah Kesimpulan:

Rubrik Penilaian

No	Menentukan Kadar Cuka Perdagangan Dengan Cara Titrasi	Skor
1	Menghitung massa NaOH untuk membuat larutan standar 1 Liter NaOH 0,1 M	10
2	Membuat larutan cuka yang akan dititer	5
3	Menentukan konsentrasi cuka yang dititer	10
4	Menentukan kemurnian dari cuka berdasarkan percobaan	5
5	Kelengkapan laporan	10
	Skor maksimum	40

Skor maksimum adalah 40 jika semua komponen anda mendapat skor maximum, maka nilai anda adalah:

$$\text{Nilai anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{40}{40} \times 100 = 100$$

Latihan Soal

I. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Diketahui data percobaan titrasi larutan H_2SO_4 0,1 M dengan larutan NaOH sebagai berikut :

No percba	Volum H_2SO_4	Volume NaOH
1	10 mL	10,2 mL
2	10 mL	10,6 mL
3	10 mL	9,8 mL

Berdasarkan data tersebut hitunglah kadar (molaritas) larutan NaOH !

2. Sebanyak 1 mL asam cuka perdagangan pada label tertulis 25% diencerkan sampai volum 50 mL, kemudian tiap 10 mL asam cuka (CH_3COOH) ini dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M (massa jenis cuka 25% 1,06 gram/mL) dan diperoleh data percobaan sebagai berikut:

No percba	Volum CH_3COOH	Volume NaOH
1	10 mL	8,2 mL
2	10 mL	8,1 mL
3	10 mL	8,0 mL

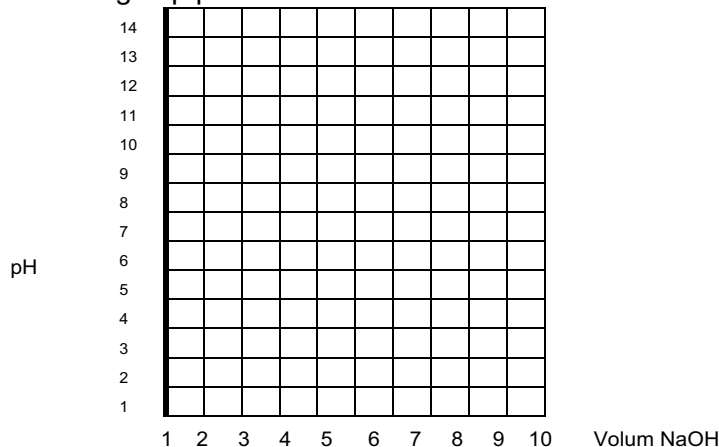
Berdasarkan data tersebut hitunglah:

- molaritas CH_3COOH percobaan !
 - Kemurnian CH_3COOH dalam botol kemasan !
3. Pada titrasi 20 mL NaOH ternyata membutuhkan 15 mL HNO_3 0,1 M, hitunglah berapa gram NaOH yang terlarut tiap Liter nya !
4. Ditimbang 4 gram Kristal NaOH dilarutkan sampai volum 1 liter. Kemudian larutan ini digunakan untuk menitrasi larutan H_2SO_4 0,1 M, Pada setiap 10 mL larutan H_2SO_4 rata-rata membutuhkan 25 mL larutan NaOH tersebut, hitunglah berapa % kemurnian kristal NaOH tersebut!
5. Sekelompok siswa membawa sebotol air yang berasal dari goa batu kapur setelah mereka camping disana. Mereka ingin mengetahui kadar air kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) tersebut dengan cara titrasi. datanya sebagai berikut:

No percba	Volum air kapur	Volume HCl 0,1 M
1	10 mL	0,7 mL
2	10 mL	0,8 mL
3	10 mL	0,9 mL

Berdasarkan data tersebut berapa pH air kapur tersebut.

6. Buat grafik titrasi 25 mL HCl 0,1 M dengan larutan NaOH 0,1 M. pH larutan NaOH dapat dihitung tiap penambahan kenaikan 5 mL NaOH



II Pilih satu jawaban yang paling tepat

- Salah satu cara untuk mengetahui konsentrasi larutan HCl digunakan cara titrasi dengan KOH sebagai pentiter dan fenolftalein sebagai indikator. Dengan data sebagai berikut:

No	Volum HCl	Volum KOH 0,1 M
1	5 mL	3,0 mL
2	5 mL	2,8 mL
3	5 mL	2,9 mL

Berdasarkan data tersebut konsentrasi larutan HCl adalah...

- A. 0,056 M
B. 0,058 M
C. 0,060 M
D. 0,172 M
E. 0,178 M
- Data percobaan titrasi 20 tetes NaOH x M dengan HCl 0,1 M Indikator pp

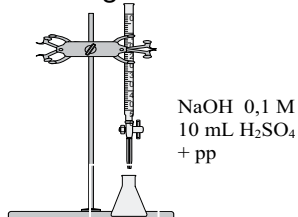
Titrasi ke-	Sejumlah Tetes Larutan HCl
1	39 tetes
2	40 tetes
3	40 tetes
4	41 tetes

Massa NaOH yang terdapat dalam 50 mL larutan yang dititer adalah....gram
(Ar Na =23, O= 16 H=1)

- A. 2,00
B. 0,02
C. 0,04
D. 0,20
E. 0,40

Wacana berikut digunakan untuk menjawab pertanyaan nomor 3 dan 4
Larutan 10 mL Ca(OH)_2 0,1 M ditetesi dengan indikator phenolphthalein, dititer dengan larutan HCl membutuhkan 9 mL sampai warna merah muda tepat hilang (Ca = 40; O = 16; H = 1)

- Konsentrasi larutan HCl yang digunakan untuk pentiter adalah....
A. 0,010 M
B. 0,111 M
C. 0,056 M
D. 0,222 M
E. 0,556 M
- Massa Ca(OH)_2 yang ditimbang untuk membuat 500 mL larutan adalah....
A. 0,074 gram
B. 0,370 gram
C. 0,740 gram
D. 3,700 gram
E. 7,400 gram
- Ditimbang 2 gram Kristal NaOH dilarutkan sampai volum 1 Liter. Kemudian larutan ini digunakan untuk menitrasi larutan HCl 0,1 M, Pada setiap 10 mL larutan HCl rata-rata membutuhkan 25 mL larutan NaOH tersebut, hitunglah berapa % kemurnian kristal NaOH tersebut! (Na=23, O=16, H=1)
A. 7,5 %
B. 8,0 %
C. 75 %
D. 80 %
E. 90 %
- Perhatikan gambar titrasi berikut !



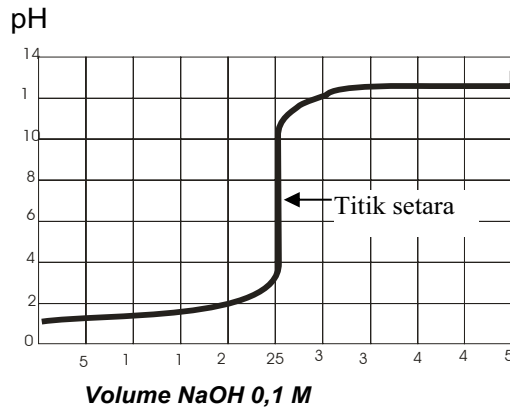
Titrasi ke	Volume NaOH (mL)
1	12
2	13
3	14

Konsentrasi asam sulfat yang dititer adalah...

- A. 0,060 M D. 0,100 M
B. 0,065 M E. 0,130 M
C. 0,070 M

Perhatikan wacana berikut untuk mengerjakan soal nomor 7 dan 8

Grafik titrasi 25 mL 0,1 M HCl dengan 0,1 M NaOH



Indikator	Trayek pH	perubahan warna
1. Merah Kresol	1,2-2,8	Merah - Kuning
2. Metil Jingga	3,1-4,4	Merah - Kuning
3. Metil Merah	4,2 – 6,3	Merah – Kuning
4. BTB	6,0 – 7,6	Kuning - Biru
5. PP	8,3 – 10	Tak berwarna-Merah
6. Biru Kresil Brilian	10,8 -12	Biru – Kuning

7. Indikator yang *dapat* digunakan pada titrasi ini adalah
A. 1, 2 dan 3 D. 3, 4 dan 6
B. 2, 3 dan 4 E. 4, 5 dan 6
C. 3, 4 dan 5
8. Pada pemakaian 20 mL volume NaOH pH larutan adalah....
A. $2 - \log 2,5$ D. $2 - \log 1,1$
B. $2 - \log 2$ E. $2,5 - \log 2$
C. $2 - \log 1$
9. Konsentrasi asam cuka pada label botol di laboratorium kurang jelas, untuk mengetahuinya dilakukan titrasi dengan menggunakan larutan NaOH, datanya sebagai berikut:

No percobaan	Volum Cuka	Volume NaOH 0,1 M
1	5 mL	2,5 mL
2	5 mL	2,7 mL
3	5 mL	2,6 mL

Berdasarkan data tersebut konsentrasi asam cuka pada botol tersebut adalah....

- A. 0,050 M D. 0,500 M
B. 0,052 M E. 0,520 M
C. 0,054 M
10. Berikut ini data hasil titrasi 25 mL asam cuka (CH_3COOH) dengan natrium hidroksida (NaOH) 0,1 M menggunakan indikator fenolftalein:

Titration Ke	1	2	3
Volume CH_3COOH (mL)	25	25	25
Volume NaOH (mL)	19	20	21

Berdasarkan data tersebut, konsentrasi asam cuka adalah...

- A. 0,05 M D. 0,10 M
B. 0,06 M E. 0,12 M
C. 0,08 M
11. Di laboratorium hanya terdapat $\text{Ca}(\text{OH})_2$ teknis, Untuk membuat larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ditimbang 0,74 gram dan dilarutkan dalam 100 mL air, 10 mL larutan tersebut dititer dengan larutan H_2SO_4 0,1 M ternyata membutuhkan 7,5 mL. Kemurnian $\text{Ca}(\text{OH})_2$ teknis tersebut adalah... (Ca = 40; O = 16; H = 1)

- A. 7,5%
B. 10%
C. 13,3%
D. 40 %
E. 75 %

12. Sebanyak 20 mL larutan Ca(OH)_2 dititrasi dengan larutan CH_3COOH 0,1 M dengan menggunakan indikator phenolftalein. Data yang diperoleh sebagai berikut:

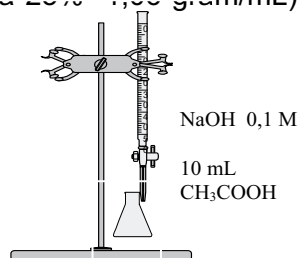
Titration ke	1	2	3
Volume Ca(OH)_2 (mL)	20	20	20
Volume CH_3COOH (mL)	25	26	24

Massa Ca(OH)_2 , $M_r = 74$ yang terlibat pada proses titrasi tersebut adalah....

- A. 0,014 gram
B. 0,056 gram
C. 0,0925 gram
D. 1,156 gram
E. 4,625 gram

13. Pada label asam cuka perdagangan tertulis 25%, diambil 1 mL dan diencerkan sampai volum 50 mL, kemudian tiap 10 mL asam cuka (CH_3COOH) ini dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M (massa jenis cuka 25% 1,06 gram/mL) dan diperoleh data percobaan sebagai berikut:

Titration ke	Volume NaOH
1	8,2 mL
2	8,1 mL
3	8,0 mL



(Ar C = 12, H = 1, O = 16)

Berdasarkan data tersebut kemurnian CH_3COOH dalam botol kemasan adalah... .

