



**Innovative Chemistry Learning Material**  
**ACID-BASE EQUILIBRIUM**

**For Senior High School Grade XI**

**Prof. Drs. Manihar Situmorang,**  
**M.Sc., Ph. D.**

**Yoga Kristina Ginting**

## Preface

The dynamic of educational world nowadays is felt not only by writer, teacher, and students, but also by other related users of this books. To keep up with the dynamic changing, the material content and presentation of textbook is also conformed to the national standard. The main goal is to advance Indonesian Human resources. Then, this *Innovative Learning* Material are compiled for the high students grade XI for *Acid-Base Equilibrium* topic.

This innovative chemistry learning material with active learning and multimedia is written in a simple way and followed with innovative CD (Compact Disc) containing learning material in form of e-books and video that will help students to understand about the topic better.

The multimedia is one of the approaches is the process of learning chemistry completed by some information. While, material information, examples, exercises are then forms of approaches concern on the usage of concepts, principles, laws, theories, and its connection in daily life and technology. Last, but not least, evaluation is intended to test student's understanding on the learning materials presented.

The writing of this Inovative Learning Material as a light for its users. Nevertheless there is nothing perfect in this world and therefore we expect the active participation of this learning material users to achieve perfection. Hopefully, this learning material benefit to all of us.

Medan, April 2017

Author

## List Content

Preface	i
List of Content	ii
Basic Competeces and Objectives	iii
Concept Map	iv
Introduction	1
<b>1. Concept of acid and base</b>	
1.1. Acid-base according to Arrhenius	2
1.2. Acid-base according to Bronsted-Lowry	3
1.3. Acid-base according to Lewis	4
<b>2. Acid-base Indicator</b>	5
2.1. Artificial Indicator	5
2.2. Natural Indicator	7
<b>3. Strength of acid-base</b>	9
3.1. Strong acid	9
3.2. Weak acid	11
a. Strong bases	16
b. Weak bases	17
<b>4. Neutralisation reactions</b>	19
4.1. Reaction between strong acid and base	19
4.2. Reaction Between strong acid and weak base	20
4.3. Reaction Between weak acid and strong base	21
4.4. Reaction between weak acid and weak base	22
<b>5. Acid base titration</b>	23
Summary	26
Evaluation	27
Key answers	31
Glosarium	32
References	33
Index	34

## Acid-base Equilibrium

### BASIC COMPETENCES

1. Understanding acid-base theory according to expert
2. Analyzing the Indicator of Acid and Base
3. Understanding the calculation of pH solutions
4. Calculating the pH according to problems
5. Understanding acid base reactions
5. Undersanding titration reactions

