

Nama :

Kelas :

Kelompok :

LEMBAR KERJA SISWA 2

Mata Pelajaran : Kimia
Kelas / Semester : XI IPA/genap
Submateri : Konsep pH, pK_w, dan pOH
Alokasi Waktu : 2 x 45 menit

Standar Kompetensi : Memahami sifat-sifat larutan asam-basa, metode pengukuran, dan terapannya

Kompetensi Dasar : Mendeskripsikan teori-teori asam basa dengan menentukan sifat larutan dan menghitung pH larutan

Indikator Pencapaian

Kognitif

(produk)

1. Menjelaskan konsep pH
2. Menjelaskan konsep K_w dan pOH
3. Menjelaskan hubungan pK_w dengan pH dan pOH

(proses)

1. Menuliskan data hasil percobaan pada tabel yang tersedia
2. Membandingkan antara besarnya konsentrasi H⁺ terhadap nilai pH masing-masing larutan HCl
3. Menuliskan reaksi ionisasi air
4. Menuliskan rumus kesetimbangan air
5. Menemukan rumus K_w
6. Menjelaskan hubungan antara pK_w, pH, dan pOH

Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari kalian tentu mengenal banyak makanan dan buah-buahan yang memiliki rasa asam, misalkan jeruk nipis dan jeruk sunkist. Pada jeruk nipis dan jeruk sunkist banyak mengandung asam sitrat yang membawa rasa asam itu. Namun, apakah sama tingkat keasaman antara air jeruk nipis dan jeruk sunkist ? Lalu bagaimana menyatakan tingkat keasaman suatu zat?

Fase Eksplorasi

Uji pH larutan Asam-Basa



Alat yang digunakan :

- | | |
|------------------------|-------------|
| 1. Tabung reaksi | : 11 buah |
| 2. Rak tabung reaksi | : 1 buah |
| 3. Pipet tetes | : 12 buah |
| 4. Indikator universal | : 12 potong |
| 5. Gelas ukur 10 ml | : 2 buah |
| 6. Label | |

Bahan yang digunakan :

1. Larutan HCl 0,1 M; 0,01 M; dan 0,001 M
2. Larutan CH₃COOH 0,1 M dan 0,001 M
3. Larutan NaOH 0,1 M; 0,01 M; dan 0,001 M
4. Larutan NH₄OH 0,1 M dan 0,001 M
5. Aquades



Prosedur Percobaan

1. Siapkan 11 tabung reaksi, masukkan masing-masing 5 mL larutan yang akan diuji ke dalam tabung reaksi, kemudian beri label pada masing-masing tabung reaksi dan meletakkannya pada rak tabung reaksi.

Lampiran 4

- Ambil tabung reaksi yang berisi larutan HCl 0,1 M, celupkan sepotong indikator universal, lalu amati perubahan warna pada pita indikator. Kemudian cocokkan pita indikator tersebut dengan skala pH indikator universal. Catat harga pH-nya.
- Ulangi langkah 2 dengan larutan uji yang lain.

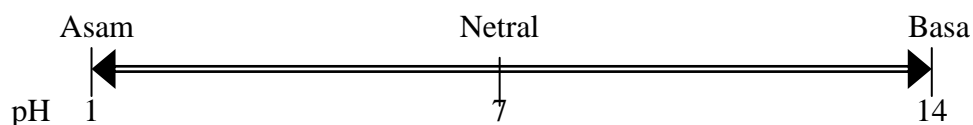
Tabel Hasil Pengamatan

| No | Kemolaran (M) | pH larutan | | | | |
|-----|---------------|------------|-----|----------------------|------|--------------------|
| | | Aquades | HCl | CH ₃ COOH | NaOH | NH ₄ OH |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 1 | 0,1 | | | | | |
| 2 | 0,01 | | | - | | - |
| 3 | 0,001 | | | | | |

Fase Pengenalan Konsep

Berdasarkan hasil pengamatan, diskusikan pertanyaan-pertanyaan berikut !

Tuliskanlah pH hasil percobaan dalam garis bilangan berikut ini!



Berdasarkan data hasil pengamatan pH larutan, dapat disimpulkan bahwa :

Larutan asam memiliki pH 7

Larutan netral memiliki pH 7

Larutan basa memiliki pH 7

(kemampuan menggeneralisasi)

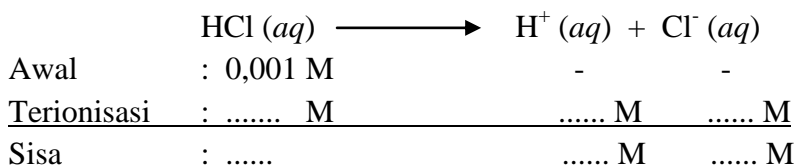
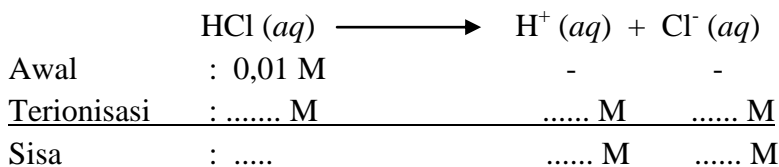
Konsep pH