- A. 2.292%
B. 9.2%
C. 22.92%
D. 88.8%
E. 91,68%

14. Bahan kimia di laboratorium kualitasnya ada yang proanalisis (PA) dan teknis, pada umumnya laboratorium sekolah hanya menyediakan yang teknis. Untuk membuat larutan KOH ditimbang 2,8 gram dan dilarutkan sampai dengan 500 mL air, 10 mL larutan tersebut dititer dengan larutan standar HCl 0,1 M ternyata membutuhkan 7,5 mL. Kemurnian KOH teknis tersebut adalah... (K = 39; O = 16; H = 1)

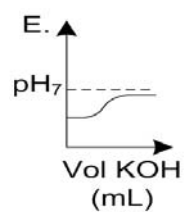
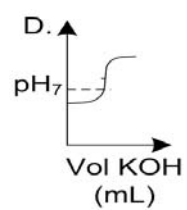
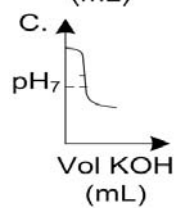
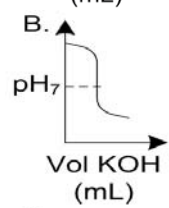
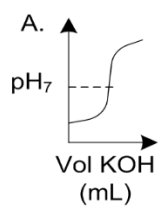
- A. 7,5 %
B. 13,3 %
C. 15 %
D. 30 %
E. 75 %

15. Perhatikan tabel data perubahan pH pada pencampuran asam benzoat dengan larutan KOH berikut:

Volume (mL)		pH
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 0,04 M	KOH 0,02 M	
100	140	5,34
100	150	5,52
100	160	5,60

Persamaan reaksi yang terjadi: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$.

Jika dilakukan penambahan larutan KOH 0,02 M setetes demi setetes terhadap campuran tersebut, maka grafik perubahan pH yang mungkin terjadi adalah



Rangkuman

Unit 9.1

1. Secara umum, hidrolisis merupakan penguraian suatu zat oleh air atau reaksi suatu zat dengan air. Jadi, hidrolisis garam adalah reaksi garam dengan air.
2. Berdasarkan asam basa pembentuknya, garam dapat dikelompokkan menjadi 4 jenis, yaitu:
 - a. Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat
 - b. Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah
 - c. Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat
 - d. Garam yang berasal dari asam lemah dan asam lemah
3. Garam dari asam lemah dan basa kuat bersifat basa dan $pH > 7$.

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} n \cdot [basa.konjugasi]}$$

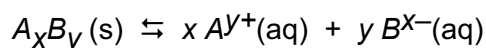
4. Garam dari Asam Kuat dan Basa Lemah bersifat asam dan $pH < 7$.

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} n \cdot [asam.konjugasi]}$$

5. Garam dari asam lemah dan basa lemah dapat bersifat asam, basa, atau netral bergantung pada K_a dari asam dan K_b dari basa.

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{K_b}} \quad \text{atau} \quad [OH^-] = \sqrt{\frac{K_b K_w}{K_a}}$$

6. Peristiwa hidrolisis sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pada pencernaan makanan dalam tubuh manusia dan hewan serta penjernihan air berlumpur.
7. Kesetimbangan kelarutan, yaitu kesetimbangan antara ion-ion zat terlarut dengan zat yang tidak larut dalam larutan.
8. Untuk garam yang sukar larut



$$K_{sp} = [A^{y+}]^x \cdot [B^{x-}]^y$$

9. Konstanta hasil kali kelarutan (K_{sp}) adalah hasil kali konsentrasi ion-ion suatu elektrolit dalam larutan yang tepat jenuh dipangkatkan koefisien reaksinya. Semakin besar K_{sp} maka makin mudah zat elektrolit larut.
10. Jika hasil kali ion-ion suatu elektrolit yang sukar larut (Q_c),
 $Q_c < K_{sp}$, larutan belum jenuh
 $Q_c = K_{sp}$, larutan tepat jenuh
 $Q_c > K_{sp}$, terjadi endapan
11. Pengaruh ion senama dalam larutan akan memperkecil kelarutan zat elektrolit yang sukar larut dalam air.

Unit 9.2

1. Larutan penyangga terdiri atas campuran asam lemah dan basa konjugasinya atau basa lemah dengan asam konjugasinya.
2. pH larutan penyangga dianggap konstan akibat penambahan sedikit asam (H^+) atau basa (OH^-) atau pengenceran karena ion tersebut tidak terakumulasi.
3. Penambahan asam (H^+) pada larutan penyangga asam, menyeunitkan kesetimbangan bergeser ke kiri untuk menetralkan penambahan asam. Sedangkan penambahan basa (OH^-) akan bereaksi dengan H_3O^+ sehingga kesetimbangan bergeser ke kanan untuk menggantikan H_3O^+ yang bereaksi.

$$4. [H^+] = K_a \frac{[Asam]}{[basa \text{ konjugasi}]}$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = pK_a - \log \frac{[asam]}{[basa \text{ konjugasi}]}$$

$$[OH^-] = K_b \frac{[basa]}{[asam \text{ konjugasi}]}$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pOH = pK_b - \log \frac{[basa]}{[asam \text{ konjugasi}]}$$

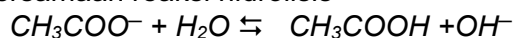
Unit 9.3

1. Titrasi adalah suatu cara untuk mengetahui kadar suatu zat berdasarkan zat lain yang sudah diketahui kadarnya.
2. Titrasi asam basa merupakan reaksi penetralan menghasilkan garam, bila sejumlah **mol asam** dan **mol basa** yang bereaksi **sama**, garam yang terbentuk sudah mencapai **titik ekuivalent**
3. Titik ekuivalent terjadi ditandai perubahan warna indikator dari asam ke basa atau sebaliknya.
4. Titrasi dilakukan untuk menentukan kadar suatu zat, misalnya kadar cuka dapur tertulis 25%
5. Pada titrasi asam basa dapat berupa titrasi antara asam kuat dengan basa kuat, asam lemah dengan basa kuat atau asam kuat dengan basa lemah
6. Grafik pH pada titrasi asam basa dapat ditentukan melalui pH asam, penyangga, hidrolisis dan basa

Kunci jawaban soal Latihan

Kunci jawaban soal Latihan Hidrolisis. 1

1. Sebanyak 3,16 gram garam Kalsium acetat $Ca(CH_3COO)_2$ dilarutkan ke dalam air hingga volumenya 2 Liter. Jika diketahui: $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,5 \cdot 10^{-5}$ dan A_r Ca = 40, C = 12, O = 16, H = 1
 - a. Tuliskan persamaan reaksi hidrolisis!
 - b. Hitung K_h
 - c. Hitung pH larutanJawab:
 - a. Persamaan reaksi hidrolisis



$$b. \quad K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$K_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,5 \times 10^{-5}} = 6,7 \cdot 10^{-10}$$

c. pH larutan

$$[Ca(CH_3COO)_2] = \frac{3,16}{158} \times \frac{1000}{2000} = 0,01 M$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} n [basa.konjugasi]}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-14}}{1,5 \times 10^{-5}} \times 0,02}$$

$$= 1,15 \times 10^{-5,5}$$

$$pOH = 5,5 - \log 1,15 = 5,44$$

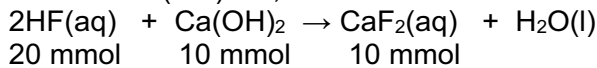
$$pH = 14 - 5,44 = 8,56$$

2. Sebanyak 200 mL larutan HF 0,1 M direaksikan dengan 100 mL larutan $Ca(OH)_2$ 0,1 M. Hitung pH larutan setelah reaksi! (K_a HF = $6,7 \cdot 10^{-4}$)

Jawab:

200 mL HF 0,1 = 20 mmol

100 mL $Ca(OH)_2$ 0,1 M = 10 mmol



$$[CaF_2] = \frac{10 \text{ mmol}}{300 \text{ mL}} = 0,03 M$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} n [basa.konjugasi]}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-14}}{6,7 \times 10^{-4}} \times 2(0,03)}$$

$$= 10^{-6}$$

$$pOH = 6$$

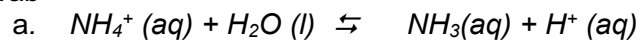
$$pH = 14 - 6 = 8$$

Kunci jawaban soal Latihan Hidrolisis. 2

1. Sebanyak 16,05 gram garam Ammonium klorida (NH_4Cl) dilarutkan ke dalam air hingga volumenya 500 mL. Jika diketahui: K_b $NH_3 = 1,5 \cdot 10^{-5}$ dan A_r N = 14, Cl = 35,5 . H = 1

- Tuliskan persamaan reaksi hidrolisis!
- Hitung K_h
- Hitung pH larutan

jawab



$$b. \quad K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

$$K_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,5 \times 10^{-5}} = 6,7 \cdot 10^{-10}$$

$$c \quad [NH_4Cl] = \frac{16,05}{53,5} \times \frac{1000}{500} = 0,6M$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b}} n[\text{asam.konjugasi}]$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-14}}{1,5 \times 10^{-5}}} \times 0,6$$

$$[H^+] = 2 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = 5 - \log 2 = 4,7$$

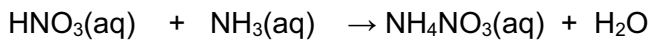
Jadi pH larutan adalah 4,7

2. Sebanyak 100 mL larutan HNO_3 0,1 M direaksikan dengan 100 mL larutan NH_3 0,1 M. Hitung pH larutan setelah reaksi ! ($K_b NH_3 = 1,5 \cdot 10^{-5}$)

Jawab:

$$100 \text{ mL } HNO_3 \quad 0,1 \text{ M} = 100 \times 0,1 = 10 \text{ mmol} = 0,01 \text{ mol}$$

$$100 \text{ mL } NH_3 \quad 0,1 \text{ M} = 100 \times 0,1 = 10 \text{ mmol} = 0,01 \text{ mol}$$



$$0,01 \text{ mol} \quad 0,01 \text{ mol} \quad 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{Konsentrasi } NH_4NO_3 = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,2 \text{ Liter}} = 0,05 \text{ M}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b}} n[\text{asam.konjugasi}]$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-14}}{1,5 \times 10^{-5}}} \times 0,05$$

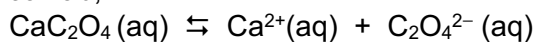
$$[H^+] = 1,83 \cdot 10^{-5,5}$$

$$pH = 5,5 - \log 1,83 = 5,24$$

Kunci jawaban soal Latihan Ksp 1

1. Hitunglah kelarutan Kalsium oxalat (CaC_2O_4) bila K_{sp} nya $2,3 \cdot 10^{-9}$

Jawab,



$$s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} CaC_2O_4 = [Ca^{2+}] [C_2O_4^{2-}]$$

$$K_{sp} CaC_2O_4 = s \text{ mol/L} \times s \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} CaC_2O_4 = s^2 (\text{mol/L})^2$$

$$s = \sqrt{K_{sp} CaC_2O_4}$$

$$s = \sqrt{2,3 \cdot 10^{-9}} = 4,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Kelarutan } CaC_2O_4 = 4,8 \cdot 10^{-5} \times 128 = 6,14 \cdot 10^{-3} \text{ gram/Liter}$$

2. Kelarutan Ag_2CO_3 dalam 100 mL larutannya adalah $13,8 \cdot 10^{-4}$ gram. Hitunglah Ksp nya

Jawab : Konsentrasi Ag_2CO_3 adalah $M = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{v(\text{larutan})}$

$$M = \frac{13,8 \cdot 10^{-4}}{276} \times \frac{1000}{100} = 5 \cdot 10^{-5}$$



$$5 \cdot 10^{-5} \text{ M} \qquad 10^{-4} \text{ M} \qquad 5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

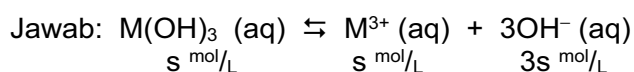
$$\text{Ksp Ag}_2\text{CO}_3 = [\text{Ag}^+]^2[\text{CO}_3]$$

$$\text{Ksp Ag}_2\text{CO}_3 = [10^{-4}]^2[5 \cdot 10^{-5}]$$

$$\text{Ksp Ag}_2\text{CO}_3 = 5 \cdot 10^{-13}$$

$$\text{Ksp Ag}_2\text{CO}_3 \text{ adalah } 5 \cdot 10^{-13}$$

3. Tentukan pH larutan jenuh $\text{M}(\text{OH})_3$, bila Kspnya $3 \cdot 10^{-16}$



$$\text{Ksp M}(\text{OH})_3 = [\text{M}^{3+}][\text{OH}^-]^3$$

$$3 \cdot 10^{-16} = [s][3s]^3$$

$$27s^4 = 3 \cdot 10^{-16}$$

$$s, = 0,58 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{OH}^- = 3s$$

$$\text{OH}^- = 1,73 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{pOH} = 4 - \log 1,73 = 4 - 0,24 = 3,76$$

$$\text{pH} = 14 - 3,76 = 10,24$$

Kunci jawaban soal Latihan Ksp 2

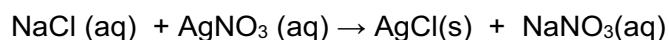
1. Apakah terbentuk endapan

a. jika kedalam 250 mL $\text{NaCl } 10^{-4} \text{ M}$ ditambahkan 250 mL larutan $\text{AgNO}_3 10^{-6} \text{ M}$.
Ksp $\text{AgCl } 1,8 \cdot 10^{-10}$

b. jika kedalam 100 mL $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 0,5 \text{ M}$ ditambahkan 100 mL larutan $\text{NaCl } 0,2 \text{ M}$.
Ksp $\text{PbCl}_2 1,6 \cdot 10^{-5}$

$$\text{Jawab: } 250 \text{ mL NaCl } 10^{-4} \text{ M} = 250 \text{ mL} \times 10^{-4} \text{ M} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mmol}$$