### BASIC COMPETENCES

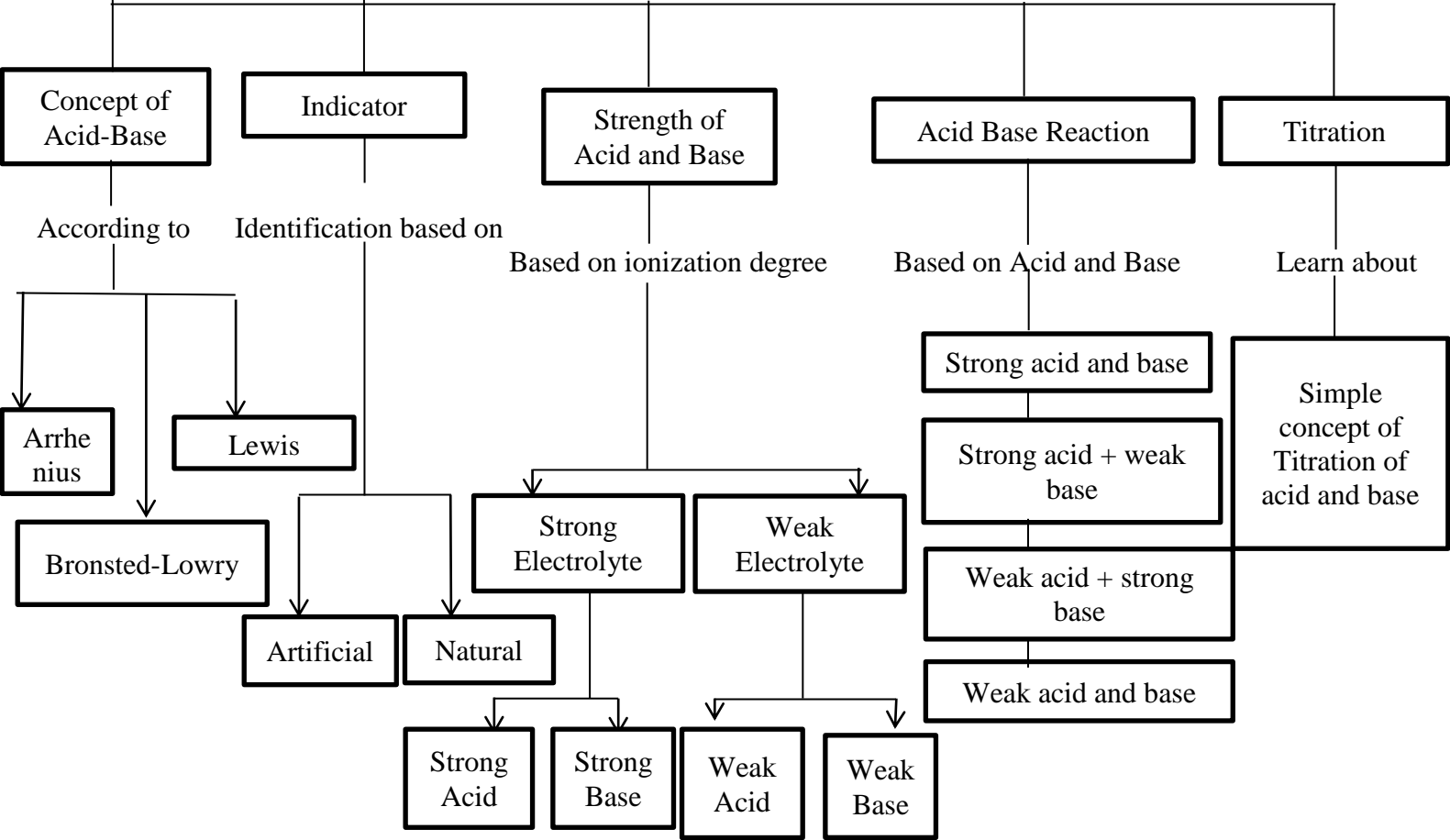
After studying this chapter, students are expected to be able to :

1. Show Scientific Behavior ( creative, and responsible )
2. Show cooperative behavior, responsif, proactive, as the ability in solve the problem.
3. Explain acid-base theory according to Arrhenius, Bronsted-Lowry, and Lewis
4. Determine characteristic of pH of a solution use indicator
5. Calculate pH of solution
6. Determine acid base raction
7. Do the titration process

**Concept Mapping**  
**Peta Konsep**

Acid and Base Equilibrium

Learn About



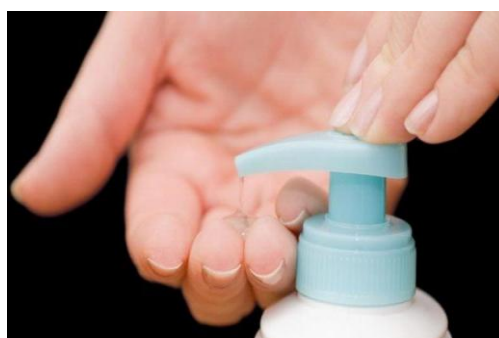
## INTRODUCTION

Acid and base are chemical substances which often we meet in our daily life. For example are acid in fruits. In grapes there are tartaric acid, so the taste is acid. And hand wash that we use contain of base.

Basically, acid is came from Latin “acidum” means acid. And base (Alkali) came from Arabic word “abu” and the taste of base is bitter.



(a)



(b)

Picture 1.1. Acid and base in our daily life. (a) Fruits and (b) Soap

### Students activity



Categorize the solution below according to your opinion

Materials	Characteristic	
	Acid	Base
Orange		
Grapes		
Shampoo		
Tomato juice		
Hand soap		

Table 1.1. Students Activity

**Introduction video of acid and base  
of acids and bases - George Zaidan and Charles  
Morton.mp4**

<https://www.youtube.com/watch?v=DUpxDD87oHc>



# 1. Concept of Acid and Base

## Konsep Asam Basa

### 1.1. Acids and Bases According to Arrhenius

#### Asam dan Basa Menurut Arrhenius



Picture 1.2.  
Svante August  
Arrhenius

Based on his theory of electrolytic dissociation that in electrolytic solution, the dissolved chemical compounds in the solution can be dissociated into ions, in 1884 a Swedish chemist Svante August Arrhenius (1859-1927) defined acids and bases.