Perhatikan reaksi ionisasi larutan HCl 0,1 M berikut.

| | | | | | |
|-------------|----------|---|---------------------|---|----------------------|
| | HCl (aq) | → | H ⁺ (aq) | + | Cl ⁻ (aq) |
| Awal | : 0,1 M | | - | | - |
| Terionisasi | : 0,1 M | | 0,1 M | | 0,1 M |
| Sisa | : 0 | | 0,1 M | | 0,1 M |

Lampiran 4

Tentukan konsentrasi ion H^+ dari HCl 0,01 M dan HCl 0,001 M !



Tulis konsentrasi H^+ pada tabel berikut :

| HCl | pH | $[H^+]$ |
|---------|----|---------|
| 0,1 M | | |
| 0,01 M | | |
| 0,001 M | | |

Berdasarkan tabel di atas, hubungan antara besarnya $[H^+]$ dengan harga pH adalah semakin besar $[H^+]$, maka pH larutan semakin Dengan kata lain, besarnya $[H^+]$ berbanding dengan harga pH.

Jadi secara matematis hubungan antara derajat keasaman (pH) dengan konsentrasi H^+ suatu larutan dapat ditulis sebagai berikut :

$$pH = \frac{1}{[H^+]}$$

Bandingkan pH larutan HCl yang diperoleh berdasarkan percobaan dengan pH larutan HCl yang diperoleh dengan menggunakan rumus pH di atas !

Untuk larutan HCl
dengan $[H^+] = 0,1$ M
pH dari percobaan = ...
pH dari perhitungan :

$$pH = \frac{1}{[H^+]}$$

$$pH = \frac{1}{\dots \dots}$$

$$= \dots \dots$$

Untuk larutan HCl
dengan $[H^+] = 0,01$ M
pH dari percobaan = ...
pH dari perhitungan :

$$pH = \frac{1}{[H^+]}$$

$$pH = \frac{1}{\dots \dots}$$

$$= \dots \dots$$

Untuk larutan HCl
dengan $[H^+] = 0,001$ M
pH dari percobaan = ...
pH dari perhitungan :

$$pH = \frac{1}{[H^+]}$$

$$pH = \frac{1}{\dots \dots}$$

$$= \dots \dots$$

Apakah pH larutan HCl yang diperoleh berdasarkan percobaan sama dengan pH larutan HCl yang diperoleh dari perhitungan ?

Lampiran 4

Jika tidak sama, berarti ada **faktor lain** yang menghubungkan antara pH dan $[H^+]$, yaitu :

$$pH = f \frac{1}{[H^+]} \quad \text{dimana nilai } f \text{ adalah faktor}$$

$$1 = \dots \dots \dots \frac{1}{1 \times 10^{-1}} \quad , \text{ maka } 1 = \dots \dots \dots 10$$

$$2 = \dots \dots \dots \frac{1}{1 \times 10^{-2}} \quad , \text{ maka } 2 = \dots \dots \dots 100$$

$$3 = \dots \dots \dots \frac{1}{1 \times 10^{-3}} \quad , \text{ maka } 3 = \dots \dots \dots 1000$$

Jadi, faktor $f = \dots \dots \dots$

Sehingga,

$$pH = \dots \dots \frac{1}{[H^+]} \quad \text{gunakan sifat logaritma untuk menjabarkan rumus ini}$$

$$pH = \dots \dots \dots - \dots \dots \dots$$

$$pH = \dots \dots \dots - \dots \dots \dots$$

$$pH = - \dots \dots \dots$$

Jadi, $pH = \dots \dots \dots$

Dengan cara yang sama maka diperoleh rumus $pOH = \dots \dots \dots$

Berdasarkan hasil pengamatan, pH air adalah 7, maka $[H^+]$ dalam air adalah $\dots \dots \dots$, yang diperoleh dari :

$$pH = \dots \dots \dots$$

$$\dots = \dots \dots \dots$$

$$\dots = \dots \dots$$

Konsep Kw

Molekul air (H_2O) hanya sedikit yang terionisasi menjadi ion $\dots \dots$ dan ion $\dots \dots$ menurut reaksi kesetimbangan :



Berdasarkan reaksi di atas, maka $[OH^-]$ dalam air adalah $\dots \dots \dots$

Jadi, di dalam air murni $[H^+] \dots \dots \dots [OH^-]$

Tetapan kesetimbangan (K_c) untuk kesetimbangan ionisasi air di atas :

$$K_c = \frac{\dots \dots \dots}{\dots \dots \dots}$$

Lampiran 4

Karena H_2O yang terionisasi sangat sedikit (**lihat besarnya $[H^+]$ dan $[OH^-]$ dalam air**), maka $[H_2O]$ dianggap **konstan**, sehingga

$$K_c \times [H_2O] = H^+ \times OH^- \quad \text{jika } K_c \times [H_2O] = K_w$$

Maka,

$$K_w = \dots \dots \dots (1.1)$$

K_w adalah tetapan kesetimbangan air.