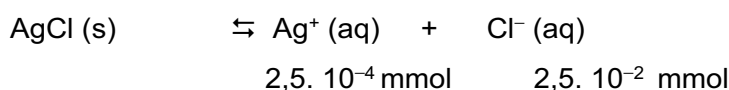
$$250 \text{ mL larutan AgNO}_3 10^{-6} \text{ M} = 250 \text{ mL} \times 10^{-6} \text{ M} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mmol}$$



$$2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mmol} \qquad 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mmol}$$



$$2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mmol} \qquad 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mmol}$$



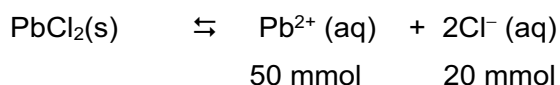
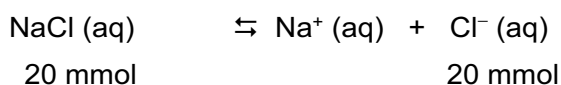
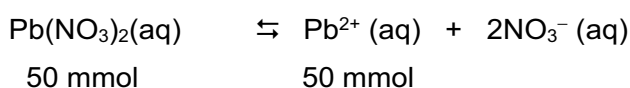
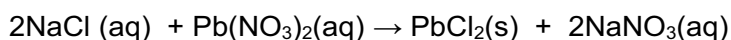
$$[\text{Ag}^+] = \frac{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mmol}}{500 \text{ mL}} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mmol}}{500 \text{ mL}} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{Hasil kali } [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 5 \cdot 10^{-7} \text{ M} \times 5 \cdot 10^{-5} \text{ M} = 2,5 \cdot 10^{-11}$$

$$Q_c = 2,5 \cdot 10^{-11} < K_{sp} \text{ tidak mengendap}$$

- .b $100 \text{ mL Pb(NO}_3)_2 \text{ } 0,5 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 0,5 \text{ M} = 50 \text{ mmol}$
 $100 \text{ mL larutan NaCl } 0,2 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 0,2 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$

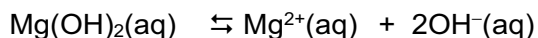
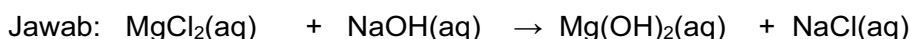


$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{50 \text{ mmol}}{200 \text{ mL}} = 0,25 \text{ M}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{20 \text{ mmol}}{200 \text{ mL}} = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{Hasil kali } [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 = [0,25][0,1]^2 = 2,5 \cdot 10^{-3} > K_{sp} \text{ terjadi pengendapan}$$

2. $K_{sp} \text{ Mg(OH)}_2 = 8 \cdot 10^{-12}$ jika pada larutan $\text{MgCl}_2 \text{ } 0,02 \text{ M}$ ditambahkan larutan NaOH . Berapa pH pada saat mulai terbentuk endapan?



$$K_{sp} \text{ Mg(OH)}_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$8 \cdot 10^{-12} = 0,02 [\text{OH}^-]^2$$

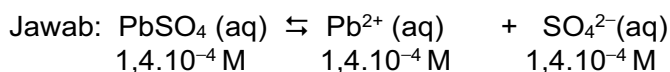
$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = -\log 2 \cdot 10^{-5} = 4,7$$

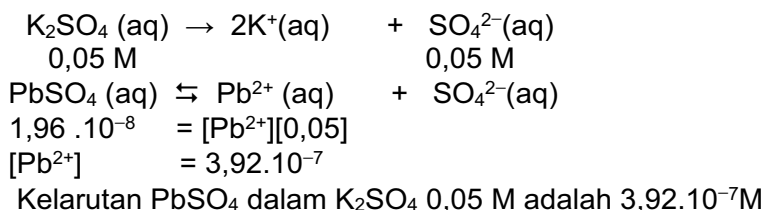
$$\text{pH} = 14 - 4,7 = 9,3$$

Kunci jawaban soal Latihan Ksp 3

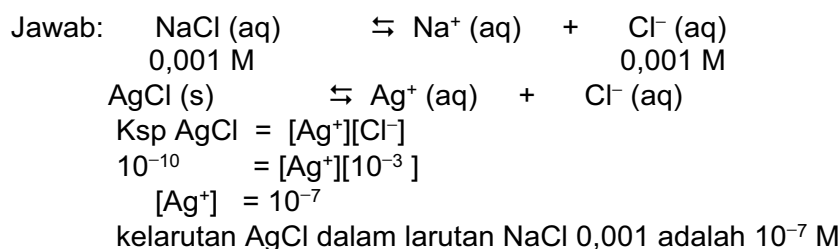
1. Kelarutan PbSO_4 dalam air $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, bila kedalamnya ditambahkan $\text{K}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,05 \text{ M}$, maka kelarutannya menjadi... .



$$\begin{aligned}K_{sp} \text{ PbSO}_4 &= [\text{Pb}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \\K_{sp} \text{ PbSO}_4 &= [1,4 \cdot 10^{-4}][1,4 \cdot 10^{-4}] \\K_{sp} \text{ PbSO}_4 &= 1,96 \cdot 10^{-8}\end{aligned}$$



2. Berapa kelarutan AgCl dalam larutan NaCl 0,001 M bila larutan jenuh AgCl mempunyai $K_{sp} 10^{-10}$



Kunci jawaban soal Latihan Buffer 1

1. Dalam 500 mL larutan mengandung 0,1 mol NH_3 dan 0,2 mol NH_4Cl , jika $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$ berapa pH larutan tersebut?

$$\begin{aligned}\text{Jawab: } [\text{OH}^-] &= K_b \cdot \frac{[\text{Basa}]}{[\text{asam.konjugasi}]} \\[\text{OH}^-] &= 10^{-5} \cdot \frac{0,1 \text{ mol}}{0,2 \text{ mol}} \\[\text{OH}^-] &= 5 \cdot 10^{-6} \\ \text{pOH} &= 6 - \log 5 = 5,3 \\ \text{pH} &= 14 - 5,3 = 8,7 \\ \text{pH larutan} &\text{ adalah } 8,7\end{aligned}$$

2. Kedalam 100 mL larutan CH_3COOH 0,2 M dimasukkan 0,82 gram CH_3COONa (Mr 82), berapa pH larutan jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} 10^{-5}$

$$\begin{aligned}\text{Jawab: } 0,82 \text{ gram CH}_3\text{COONa} &= \frac{0,82}{82} = 0,01 \text{ mol} \\ 100 \text{ mL larutan CH}_3\text{COOH 0,2 M} &= 100 \text{ mL} \times 0,2 \text{ M} = 20 \text{ mmol} = 0,02 \text{ mol} \\ [\text{H}^+] &= K_a \cdot \frac{\text{mol.asam}}{\text{mol.basa..konjugasi}} \\ [\text{H}^+] &= 10^{-5} \cdot \frac{0,02 \text{ mol}}{0,01 \text{ mol}} \\ [\text{H}^+] &= 2 \cdot 10^{-5} \text{ M} \\ \text{pH larutan} &= -\log 2 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 2 = 4,7\end{aligned}$$

3. Dicampurkan 100 mL larutan NH_3 0,2 M dengan 100 mL HCl 0,1 M berapa pH larutan bila $K_b \text{ NH}_3 10^{-5}$

$$\text{Jawab: } 100 \text{ mL larutan NH}_3 \text{ 0,2 M} = 100 \text{ mL} \times 0,2 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$$

$$100 \text{ mL HCl } 0,1 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

	$\text{NH}_3(\text{aq})$	$+$	$\text{HCl}(\text{aq})$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$
Mula-mula	20 mmol		10 mmol		
Bereaksi	10 mmol		10 mmol		10 mmol
Sisa	10 mmol		-		10 mmol

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{Basa}]}{[\text{asam.konjugasi}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{10 \text{ mmol}}{10 \text{ mmol}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 5$$

pH larutan adalah $14 - 5 = 9$

Kunci jawaban soal Latihan Buffer 2

Bagaimanakah perubahan pH yang terjadi jika kedalam 50 mL campuran larutan NH_3 0,1 M dengan NH_4Cl 0,1 M ditambahkan :

- 1 mL larutan HCl 0,1 M
- 1 mL larutan NaOH 0,1 M
- 50 mL air murni

jawab: $[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{Basa}]}{[\text{asam.konjugasi}]}$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{0,1 \text{ M}}{0,1 \text{ M}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 5$$

pH larutan mula-mula adalah $14 - 5 = 9$

- Penambahan 1 mL larutan HCl 0,1 M

	$\text{NH}_3(\text{aq})$	$+$	$\text{Cl}^-(\text{aq})$	$\rightarrow$	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$
Mula-mula =	5 mmol		0,1 mmol		5 mmol
Bereaksi =	0,1 mmol		0,1 mmol		0,1 mmol
Keseimbangan =	4,9 mmol		-		5,1 mmol

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{Basa}]}{[\text{asam.konjugasi}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{4,9 \text{ mmol}}{5,1 \text{ mmol}}$$

$$[\text{OH}^-] = 9,6 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 6 - \log 9,6 = 5,02$$

$$\text{pH} = 14 - 5,02 = 8,98$$

- Penambahan 1 mL larutan NaOH 0,1 M

	$\text{NH}_4^+(\text{aq})$	$+$	$\text{OH}^-(\text{aq})$	$\rightarrow$	$\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$
Mula-mula =	5 mmol		0,1 mmol		5 mmol
Bereaksi =	0,1 mmol		0,1 mmol		0,1 mmol
Keseimbangan =	4,9 mmol		-		5,1 mmol

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{Basa}]}{[\text{asam.konjugasi}]}$$

$$[OH^-] = 10^{-5} \cdot \frac{5,1 \text{ mmol}}{4,9 \text{ mmol}}$$

$$[OH^-] = 1,04 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$pOH = 5 - \log 1,04 = 4,98$$

$$pH = 14 - 4,98 = 9,02$$

c. Penambahan 50 mL air murni

Penambahan air hanya akan menambah volum larutan, sedangkan konsentrasinya tetap

Volum campuran sekarang menjadi 50 mL + 50 mL = 100 mL

$$[NH_3] = \frac{5 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 0,05 \text{ M}$$

$$[NH_4Cl] = \frac{5 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 0,05 \text{ M}$$

$$[OH^-] = Kb \frac{[basa]}{[asam \text{ konjugasi}]}$$

$$[H^+] = 10^{-5} \cdot \frac{0,05 \text{ M}}{0,05 \text{ M}}$$

$$[OH^-] = 10^{-5}$$

$$pOH \text{ larutan menjadi} = -\log 10^{-5} = 5$$

$$pH \text{ larutan} = 14 - 5 = 9$$

pH setelah penambahan air 9

Jadi penambahan sedikit asam, basa dan pengenceran tidak merubah pH secara signifikan