**Acids are compounds containing hydrogen which produce hydrogen ions ( $H^+$ ) when they are dissolved in water and bases be defined as compounds which produce hydroxide ions ( $OH^-$ ) when they are dissolved in water.**

Berdasarkan teorinya tentang disosiasi elektrolit bahwa dalam larutan elektrolit, senyawa kimia yang terlarut dalam larutan tersebut akan terurai menjadi ion-ion, maka pada tahun 1884 seorang ahli kimia Swedia Svante August Arrhenius (1859-1927) mendefinisikan asam dan basa.

**Asam merupakan senyawa-senyawa yang mengandung hidrogen yang menghasilkan ion-ion hidrogen ( $H^+$ ) ketika dilarutkan dalam airdan basa didefenisikan sebagai senyawa-senyawa yang menghasilkan ion-ion hidroksida ( $OH^-$ ) ketika dilarutkan dalam air.**

The examples of acids and bases reactions when they are dissolved in water as follows. Contoh-contoh reaksi asam dan basa ketika dilarutkan dalam air adalah sebagai berikut.

Compound	Example	Ionization Reactions
<b>Acid</b>	HCl (chloride acid)	$HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
	$CH_3COOH$ (acetic acid)	$CH_3COOH_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$
	$H_2SO_4$ (Sulfate acid)	$H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2 H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$
<b>Base</b>	NaOH (Sodium Hydroxide)	$NaOH_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
	KOH(PottasiumHydroxi de)	$KOH_{(aq)} \rightarrow K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

Table 1.2. Acid-base compound according to Arrhenius

## 1. 2. Acids and Bases According to Bronsted-Lowry Theory

### Asam dan Basa Menurut Teori Bronsted-Lowry



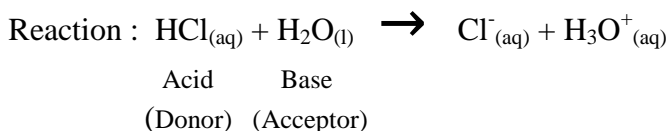
In 1923, Two Chemists (Bronsted-Lowry) adduce their opinion about acid-base theory.

Pada tahun 1923, dua kimiawan (Bronsted-Lowry) mengemukakan pendapat mereka tentang teori asam-basa.

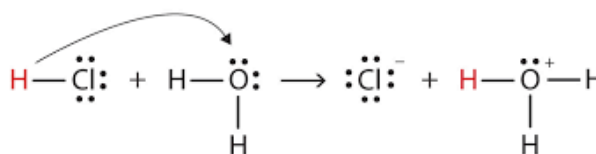
Acids are substances donating  $H^+$  ion (proton donor) while bases are substances accepting  $H^+$  ion (proton acceptor) in a reaction.



Asam adalah zat yang memberikan ion  $H^+$  (donor proton), sedangkan basa adalah zat yang menerima ion  $H^+$  (akseptor proton) dalam suatu reaksi.



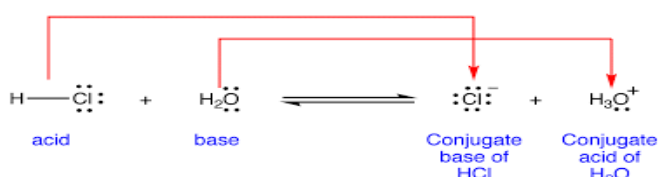
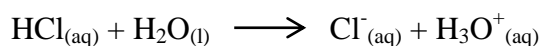
Picture 1.3.  
J.N. Bronsted and  
T.M. Lowry



In formulating the theory about acid-base, Bronsted-Lowry used the term of conjugate acid and conjugate base (acid-base pair). In this case, each acid has a conjugate base and each base has a conjugate acid. These conjugate pairs only differ by a proton. If an acid donates a  $H^+$  ion, its remainder is conjugate base, if a base accepts a  $H^+$  ion, the substance formed is conjugate acid. For example :

Dalam merumuskan teori tentang asam-basa, Bronsted-Lowry menggunakan istilah asam konjugasi dan basa konjugasi (pasangan asam-basa). Dalam hal ini, setiap asam mempunyai basa konjugasi dan setiap basa mempunyai asam konjugasi. Pasangan konjugasi ini hanya berbeda proton. Jika suatu asam memberikan ion  $H^+$ , maka sisanya merupakan basa konjugasi dan jika suatu basa menerima ion  $H^+$ , maka zat yang terbentuk merupakan asam konjugasi. Sebagai contoh :

Reaction / Reaksi :







## 2. Acid-Base Indicators Indikator Asam-Basa



We have known that both acid and base are able to change the colour of other substances. The substances the colour of which can change when they interact or react with acid or base are called **acid-base indicator**.