Perhatikan tabel harga K_w pada berbagai suhu berikut:

| Suhu pada $^{\circ}C$ | Harga K_w |
|-----------------------|-------------------------|
| 0 | $0,114 \times 10^{-14}$ |
| 10 | $0,295 \times 10^{-14}$ |
| 20 | $0,676 \times 10^{-14}$ |
| 25 | $1,00 \times 10^{-14}$ |
| 60 | $9,55 \times 10^{-14}$ |
| 100 | $55,0 \times 10^{-14}$ |

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa pengaruh suhu terhadap K_w adalah.....

Pada suhu kamar ($25^{\circ}C$), harga $K_w = \dots \dots \dots$ (**harga K_w tetap pada suhu tetap**)

Berdasarkan reaksi kesetimbangan ionisasi air :

$$[H^+] = [OH^-] \dots \dots \dots (1.2)$$

Substitusikan persamaan (1.2) ke persamaan (1.1), sehingga

$$K_w = [\dots] \times [\dots]$$

$$K_w = [\dots] \times [\dots]$$

$$K_w = [\dots]^2$$

$$\text{Maka } [H^+] = \dots \dots \dots$$

$$[OH^-] = \dots \dots \dots$$

Dari rumus yang diperoleh diatas, hitunglah $[H^+]$ dan $[OH^-]$ dalam air murni !

$$[H^+] = [OH^-] = \dots \dots \dots$$

$$= \dots \dots \dots$$

Perhatikan kembali reaksi kesetimbangan air



Lampiran 4

Jika ke dalam kesetimbangan air ditambahkan asam, maka $[H^+]$ akan Menurut Asas **Le Chatelier**, jika dalam suatu kesetimbangan, $[H^+]$ ditambahkan dalam sistem, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah sehingga konsentrasi OH^- akan Semakin $[H^+]$ maka sifat larutan akan semakin

Jika ke dalam kesetimbangan air ditambahkan basa, maka $[OH^-]$ akan Dan apabila konsentrasi OH^- ditambahkan dalam sistem, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah sehingga konsentrasi H^+ akan Semakin konsentrasi OH^- maka sifat larutan akan semakin

Jadi, dalam keadaan netral, $[H^+]$ $[OH^-]$, sehingga pH 7

Dalam keadaan asam, $[H^+]$ $[OH^-]$, sehingga pH 7

Dalam keadaan basa, $[H^+]$ $[OH^-]$, sehingga pH 7

(kemampuan menggeneralisasi)

Hubungan antara pKw, pH, dan pOH

$K_w = [H^+][OH^-]$ (ruas kiri dan ruas kanan dikalikan dengan $-\log$),
sehingga persamaan menjadi

$$-\log K_w = -\log [H^+] + (-\log [OH^-])$$

$$pK_w = \dots + \dots$$

karena $-\log K_w = -\log 10^{-14}$ maka, $pK_w = 14$

$$\text{Jadi, } pK_w = \dots + \dots$$

$$14 = \dots + \dots$$

$$pOH = 14 - \dots \dots \dots (1.3)$$

Fase Aplikasi Konsep

1. Perhatikan tabel berikut !

| Larutan | pH | $[H^+]$ | $[OH^-]$ |
|------------|----|------------|------------|
| HCl 0,1 M | 1 | 10^{-1} | 10^{-13} |
| NaOH 0,1 M | 13 | 10^{-13} | 10^{-1} |

Telah diketahui bahwa ion penyebab sifat asam adalah ion H^+ dan ion penyebab sifat basa adalah ion OH^- . Berdasarkan tabel di atas

diketahui bahwa semakin besar harga pH, maka semakin kecil konsentrasi H^+ .

Berdasarkan pH pada tabel di atas, bagaimana hubungan konsentrasi H^+ dan OH^- terhadap sifat larutan ?

(Kemampuan menyimpulkan penjelasan hipotesis)

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....

2. Seorang siswa menghitung pH larutan H_2SO_4 0,01 M; HNO_3 0,005 M dan HCl 0,001 M. Kemudian siswa tersebut menyimpulkan bahwa :

pH HNO_3 0,005 M > pH H_2SO_4 0,01 M > pH HCl 0,001 M

Buktikan kesimpulan yang dibuat oleh siswa tersebut !

(Kemampuan mengidentifikasi kesimpulan)

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....