Kunci jawaban Penugasan 2

Lengkapi tabel berikut

No	Larutan	Buffer	Bukan Buffer	Alasan
1	10 mL NH ₃ 0,1 M + 25 mL HCl 0,1 M		v	Asam kuat sisa yang
2	10 mL NH ₃ 0,1 M + 10 mL HCl 0,1 M		v	Asam dan basa habis
3	10 mL NH ₃ 0,1 M + 25 mL NH ₄ Cl 0,1 M	v		Basa dan asam konjugasi
4	10 mL HCl 0,1 M + 25 mL NaOH 0,1 M		v	Asam kuat basa kuat
5	25 mL CH ₃ COOH 0,1 M + 10 mL NaOH 0,1 M	v		Asam lemah bersisa
6	25 mL HCl 0,1 M + 10 mL Al(OH) ₃ 0,1 M		v	Asam kuat yang sisa
7	25 mL H ₃ PO ₄ 0,1 M + 10 mL NaOH 0,1 M	v		Asam lemah bersisa
8	25 mL H ₃ PO ₄ 0,1 M + 10 mL Na ₃ PO ₄ 0,1 M	v		Asam lemah dan basa konjugasi
9	10 mL Ba(OH) ₂ 0,1 M + 20 mL HCN 0,1 M		v	Asam dan basa habis
10	10 mL HCl 0,1 M + 20 mL AgOH 0,1 M	v		Basa lemah bersisa

Kunci Jawaban Soal Unit

Unit 9.1

A. Hidrolisis

I. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Buat reaksi hidrolisis dan tentukan sifat larutan dari garam-garam berikut:

- $K_2CO_3(aq) \rightarrow 2K^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$
 $CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$ bersifat basa
- $NH_4Br(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Br^-(aq)$
 $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4OH(aq) + H^+(aq)$ bersifat asam

- c. $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$
 $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ bersifat basa
- d. $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ bersifat netral
- e. $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$
 $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$
 sifat tergantung K_a dan K_b
- f. $\text{KNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ bersifat netral
- g. $\text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
 $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{AgOH} + \text{H}^+$ bersifat asam
- h. $\text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$
 $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ bersifat basa
- i. $\text{KF}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$
 $\text{F}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-(\text{aq})$ bersifat basa
- j. $\text{NaI}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$ bersifat netral

2. Buat persamaan hidrolisis, tentukan sifat larutan asam atau basa, harga tetapan hidrolisis dan pH larutan dari:

- a. 100 mL larutan NaF 0,01 M ($K_a \text{ HF} = 6,7 \cdot 10^{-4}$)
 Persamaan hidrolisis $\text{NaF}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$
 $\text{F}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-(\text{aq})$ bersifat basa
 Tetapan Hidrolisis: $K_h = \frac{K_w}{K_a}$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{6,7 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \cdot 10^{-11}$$

 pH larutan $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} [\text{basa} \cdot \text{konjugasi}]}$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{6,7 \cdot 10^{-4}} [10^{-2}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 3,87 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{pOH} = 7 - \log 3,87$$

$$\text{pH larutan} = 7 + \log 3,87$$
- b. 50 mL larutan Na_3PO_4 0,5 M ($K_a = 4,8 \cdot 10^{-13}$)
 Persamaan hidrolisis $\text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$
 $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ bersifat basa
 Tetapan Hidrolisis: $K_h = \frac{K_w}{K_a}$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{4,8 \cdot 10^{-13}} = 2 \cdot 10^{-2}$$

 pH larutan $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} [\text{basa} \cdot \text{konjugasi}]}$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{4,8 \cdot 10^{-13}} [5 \cdot 10^{-1}]} = 10^{-1} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 1$$

$$\text{pH larutan} = 13$$
- c. 100 mL larutan KCl 0,1 M
 $\text{KCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ bersifat netral
 Larutan KCl bersifat netral pH larutan 7

d. 50 mL larutan NH_4CN 0,5 M ($K_a = 4 \cdot 10^{-10}$, $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

Persamaan hidrolisis $\text{NH}_4\text{CN}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$

$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) + \text{HCN}(\text{aq})$ sifat tergantung K_a dan K_b

Tetapan hidrolisis $K_h = \frac{K_w \cdot K_a}{K_b}$

$$K_h = \frac{10^{-14} \cdot 4 \cdot 10^{-10}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 2,22 \cdot 10^{-19}$$

pH larutan $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{K_b}}$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 4 \cdot 10^{-10}}{1,8 \cdot 10^{-5}}} = 1,49 \cdot 10^{-9,5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 9,5 - \log 1,49$$

e. 150 mL NH_4NO_2 0,1 M ($K_a = 5,13 \cdot 10^{-4}$, $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

Persamaan hidrolisis $\text{NH}_4\text{NO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_2^-(\text{aq})$

$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq})$ sifat tergantung K_a dan K_b

Tetapan hidrolisis $K_h = \frac{K_w \cdot K_a}{K_b}$

$$K_h = \frac{10^{-14} \cdot 5,13 \cdot 10^{-4}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 2,85 \cdot 10^{-13}$$

pH larutan $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{K_b}}$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 5,13 \cdot 10^{-4}}{1,8 \cdot 10^{-5}}} = 1,69 \cdot 10^{-6,5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 6,5 - \log 1,69$$

f. 200 mL larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,05 M ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

Persamaan hidrolisis $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

$2\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+$ bersifat asam

Tetapan Hidrolisis $K_h = \frac{K_w}{K_b}$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,6 \cdot 10^{-10}$$

pH larutan $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \cdot x \cdot n \cdot [\text{asam} \cdot \text{konjugasi}]}$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} \cdot x \cdot 2 \cdot [0,05]} = 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH larutan} = 6 - \log 7,5$$

3. Larutan garam NH_4Cl 0,1M mengalami hidrolisis, jika diketahui tetapan hidrolisisnya = 10^{-9} . Tentukan:

a. persamaan reaksi hidrolisis

$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$ bersifat asam

b. pH larutan $[H^+] = \sqrt{K_h [\text{asam} \cdot \text{konjugasi}]}$

$$[H^+] = \sqrt{10^{-9}} \cdot 10^{-1} = 10^{-5} M$$

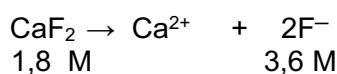
pH larutan = 5

4. Berapa gram kristal CaF_2 harus dilarutkan dalam 100 mL air agar pH larutan menjadi 9. Bila $K_a \text{ HF} = 7,2 \cdot 10^{-4}$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} n[\text{basa.konjugasi}]$$

$$[10^{-5}] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{7,2 \cdot 10^{-4}}} 2[\text{basa.konjugasi}]$$

$$[F^-] = 3,6 M$$



$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$$

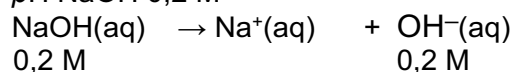
$$1,8 = \frac{\text{gram}}{78} \times \frac{1000}{100}$$

Massa Kristal CaF_2 yang harus dilarutkan adalah 14,04 gram

5. Direaksikan 100 mL larutan NaOH 0,2 M dengan 100 mL larutan asam asetat 0,2 M bila K_a asam asetat $1,75 \cdot 10^{-5}$. Tentukan:

- a. pH NaOH dan pH asam asetat sebelum reaksi

pH NaOH 0,2 M

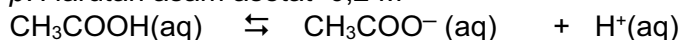


$$[OH^-] = 2 \cdot 10^{-1}$$

$$pOH = 1 - \log 2 = 1 - 0,3 = 0,7$$

$$pH = 13,3$$

pH larutan asam asetat 0,2 M



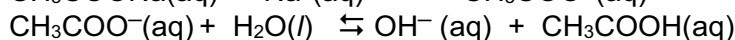
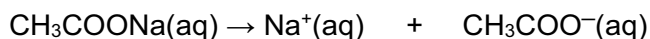
$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

$$[H^+] = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-1}}$$

$$[H^+] = 1,87 \cdot 10^{-3}$$

$$pH \text{ larutan} = 3 - \log 1,87 = 3 - 0,27 = 2,73$$

- b. Reaksi hidrolisis natrium asetat



- c. Tetapan hidrolisis $K_h = \frac{K_w}{K_a}$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 5,7 \cdot 10^{-10}$$

- d. pH larutan setelah reaksi $[OH^-] = \sqrt{K_h [\text{basa.konjugasi}]}$

$$[OH^-] = \sqrt{5,7 \cdot 10^{-10} \cdot 1,87 \cdot 10^{-3}} = 3,26 \cdot 10^{-6,5} M$$

$$pOH = 6,5 - \log 3,26 = 6,5 - 0,5 = 6$$

$$pH \text{ larutan} = 14 - 6 = 8$$

6. Natrium benzoat ($\text{NaC}_7\text{H}_5\text{O}_2$) umumnya digunakan sebagai pengawet makanan dengan konsentrasi 0,1% b/b. Hitunglah pH larutan natrium benzoat tersebut bila dilarutkan dalam air. K_a asam benzoat $6,3 \cdot 10^{-5}$

Jawab:

Natrium benzoat 0,1% b/b dalam 100 gram larutan terdapat 0,1 gram Natrium benzoat

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL larutan}}$$

$$M = \frac{0,1}{144} \times \frac{1000}{100} = 0,007 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{6,3 \cdot 10^{-5}}} \cdot 7 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{OH}] = 10^{-6}$$

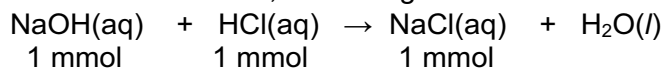
$$\text{pOH} = 6$$

pH larutan natrium benzoat adalah 8

7. Tentukan pH larutan dari hasil reaksi berikut: (identifikasi sifat larutan, apakah pH asam atau basa kuat dan hidrolisis)

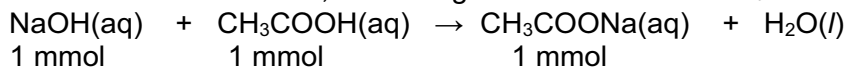
($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$, $K_b \text{NH}_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$)

- a. 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 10 mL larutan HCl 0,1 M



Terbentuk NaCl bersifat netral pH nya 7

- b. 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M



$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{1 \text{ mmol}}{20 \text{ mL}} = 0,05 \text{ M}$$

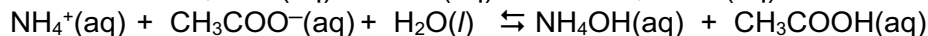
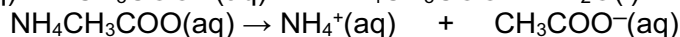
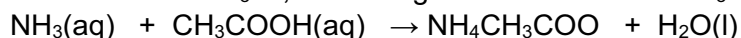
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}}} \cdot 5 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{OH}] = 1,69 \cdot 10^{-5,5}$$

$$\text{pOH} = 5,5 - \log 1,69 = 5,5 - 0,23 = 5,27$$

$$\text{pH larutan} = 14 - 5,27 = 8,73$$

- c. 10 mL larutan NH_3 0,1 M dengan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M



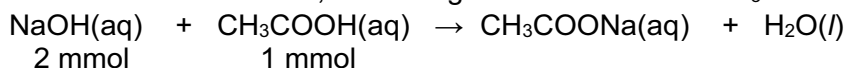
Hidrolisis sempurna sifat tergantung K_a dan K_b

$$\text{pH larutan} \quad [H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{K_b}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 1,75 \cdot 10^{-5}}{1,75 \cdot 10^{-5}}} = 10^{-7} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 7$$

- d. 10 mL larutan NaOH 0,2 M dengan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M



Larutan NaOH bereaksi 1 mmol

Larutan NaOH bersisa = 2 mmol – 1 mmol = 1 mmol

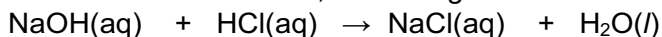
$$[\text{NaOH}] = \frac{1 \text{ mmol}}{20 \text{ mL}} = 0,05 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{pOH} = 2 - \log 5 = 2 - 0,7 = 1,3$$

$$\text{pH larutan} = 14 - 1,3 = 12,7$$

- e. 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 10 mL larutan HCl 0,2 M



$$1 \text{ mmol} \quad 2 \text{ mmol} \quad 1 \text{ mmol}$$

Larutan HCl bereaksi 1 mmol

Larutan HCl bersisa = 2 mmol – 1 mmol = 1 mmol

$$[\text{HCl}] = \frac{1 \text{ mmol}}{20 \text{ mL}} = 0,05 \text{ M}$$

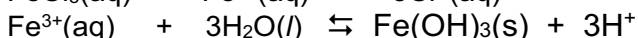
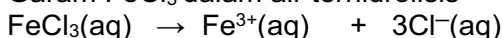
$$[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{pH} = 2 - \log 5 = 1,3$$

8. Jelaskan dengan prinsip reaksi hidrolisis, mengapa air tanah yang banyak mengandung garam-garam besi (seperti FeCl_3) dapat mengakibatkan warna coklat pada dinding kamar mandi? (catatan ion Fe^{3+} berwarna coklat)

Jawab:

Garam FeCl_3 dalam air terhidrolisis



Fe(OH)_3 berupa koloid yang berwarna coklat menempel pada dinding

II. Pilihan Ganda

1	A	6	E	11	E
2	C	7	E	12	B
3	E	8	B	13	B
4	E	9	E	14	B
5	D	10	B	15	D

B Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan

I Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

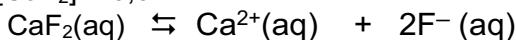
1. Dalam 100 mL larutan terdapat 0.156 gram CaF_2 padat, tentukan hasil kali kelarutan CaF_2 (Ar Ca =40, F = 19)

Jawab:

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL. Larutan}}$$

$$M = \frac{0,156}{78} \times \frac{1000}{100}$$

$$[\text{CaF}_2] = 0,02 \text{ M}$$



$$0,02 \text{ M} \quad 0,02 \text{ M} \quad 0,04 \text{ M}$$

$$K_{sp} \text{ CaF}_2 = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2$$

$$K_{sp} \text{ CaF}_2 = [2 \cdot 10^{-2}][4 \cdot 10^{-2}]^2$$

$$K_{sp} \text{ CaF}_2 = 3,2 \cdot 10^{-5}$$

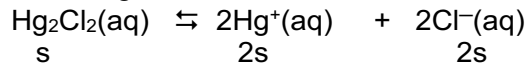
Hasil kali kelarutan CaF_2 adalah $3,2 \cdot 10^{-5}$

2. Bila hasil kali kelarutan Hg_2Cl_2 pada suhu kamar $3,5 \cdot 10^{-18}$ (Ar Hg = 200, Cl =35,5) tentukan:
a. Kelarutan Hg_2Cl_2 dalam air murni

- b. konsentrasi ion Hg^+ dan ion Cl^- pada keadaan jenuh
 c. massa Hg_2Cl_2 yang terlarut dalam 50 mL air

Jawab:

- a. Kelarutan Hg_2Cl_2 dalam air murni



$$K_{sp} \text{Hg}_2\text{Cl}_2 = [\text{Hg}^+]^2[\text{Cl}^-]^2$$

$$3,5 \cdot 10^{-18} = [2s]^2[2s]^2$$

$$3,5 \cdot 10^{-18} = 16 s^4$$

$$s^4 = 22 \cdot 10^{-20}$$

$$s = 2,17 \cdot 10^{-5}$$

Kelarutan Hg_2Cl_2 dalam air murni adalah $2,17 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

- b. Konsentrasi ion Hg^+ dan ion Cl^- pada keadaan jenuh

$$\text{Konsentrasi ion } \text{Hg}^+ \text{ pada keadaan jenuh } 2s = 2 \times 2,17 \cdot 10^{-5} = 4,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{Konsentrasi ion } \text{Cl}^- \text{ pada keadaan jenuh } 2s = 2 \times 2,17 \cdot 10^{-5} = 4,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

- c. Massa Hg_2Cl_2 yang terlarut dalam 50 mL air

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$$

$$2,17 \cdot 10^{-5} = \frac{\text{gram}}{471} \times \frac{1000}{50}$$

$$\text{Gram} = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ gram} = 0,51 \text{ mgram}$$

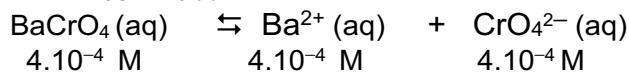
Massa Hg_2Cl_2 yang terlarut dalam 50 mL air adalah 0,51 mgram

3. Ditimbang 50,6 mgram BaCrO_4 dan dilarutkan dalam air sampai volum 500 mL, larutan tepat jenuh, bila Ar Ba = 137, Cr = 52 dan O = 16. Tentukan hasil kali kelarutan BaCrO_4

Jawab:

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$$

$$M = \frac{0,0506}{253} \times \frac{1000}{500} = 4 \cdot 10^{-4}$$



$$K_{sp} \text{BaCrO}_4 = [\text{Ba}^{2+}][\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$K_{sp} \text{BaCrO}_4 = [4 \cdot 10^{-4}][4 \cdot 10^{-4}]$$

$$K_{sp} \text{BaCrO}_4 = 1,6 \cdot 10^{-7}$$

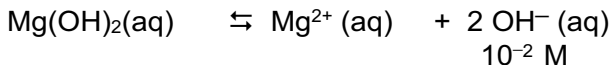
Hasil kali kelarutan BaCrO_4 adalah $1,6 \cdot 10^{-7}$

4. Berapakah Kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam larutan yang mempunyai pH 12? $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$

Jawab:

$$\text{pH } 12 \text{ berarti } \text{H}^+ = 10^{-12}$$

$$\text{OH}^- = 10^{-2}$$



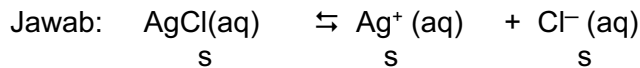
$$K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$3,4 \cdot 10^{-11} = [\text{Mg}^{2+}][10^{-2}]^2$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 3,4 \cdot 10^{-7}$$

Kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ adalah $3,4 \cdot 10^{-7} \text{ M}$

5. Hasil kali kelarutan dari $\text{AgCl} = 1,5 \cdot 10^{-10}$, $\text{Ag}_2\text{S} = 6,3 \cdot 10^{-50}$, $\text{Ag}_2\text{CO}_3 = 8,1 \cdot 10^{-12}$, $\text{AgBr} = 5 \cdot 10^{-13}$. Bagaimana urutan kelarutan dari senyawa tersebut?

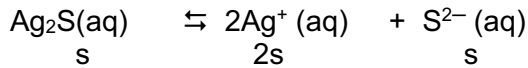


$$K_{sp} \text{AgCl} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$1,5 \cdot 10^{-10} = [s][s]$$

$$s = 1,22 \cdot 10^{-5}$$

Kelarutan dari AgCl $1,22 \cdot 10^{-5} \text{ M}$



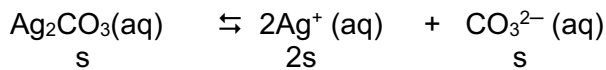
$$K_{sp} \text{Ag}_2\text{S} = [\text{Ag}^+]^2[\text{S}^{2-}]$$

$$1,5 \cdot 10^{-10} = [2s]^2[s]$$

$$1,5 \cdot 10^{-10} = 4s^3$$

$$s = 3,35 \cdot 10^{-4}$$

Kelarutan dari Ag_2S adalah $3,35 \cdot 10^{-4} \text{ M}$



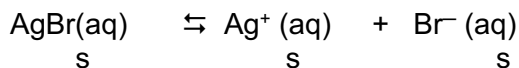
$$K_{sp} \text{Ag}_2\text{CO}_3 = [\text{Ag}^+]^2[\text{CO}_3^{2-}]$$

$$8,1 \cdot 10^{-12} = [2s]^2[s]$$

$$8,1 \cdot 10^{-12} = 4s^3$$

$$s = 1,27 \cdot 10^{-4}$$

Kelarutan dari Ag_2CO_3 adalah $1,27 \cdot 10^{-4} \text{ M}$



$$K_{sp} \text{AgCl} = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$$

$$5 \cdot 10^{-13} = [s][s]$$

$$s = 1,22 \cdot 10^{-5}$$

Kelarutan dari AgBr $7,07 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

Kelarutan dari $\text{Ag}_2\text{S} = 3,35 \cdot 10^{-4} > \text{Ag}_2\text{CO}_3 = 1,27 \cdot 10^{-4} > \text{AgCl} = 1,22 \cdot 10^{-5} >$

$\text{AgBr} = 7,07 \cdot 10^{-6}$

6. Ditimbang 0,234 mgram Al(OH)_3 dan dilarutkan sampai volum 500 mL, Ar Al = 27, O = 16 dan H = 1

Tentukan: a. hasil kali kelarutan

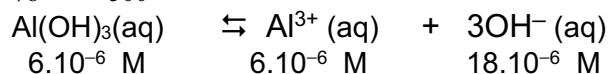
b. pH larutan pada saat tepat jenuh

Jawab:

- a. Hasil kali kelarutan Al(OH)_3

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$$

$$M = \frac{0,000234}{78} \times \frac{1000}{500} = 6 \cdot 10^{-6}$$



$$K_{sp} \text{Al(OH)}_3 = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$$

$$K_{sp} \text{Al(OH)}_3 = [6 \cdot 10^{-6}][18 \cdot 10^{-6}]^3$$

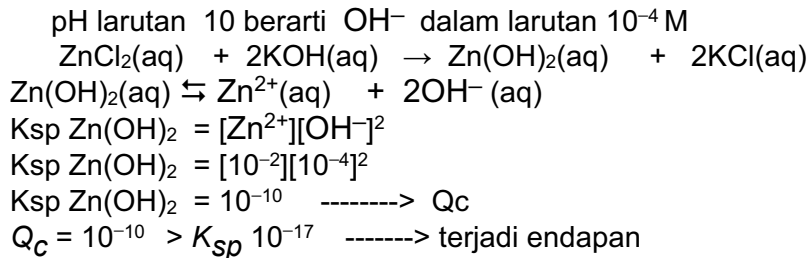
$$K_{sp} \text{Al(OH)}_3 = 3,5 \cdot 10^{-20}$$

Hasil kali kelarutan Al(OH)_3 adalah $3,5 \cdot 10^{-20}$

- b. pH larutan pada saat tepat jenuh
 OH^- dalam larutan $18 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
 $\text{pOH} = 6 - \log 18 = 6 - 1,26 = 4,74$
 pH larutan adalah $14 - 4,74 = 9,26$

7. Ke dalam larutan ZnCl_2 $0,01 \text{ M}$ ditambahkan larutan KOH sampai pH larutan menjadi 10. Bila $K_{sp} \text{Zn(OH)}_2 = 10^{-17}$. Apakah Zn(OH)_2 mengendap? Jelaskan!

Jawab:

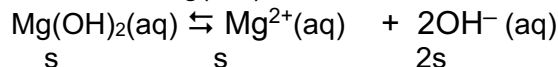


8. Diketahui $K_{sp} \text{Mg(OH)}_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$ Tentukan:

- kelarutan Mg(OH)_2 dalam air murni
- kelarutan Mg(OH)_2 dalam MgF_2 $0,01 \text{ M}$
- pH larutan jenuh Mg(OH)_2
- massa Mg(OH)_2 yang terlarut dalam 100 mL air
- kelarutan Mg(OH)_2 dalam larutan dengan pH 11

Jawab:

- a. Kelarutan Mg(OH)_2 dalam air murni



$$K_{sp} \text{Mg(OH)}_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

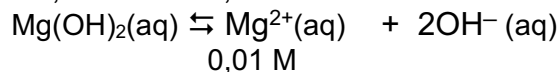
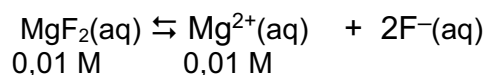
$$3,4 \cdot 10^{-11} = [s][2s]^2$$

$$34 \cdot 10^{-12} = 4s^3$$

$$s = 2,04 \cdot 10^{-4}$$

Kelarutan Mg(OH)_2 dalam air murni adalah $2,04 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

- b. Kelarutan Mg(OH)_2 dalam MgF_2 $0,01 \text{ M}$



$$K_{sp} \text{Mg(OH)}_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$3,4 \cdot 10^{-11} = [0,01][\text{OH}^-]^2$$

$$[\text{OH}^-]^2 = 3,4 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{OH}^- = 5,83 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Mg(OH)}_2 = \frac{1}{2} \times 5,83 \cdot 10^{-5} = 2,92 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Kelarutan Mg(OH)_2 dalam MgF_2 $0,01 \text{ M}$ adalah $2,92 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

- c. pH larutan jenuh Mg(OH)_2

Kelarutan Mg(OH)_2 dalam air murni adalah $2,04 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

OH^- dalam larutan $= 2 \times 2,04 \cdot 10^{-4} = 4,08 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$$\text{pOH} = 4 - \log 4,08$$

$$\text{pH larutan} = 14 - (4 - \log 4,08) = 10 + \log 4,08$$

d. Massa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang terlarut dalam 100 mL air

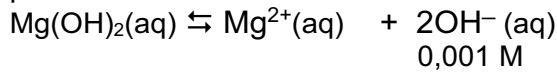
$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}} \quad 2,04 \cdot 10^{-4} = \frac{\text{gram}}{58} \times \frac{1000}{100}$$

$$\text{Gram} = 11,83 \cdot 10^{-4} = 1,18 \text{ mg}$$

Massa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang terlarut dalam 100 mL air adalah 1.18 mg

e. Kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam larutan dengan pH 11

pH 11 berarti OH^- ada 10^{-3} M



$$K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$$

$$3,4 \cdot 10^{-11} = [\text{Mg}^{2+}] [10^{-3}]^2$$

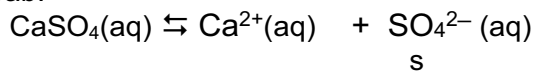
$$[\text{Mg}^{2+}] = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{Jadi } \text{Mg}(\text{OH})_2 = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam larutan dengan pH 11 adalah $3,4 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

9. Tiga tabung reaksi yang mengandung kation Ba^{2+} , Ca^{2+} dan Sr^{2+} , bila kedalamnya ditetaskan larutan Na_2SO_4 dalam sejumlah yang sama dan waktu yang sama, urutkan pengendapan yang terjadi bila diketahui $K_{sp} \text{CaSO}_4 = 2,3 \cdot 10^{-4}$, $\text{SrSO}_4 = 2,8 \cdot 10^{-7}$ dan $\text{BaSO}_4 = 9,2 \cdot 10^{-11}$

Jawab:



$$K_{sp} \text{CaSO}_4 = [\text{Ca}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 2,3 \cdot 10^{-4} / s$$

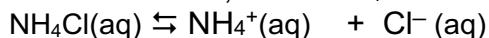
$$\text{Untuk } \text{SrSO}_4 = 2,8 \cdot 10^{-7} / s \text{ dan Untuk } \text{BaSO}_4 = 9,2 \cdot 10^{-11} / s$$

Sedangkan s harganya sama berarti BaSO_4 kelarutannya paling kecil jadi urutan pengendapan adalah BaSO_4 , SrSO_4 dan CaSO_4

10. Ke dalam 1 Liter air murni dimasukkan 0,02 mol NH_4Cl dan 0,03 mol MgCl_2 . $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$ dan $K_b \text{NH}_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$, tentukan apakah terbentuk endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$? (Penambahan volum larutan diabaikan)

Jawab:

Dalam larutan 0,02 mol NH_4Cl



Dalam 1 Liter terdapat 0,02 mol NH_4Cl berarti $[\text{NH}_4\text{Cl}] = 0,02 \text{ M}$

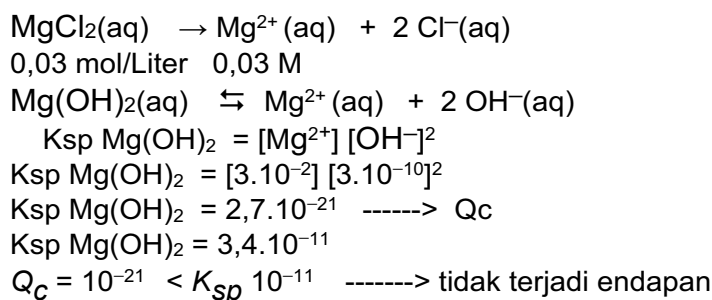
$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times n \cdot [\text{asam.konjugasi}]}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} \times 2 \cdot 10^{-2}}$$

$$[\text{H}^+] = 3,38 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{OH}^- = \frac{K_w}{\text{H}^+} \quad \text{OH}^- = \frac{10^{-14}}{3,38 \cdot 10^{-5}}$$

$$\text{OH}^- = 3 \cdot 10^{-10}$$



II Pilihan Ganda

1	C	6	B	11	C
2	A	7	A	12	B
3	E	8	E	13	E
4	C	9	A	14	E
5	B	10	E	15	B

Unit 9.2: Larutan Penyangga dalam Kehidupan

I. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

- Dari beberapa campuran berikut, manakah yang dapat bertindak sebagai campuran penyangga, jelaskan!
 - HNO_3 dengan NaNO_3 -----> bukan penyangga HNO_3 asam kuat
 - NaOH dengan CH_3COONa -----> bukan penyangga NaOH basa kuat
 - NaHCO_3 dengan H_2CO_3 -----> penyangga H_2CO_3
 - Na_2HPO_4 dengan NaH_2PO_4 -----> penyangga NaH_2PO_4 bersifat asam
 - HF dengan NaF -----> penyangga HF asam lemah
- Jika diketahui $K_b \text{NH}_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$ Tentukan pH sebelum dan sesudah campuran dari:
 - ke dalam 150 mL larutan NH_3 0,5 M ditambahkan 100 mL HCl 0,1 M.

Jawab:

pH sebelum reaksi:

$$\text{pH } 150 \text{ mL } \text{NH}_3 \text{ } 0,5 \text{ M adalah } [\text{OH}^{-}] = \sqrt{K_b M_b}$$

$$[\text{OH}^{-}] = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5}$$

$$[\text{OH}^{-}] = 2,96 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = 3 - \log 2,96$$

$$\text{pH } \text{NH}_3 \text{ } 0,5 \text{ M} = 11 + \log 2,96$$

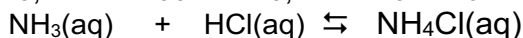
$$\text{pH } 100 \text{ mL } \text{HCl } 0,1 \text{ M adalah } [\text{H}^{+}] = 10^{-1} \text{ M}$$

$$\text{pH } \text{HCl } 0,1 \text{ M} = 1$$

pH sesudah reaksi:

$$\text{NH}_3 \text{ } 150 \text{ mL } 0,5 \text{ M} = 150 \text{ mL} \times 0,5 \text{ M} = 75 \text{ mmol}$$

$$\text{HCl } 100 \text{ mL } 0,1 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$



$$\text{Mula-mula } 75 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$

$$\text{Bereaksi } 10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$

$$\text{Setimbang } 65 \text{ mmol} \quad - \quad 10 \text{ mmol}$$

$$[\text{OH}^{-}] = K_b \frac{[\text{basa}]}{[\text{asamkonjugasi}]}$$

$$[\text{OH}^{-}] = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{[65 \text{ mmol} / 250 \text{ mL}]}{[10 \text{ mmol} / 250 \text{ mL}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,14 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 4 - \log 1,14$$

$$\text{pH hasil reaksi} = 10 + \log 1,14$$

- b. ke dalam 250 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 100 mL NH_4Cl 0,5 M

pH sebelum reaksi:

$$\text{pH 250 mL } \text{NH}_3 \text{ 0,1 M adalah } [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b M_b}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,32 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = 3 - \log 1,32$$

$$\text{pH} = 11 + \log 1,32$$

pH 100 mL NH_4Cl 0,5 M (hidrolisis)

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} x [\text{asam konjugasi}]}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} x [5 \cdot 10^{-1}]}$$

$$[\text{H}^+] = 1,69 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH larutan } \text{NH}_4\text{Cl} = 5 - \log 1,69$$

pH sesudah reaksi:

$$250 \text{ mL larutan } \text{NH}_3 \text{ 0,1 M} = 250 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 25 \text{ mmol}$$

$$100 \text{ mL } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 0,5 M} = 100 \text{ mL} \times 0,5 \text{ M} = 50 \text{ mmol}$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{[\text{basa}]}{[\text{asamkonjugasi}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{[25 \text{ mmol}]}{[50 \text{ mmol}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 8,75 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pOH} = 6 - \log 8,75$$

$$\text{pH} = 8 + \log 8,75$$

- c. ke dalam 100 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 200 mL HCl 0,1 M

pH sebelum reaksi:

$$\text{pH 100 mL } \text{NH}_3 \text{ 0,1 M adalah } [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b M_b}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,32 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = 3 - \log 1,32$$

$$\text{pH} = 11 + \log 1,32$$

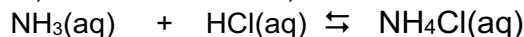
$$\text{pH 200 mL } \text{HCl} \text{ 0,1 M adalah } [\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ M}$$

$$\text{pH } \text{HCl} \text{ 0,1 M} = 1$$

pH sesudah reaksi:

$$\text{NH}_3 \text{ 100 mL 0,1 M} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{HCl 200 mL 0,1 M} = 200 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$$



$$\text{Mula-mula} \quad 10 \text{ mmol} \quad 20 \text{ mmol}$$

$$\text{Bereaksi} \quad 10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$

$$\text{Setimbang} \quad \quad \quad 10 \text{ mmol}$$

Yang bersisa HCl merupakan asam kuat

$$[\text{HCl}] = \frac{10 \text{ mmol}}{300 \text{ mL}}$$

$$[\text{H}^+] = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH hasil reaksi} = 2 - \log 3,3$$

3. Berapa gram amonium sulfat $\{(NH_4)_2SO_4\}$ harus ditambahkan ke dalam 100 mL larutan NH_3 0,1 M agar diperoleh larutan penyangga dengan pH 10. $K_b NH_3 = 1,75 \cdot 10^{-5}$ (N = 14, H = 1, S = 32, O = 16)

Jawab:

pH larutan 10 berarti pOH = 4 maka $[OH^-] = 10^{-4}$

$$[OH^-] = K_b \frac{[basa]}{[asamkonjugasi]}$$

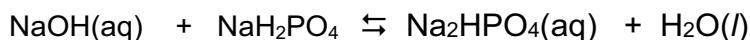
$$[10^{-4}] = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{[10 \text{ mmol}]}{[mmol (NH_4)_2SO_4]}$$

$$mmol (NH_4)_2SO_4 = 1,75 \text{ mmol}$$

$$\text{Massa } (NH_4)_2SO_4 = 1,75 \times 132 = 231 \text{ mg} = 0,231 \text{ gram}$$

4. Untuk mendapatkan pH larutan penyangga sama dengan 5, berapa gram padatan NaOH harus dimasukkan ke dalam 100 mL larutan NaH_2PO_4 0,1 M. $K_a 6,2 \cdot 10^{-8}$ (Na = 23, O = 16, H = 1)

Jawab:



Mula-mula x mmol 10 mmol

Bereaksi x mmol x mmol x mmol

Setimbang (10 - x) mmol x mmol

pH = 5 berarti $[H^+] = 10^{-5} \text{ M}$

$$[H^+] = K_a \frac{[Asam]}{[basa \text{ konjugasi}]}$$

$$[10^{-5}] = 6,2 \cdot 10^{-8} \frac{(10 - x) \text{ mmol}}{[x \text{ mmol}]}$$

$$x = 0,062 \text{ mmol}$$

Massa NaOH yang ditambahkan adalah $0,062 \times 40 = 2,48 \text{ mg} = 0,00248 \text{ gram}$

5. Larutan penyangga yang terdiri dari 100 mL CH_3COOH 0,1 M dengan 150 mL CH_3COOK 0,1 M K_a asam cuka $1,75 \cdot 10^{-5}$,

Tentukan : a. pH campuran

$$[H^+] = K_a \frac{[Asam]}{[basa \text{ konjugasi}]}$$

$$[H^+] = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{10 \text{ mmol}}{15 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 1,17 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

pH campuran adalah $5 - \log 1,17$

- b jika ke dalam campuran tersebut ditambahkan 10 mL larutan HCl 0,1 M
HCl 10 mL 0,1 M = 10 mL $\times$ 0,1 M = 1 mmol



Mula-mula = 1 mmol 15 mmol 10 mmol

Bereaksi = 1 mmol 1 mmol 1 mmol

Keseimbangan = - 14 mmol 11 mmol

$$[H^+] = K_a \frac{[Asam]}{[basa \text{ konjugasi}]}$$

$$[H^+] = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{11 \text{ mmol}}{14 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

pH larutan menjadi = $5 - \log 1,75$

- c. jika ke dalam campuran tersebut ditambahkan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M
Jumlah CH_3COOH sekarang menjadi 110 mL
pH campuran

$$[H^+] = K_a \frac{[Asam]}{[basa \text{ konjugasi}]}$$

$$[H^+] = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{11 \text{ mmol}}{15 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

pH campuran adalah $5 - \log 1,28$

6. Untuk membuat larutan penyangga dengan pH sama dengan 5, berapa perbandingan volum larutan CH_3COOH 0,1 M dengan volum larutan CH_3COONa 0,2 M, bila K_a asam asetat $1,75 \cdot 10^{-5}$

Jawab:

pH 5 berarti $[H^+] = 10^{-5} \text{ M}$

$$[H^+] = K_a \frac{[Asam]}{[basa \text{ konjugasi}]}$$

$$10^{-5} = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{0,1 \cdot x}{0,2 \cdot y}$$

$$0,2 y = 0,175 x$$

$$x : y = 8 : 7$$

II . Pilihan Ganda

1	C	6	E	11	B
2	C	7	B	12	C
3	B	8	B	13	A
4	D	9	E	14	C
5	E	10	C	15	A

Unit 9.3. Penentuan Kadar Zat melalui Titrasi.

I . Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Diketahui data percobaan titrasi larutan H_2SO_4 0,1 M dengan larutan NaOH sebagai berikut :

No percobaan	Volum H_2SO_4	Volume NaOH
1	10 mL	10,2 mL
2	10 mL	10,6 mL
3	10 mL	9,8 mL

Berdasarkan data tersebut hitunglah kadar (molaritas) larutan NaOH !

Jawab: Volume rata-rata NaOH = $(10,2 + 10,6 + 9,8) \text{ mL} = 10,2 \text{ mL}$

$$n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

$$2 \times 10 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 1 \times 10,2 \text{ mL} \times M_2$$

$$M_2 = 0,196$$

Molaritas NaOH yang dititer adalah 0,196 M

2. Sebanyak 1 mL asam cuka perdagangan pada label tertulis 25% diencerkan sampai volum 50 mL, kemudian tiap 10 mL asam cuka (CH_3COOH) ini dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M (massa jenis cuka 25% 1,06 gram/mL) dan diperoleh data percobaan sebagai berikut:

No percobaan	Volum CH ₃ COOH	Volume NaOH
1	10 mL	8,2 mL
2	10 mL	8,1 mL
3	10 mL	8,0 mL

Berdasarkan data tersebut hitunglah:

a). molaritas CH₃COOH percobaan !

b). Kemurnian CH₃COOH dalam botol kemasan !

Jawab:

a. Molaritas CH₃COOH percobaan !

$$n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

$$1 \times 10 \text{ mL} \times M_1 = 1 \times 8,1 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M}$$

$$M_1 = 0,081$$

Konsentrasi cuka percobaan 0,081 M

b. Kemurnian CH₃COOH dalam botol kemasan !

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot M_r \cdot M}{10 \text{ pd}}$$

$$1 = \frac{50 \cdot 60 \cdot M}{10 \cdot 25 \cdot 1,06}$$

$$M = 0,088$$

Konsentrasi cuka perdagangan 0,088 M

$$\text{Kemurnian cuka tersebut} = \frac{0,081}{0,088} \times 100 \% = 92,05 \%$$

3. Pada titrasi 20 mL NaOH ternyata membutuhkan 15 mL HNO₃ 0,1 M, hitunglah berapa gram NaOH yang terlarut tiap Liternya !

Jawab:

$$n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

$$1 \times 20 \text{ mL} \times M_1 = 1 \times 15 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M}$$

$$M_1 = 0,075$$

Konsentrasi NaOH = 0,075 M

$$\text{Massa NaOH dalam 1 Liter adalah } M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1}{\text{Liter.larutan}}$$

$$0,075 = \frac{\text{gram}}{40} \times \frac{1}{1}$$

Massa NaOH dalam 1 Liter adalah 3 gram

4. Ditimbang 4 gram Kristal NaOH dilarutkan sampai volum 1 liter. Kemudian larutan ini digunakan untuk menitrasi larutan H₂SO₄ 0,1 M, Pada setiap 10 mL larutan H₂SO₄ rata-rata membutuhkan 25 mL larutan NaOH tersebut, hitunglah berapa % kemurnian kristal NaOH tersebut!

Jawab:

$$\text{Konsentrasi NaOH } M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1}{\text{Liter.larutan}}$$

$$M = \frac{4}{40} \times \frac{1}{1} = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{Hasil titrasi } n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

$$2 \times 10 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 1 \times 25 \text{ mL} \times M_2$$

$$M_2 = 0,08$$

$$\text{Kemurnian kristal NaOH tersebut adalah } \frac{0,08}{0,1} \times 100 \% = 80 \%$$

5. Sekelompok siswa membawa sebotol air yang berasal dari goa batu kapur setelah mereka camping disana. Mereka ingin mengetahui kadar air kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) tersebut dengan cara titrasi. datanya sebagai berikut:

No percobaan	Volum air kapur	Volume HCl 0,1 M
1	10 mL	0,7 mL
2	10 mL	0,8 mL
3	10 mL	0,9 mL

Berdasarkan data tersebut berapa pH air kapur tersebut.

Jawab:

$$n_1 V_1 M_1 = n_2 V_2 M_2$$

$$2 \times 10 \text{ mL} \times M_1 = 1 \times 0,8 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M}$$

$$M_1 = 0,004$$

$$\text{Konsentrasi } \text{Ca}(\text{OH})_2 = 0,004 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 0,008 \text{ M}$$

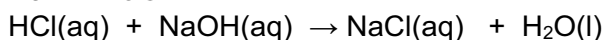
$$\text{pOH} = 3 - \log 8 = 3 - 0,9 = 2,1$$

$$\text{pH air kapur} = 14 - 2,1 = 11,9$$

6. Buat grafik titrasi 25 mL HCl 0,1 M dengan larutan NaOH 0,1 M. pH larutan NaOH dapat dihitung tiap penambahan kenaikan 5 mL NaOH

Jawab:

- pH awal HCl 0,1 M adalah $[\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ M}$ maka $\text{pH} = 1$
- Penambahan 5 mL NaOH



Mula-mula 2,5 mmol 0,5 mmol

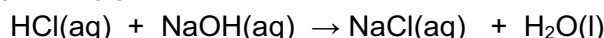
Bereaksi 0,5 mmol 0,5 mmol 0,5 mmol

Hasil 2 mmol - 0,5 mmol

$$[\text{HCl}] = \frac{2 \text{ mmol}}{30 \text{ mL}} = 0,067 \text{ M}$$

$$\text{pH larutan} = 1,18$$

- Penambahan 10 mL NaOH



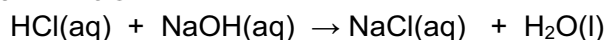
Mula-mula 2,5 mmol 1 mmol

Bereaksi 1 mmol 1 mmol 1 mmol

Hasil 1,5 mmol - 1 mmol

$$[\text{HCl}] = \frac{1,5 \text{ mmol}}{35 \text{ mL}} = 0,043 \text{ M} \quad \text{pH larutan} = 1,37$$

- Penambahan 15 mL NaOH



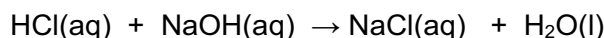
Mula-mula 2,5 mmol 1,5 mmol

Bereaksi 1,5 mmol 1,5 mmol 1,5 mmol

Hasil 1 mmol - 1,5 mmol

$$[\text{HCl}] = \frac{1 \text{ mmol}}{40 \text{ mL}} = 0,025 \text{ M} \quad \text{pH larutan} = 1,6$$

- Penambahan 20 mL NaOH



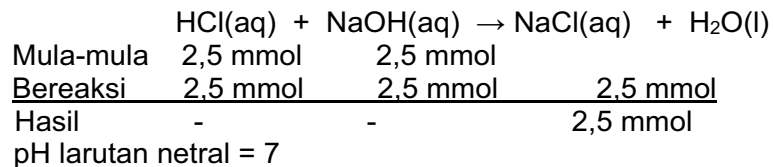
Mula-mula 2,5 mmol 2 mmol

Bereaksi 2 mmol 2 mmol 2 mmol

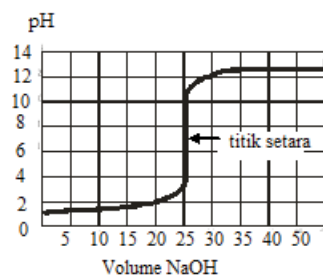
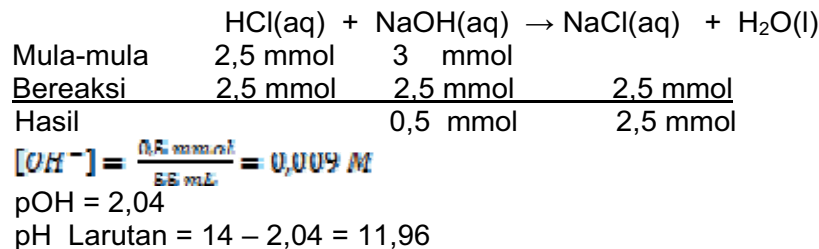
Hasil 0,5 mmol - 2 mmol

$$[\text{HCl}] = \frac{0,5 \text{ mmol}}{45 \text{ mL}} = 0,011 \text{ M} \quad \text{pH larutan} = 1,95$$

- Penambahan 25 mL NaOH



- Penambahan 30 mL NaOH



II . Pilihan Ganda

1	B	6	B	11	E
2	E	7	C	12	C
3	D	8	D	13	E
4	D	9	B	14	E
5	D	10	C	15	E

Penskoran

Unit 9.1 A Hidrolisis

I. Essay

Soal-soal ini memiliki bobot yang berbeda berdasarkan tingkat kesulitan dan kompleksitas jawaban. Skor untuk untuk setiap soal sebagai berikut.

No.	Aspek yang ditanyakan	Skor
1	Membuat reaksi hidrolisis dan menentukan sifat larutan dari garam (10 point)	20
2	Membuat persamaan hidrolisis, menentukan <u>sifat larutan asam atau basa</u> , <u>harga tetapan hidrolisis</u> dan <u>pH larutan dari</u> : a. 100 mL larutan NaF 0,01 M ($K_a \text{ HF} = 6,7 \cdot 10^{-4}$) b. 50 mL larutan Na_3PO_4 0,5 M ($K_a = 4,8 \cdot 10^{-13}$) c. 100 mL larutan KCl 0,1 M d. 50 mL larutan NH_4CN 0,5 M ($K_a = 4 \cdot 10^{-10}$, $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$) e. 150 mL NH_4NO_2 0,1 M ($K_a = 5,13 \cdot 10^{-4}$, $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$) f. 200 mL larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,05 M ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)	4 4 4 4 4 4

3	Larutan garam NH_4Cl 0,1M, tetapan hidrolisisnya = 10^{-9} Menentukan. a. persamaan reaksi hidrolisis b. pH larutan	2 2
4	Menentukan Massa Kristal CaF_2	4
5	Menentukan reaksi 100 mL larutan NaOH 0,2 M dengan 100 mL larutan asam asetat 0,2 M a. pH NaOH dan pH asam asetat sebelum reaksi b. Reaksi hidrolisis natrium asetat c. Tetapan hidrolisis d. pH larutan setelah reaksi	1 1 1 1
6	Menentukan pH larutan natrium benzoat	2
7	Menentukan pH larutan dari hasil reaksi berikut: (identifikasi sifat larutan, apakah pH asam atau basa kuat dan hidrolisis) a. 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 10 mL larutan HCl 0,1 M b. 10 mL larutan NaOH 0,1M dengan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M c. 10 mL larutan NH_3 0,1 M dengan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M d. 10 mL larutan NaOH 0,2 M dengan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M e. 10 mL larutan NaOH 0,1 M dengan 0 mL larutan HCl 0,2 M	2 2 2 2 2
8	Menjelaskan prinsip reaksi hidrolisis pada air tanah	2
	Jumlah skor	70

Jika skor yang Anda peroleh untuk semua aspek adalah 60, maka nilai Anda:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{60}{70} \times 100 = 85,7$$

II. Pilihan ganda

Untuk penilaian pilihan ganda, bobot setiap soal dianggap sama dan diberi skor 1 (satu) jika jawaban Anda benar sesuai kunci jawaban. Skor maksimum 15, jika jawaban Anda benar 13 berarti Anda memperoleh skor 86,7, maka:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{13}{15} \times 100 = 86,7$$

Nilai Anda untuk modul 9 Unit 9.1 :A ini = $\frac{\text{nilai essay}}{2} + \frac{\text{nilai pilihan ganda}}{2} = \frac{85,7}{2} + \frac{86,7}{2} = 86,2$

B . Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan

I . Essay

Soal-soal ini memiliki bobot yang berbeda berdasarkan tingkat kesulitan dan kompleksitas jawaban. Skor untuk untuk setiap soal sebagai berikut.

No.	Aspek yang ditanyakan	Skor
1	Menentukan hasil kali kelarutan 0.156 gram CaF_2 padat dalam 100 mL larutan	2
2	Hasil kali kelarutan Hg_2Cl_2 pada suhu kamar $3,5 \cdot 10^{-18}$ Tentukan a. Kelarutan Hg_2Cl_2 dalam air murni b. konsentrasi ion Hg^+ dan ion Cl^- pada keadaan jenuh c. massa Hg_2Cl_2 yang terlarut dalam 50 mL air	2 2 2
3	Menentukan hasil kali kelarutan BaCrO_4	2
4	Menentukan kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam larutan yang	2

	mempunyai pH 12. $K_{sp} \text{ Mg(OH)}_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$	
5	Menentukan urutan kelarutan AgCl , Ag_2S , Ag_2CO_3 , AgBr	4
6	Ditimbang 0,234 mg Al(OH)_3 dan dilarutkan sampai volum 500 mL, Tentukan: a. hasil kali kelarutan b. pH larutan pada saat tepat jenuh	3 2
7	Menentukan pengendapan Zn(OH)_2	3
8	Diketahui $K_{sp} \text{ Mg(OH)}_2 = 3,4 \cdot 10^{-11}$ Tentukan: a. kelarutan Mg(OH)_2 dalam air murni b. kelarutan Mg(OH)_2 dalam MgF_2 0,01 M c. pH larutan jenuh Mg(OH)_2 d. massa Mg(OH)_2 yang terlarut dalam 100 mL air e. kelarutan Mg(OH)_2 dalam larutan dengan pH 11	2 2 2 2 2
9	Urutan pengendapan adalah BaSO_4 , SrSO_4 dan CaSO_4	2
10	Menentukan pengendapan Mg(OH)_2	4
	Jumlah skor	40

Jika skor yang Anda peroleh untuk semua aspek adalah 36, maka nilai Anda:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{36}{40} \times 100 = 90$$

II Pilihan ganda

Untuk penilaian pilihan ganda, bobot setiap soal dianggap sama dan diberi skor 1 (satu) jika jawaban Anda benar sesuai kunci jawaban. Skor maksimum 15, jika jawaban Anda benar 12 berarti Anda memperoleh skor 80, maka:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{12}{15} \times 100 = 80$$

$$\text{Nilai Anda untuk modul 9 Unit 1: B ini} = \frac{\text{nilai essay}}{2} + \frac{\text{nilai pilihan ganda}}{2} = \frac{90}{2} + \frac{80}{2} = 85$$

$$\text{Jadi Nilai Anda untuk modul 9 Unit 9.1 adalah} = \frac{A}{2} + \frac{B}{2} = \frac{86,2}{2} + \frac{85}{2} = 85,6$$

Unit 9.2 Larutan Penyangga dalam Kehidupan

I. Essay

Soal-soal ini memiliki bobot yang berbeda berdasarkan tingkat kesulitan dan kompleksitas jawaban. Skor untuk untuk setiap soal sebagai berikut.

No.	Aspek yang ditanyakan	Skor
1	Menentukan campuran penyangga, a. HNO_3 dengan NaNO_3 b. NaOH dengan CH_3COONa c. NaHCO_3 dengan H_2CO_3 d. Na_2HPO_4 dengan NaH_2PO_4 e. HF dengan NaF	1 1 1 1 1
2	Menentukan pH sebelum dan sesudah campuran dari: a. ke dalam 150 mL larutan NH_3 0,5 M ditambahkan 100 mL HCl 0,1 M. b. ke dalam 250 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 100 mL NH_4Cl 0,5 M	2 2

	c. ke dalam 100 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 200 mL HCl 0,1 M	2
3	Menentukan amonium sulfat $\{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\}$ yang harus ditambahkan ke dalam 100 mL larutan NH_3 0,1 M agar diperoleh larutan penyangga dengan pH 10	2
4	Massa NaOH yang ditambahkan	2
5	Larutan penyangga yang terdiri dari 100 mL CH_3COOH 0,1 M dengan 150 mL CH_3COOK 0,1 M K_a asam cuka $1,75 \cdot 10^{-5}$, Tentukan : a. pH campuran b. penambahan 10 mL larutan HCl 0,1 M c. penambahan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M	2 2 2
6	Menentukan perbandingan volum larutan CH_3COOH 0,1 M dengan volum larutan CH_3COONa 0,2 M	2
	Jumlah skor	23

Jika skor yang Anda peroleh untuk semua aspek adalah 20, maka nilai Anda:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{20}{23} \times 100 = 86,96$$

II: Pilihan ganda

Untuk penilaian pilihan ganda, bobot setiap soal dianggap sama dan diberi skor 1 (satu) jika jawaban Anda benar sesuai kunci jawaban. Skor maksimum 15, jika jawaban Anda benar 13 berarti Anda memperoleh skor 86,67, maka:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{13}{15} \times 100 = 86,67$$

$$\text{Nilai Anda untuk modul Unit 9.2 ini} = \frac{\text{nilai essay}}{2} + \frac{\text{nilai pilihan ganda}}{2} = \frac{86,96}{2} + \frac{86,67}{2} = 86,82$$

Unit 9.3 Penentuan Kadar Zat melalui Titrasi

I. Essay

Soal-soal ini memiliki bobot yang berbeda berdasarkan tingkat kesulitan dan kompleksitas jawaban. Skor untuk untuk setiap soal sebagai berikut.

No.	Aspek yang ditanyakan	Skor
1	Menentukan kadar (molaritas) larutan NaOH berdasarkan data	2
2	Berdasarkan data hitunglah: a). molaritas CH_3COOH percobaan ! b). Kemurnian CH_3COOH dalam botol kemasan !	2 2
3	Menghitung massa NaOH yang terlarut tiap Liter dari titrasi 20 mL NaOH ternyata membutuhkan 15 mL HNO_3 0,1 M	4
4	Menghitung % kemurnian kristal NaOH	3
5	Menghitung pH air kapur	3
6	Membuat grafik berdasarkan perhitungan data titrasi	8
	Jumlah skor	24

Jika skor yang Anda peroleh untuk semua aspek adalah 20, maka nilai Anda:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{20}{24} \times 100 = 83,3$$

II Pilihan ganda

Untuk penilaian pilihan ganda, bobot setiap soal dianggap sama dan diberi skor 1 (satu) jika jawaban Anda benar sesuai kunci jawaban. Skor maksimum 15, jika jawaban Anda benar 12 berarti Anda memperoleh skor 80, maka:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{12}{15} \times 100 = 80$$

$$\text{Nilai Anda untuk modul Unit 9.3 ini} = \frac{\text{nilai essay}}{2} + \frac{\text{nilai pilihan ganda}}{2} = \frac{83,3}{2} + \frac{80}{2} = 81,65$$

$$\text{Jadi Nilai Anda untuk modul 9 ini adalah Unit } \frac{(9.1+9.2+9.3)}{3} = \frac{85,6+86,82+81,65}{3} = 84,69$$

Kriteria pindah/lulus modul (untuk satu modul)

Kerjakan soal-soal penilaian yang disediakan di akhir modul 9 ini. Anda diperkenankan untuk melanjutkan ke modul berikutnya jika hasil penilaian pemahaman memiliki skor minimal 70 atau lebih.

Saran Referensi

- [https://www.gurupendidikan.co.id/hidrolisis-garam-pengertian-macam-dan-rumus-Hidrolisis-Garam : Pengertian, Macam, Dan Rumus,](https://www.gurupendidikan.co.id/hidrolisis-garam-pengertian-macam-dan-rumus-Hidrolisis-Garam-Pengertian,Macam,DanRumus)
- <https://www.sekolahpendidikan.com/.../pengertian-jenis-rumus-dan-contoh-soal.html> Pengertian, Jenis, Rumus dan Contoh Soal Hidrolisis Garam ...
- kimiastudycenter.com/kimia-xi/32-hidrolisis-larutan-garam-dan-ph. Hidrolisis Larutan Garam dan pH - Kimia Study Center
- <https://www.slideshare.net/amaliafitriah81/hidrolisis-garam>. Hidrolisis garam - SlideShare
- <https://sites.google.com/site/aplikomkimia/home/materi.../kelarutan-garam-sukar-larut> Kelarutan Garam Sukar Larut (Ksp) - all about Chemistry - Google Sites
- kimiastudycenter.com/kimia-xi/29-kelarutan-dan-ksp-hasil-kali-kelarutan Kelarutan dan Ksp Hasil Kali Kelarutan - Kimia Study Center
- <https://konsep-kimia.blogspot.com/2016/12/kelarutan-garam-dalam-air.html> Kelarutan Garam dalam Air - Konsep Kimia (KoKim)
- chemistryb15.blogspot.com/2017/06/kelarutan-dan-hasil-kali-kelarutan-ksp.html chemistry: Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan (Ksp)
- <https://www.studiobelajar.com/larutan-penyangga/> Larutan Penyangga (Buffer) - Pengertian, Fungsi, Contoh Soal
- www.pelajaran.co.id/2016/06/fungsi-larutan-penyangga-dalam-tubuh.html Fungsi Larutan Penyangga Dalam Tubuh Dan Kehidupan Sehari-hari ...
- mynewbloglimbah5.blogspot.com/2015/03/fungsi-larutan-penyangga-dalam_23.html limbah: Fungsi Larutan Penyangga Dalam Kehidupan ...
- <https://zammiluniblog.wordpress.com/kimia-kelas-xi/semester-2.../larutan-penyangga/> Larutan Penyangga | Zammiluni
- <https://www.studiobelajar.com/titrasi-asam-basa/> Titrasi Asam Basa - Pengertian, Rumus, Perubahan pH, Contoh Soal

- www.materibelajar.id › Kimia Titrasi Asam Basa Dalam Ilmu Kimia - Materi Belajar
- kimiastudycenter.com/kimia-xi/38-titrasi-asam-basa Titrasi Asam Basa - Kimia Study Center
- <https://www.ilmukimia.org> › Kimia Analitik › Asam dan Basa. Titrasi Asam Basa | Ilmu Kimia | Artikel dan Materi Kimia

Daftar Pustaka

- Petrucci, Ralph H. 1999 kimia dasar Prinsip dan Terapan Modern. Jakarta Erlangga
- Polling, C. Harsono R 1992. Ilmu Kimia, Jakarta Erlangga
- R.A. Day, Jr. alih bahasa A. Hadyana Pudjaatmaka Ph.D. Analisis Kimia Kuantitatif, Jakarta Erlangga.
- Tim MGMP dan Pengembang Kurikulum KIMIA SMA DKI, Bahan Ajar Kimia untuk SMA, Jakarta. 2005
- Tine Maria Kuswati et al, Kimia SMA/MA Kurikulum 2013 Kelompok Peminatan. Bumi Aksara Jakarta
- Vogel, PT Kalman Media Pustaka Jakarta. Diterjemahkan oleh Ir. L Setiona, Dr A. Hardyana P

BIODATA PENULIS

Nama Lengkap : Dra. Ernavita. M.Pd
 Telphon : 081315912157
 Email : vita50jkt@yahoo.com
 Alamat facebook : [vita50jkt@yahoo.com](https://www.facebook.com/vita50jkt)
 Bidang Keahlian : Kimia



Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 : Kimia, IKIP Jakarta (sekarang UNJ) tamat tahun 1982
2. S2 : Manajemen Pendidikan, Sekolah Tinggi Manajemen IMNI Jakarta, tamat tahun 2010

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. 1981 – 2015 : Guru Kimia SMAN 50 Jakarta
2. 2015 – 2017 : Guru Kimia SMAN 61 Jakarta

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Teks Kimia SMA Kelas X, XI dan XII Kurikulum 2013