Kita telah mengetahui bahwa baik senyawa asam dan basa dapat mengubah warna zat lain. Zat yang warnanya dapat berubah saat berinteraksi atau bereaksi dengan senyawa asam maupun senyawa basa itu disebut dengan **indikator asam-basa**.

*In a chemical laboratory, acid-base indicators which are usually used are artificial indicator and natural indicators. The following are explanations about those indicators.*

Dalam laboratorium kimia, indikator asam-basa yang biasa digunakan adalah indikator buatan dan indikator alami. Berikut ini penjelasan tentang indikator tersebut.

### 2.1. Artificial Indicators

#### Indikator buatan

*Actually, to determine whether a substance is acidic or basic, we can taste the substance. However, remember that not all substances are safe for our body. Do you still remember that there are chemical substances which are poisonous, corrosive, and caustic?*

Sebenarnya, untuk menentukan apakah suatu zat bersifat asam atau basa kita dapat mencicipi zat tersebut. Akan tetapi, ingat bahwa tidak semua zat aman bagi tubuh kita. Masih ingatkan anda bahwa ada zat-zat kimia yang bersifat racun, korosif, dan kaustik?

*Based on the case above, for experimental purposes, scientists made litmus. The litmus is a kind of substance prepared from a kind lichen (*Rocella tinctoria*). Litmus which is commonly used in chemical laboratories now is prepared in the form of paper.*

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka untuk keperluan eksperimen, para ilmuwan membuat lakmus. Lakmus adalah sejenis zat yang diperoleh dari jenis lumut kerak (*Rocella tinctoria*). Lakmus yang banyak digunakan dalam laboratorium-laboratorium kimia sekarang ini tersedia dalam bentuk kertas.



(a)



(b)



(c)

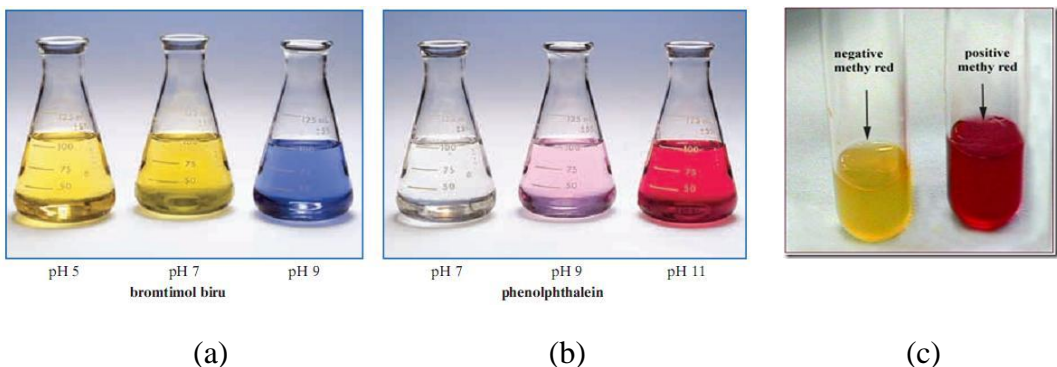
Picture 2.1. (a) *Litmus paper/kertas lakmus* (b) *blue litmus changed become red after added to solution/litmus biru berubah menjadi merah ketika dimasukkan ke dalam larutan* (c) *red litmus paper changed to blue color when we enter in base solution/kertas lakmus merah berubah menjadi warna biru ketika dimasukkan kedalam larutan basa.*

Video explanation how to used litmus paper.  
[..\video\Natural Indicators explained with an experiment - Elementary Science.mp4](#)

Besides litmus, there are also many other artificial acid-base indicators in a chemical laboratory, among others, are phenolphthalein, methyl red, and bromothymol blue. Selain lakmus, dalam suatu laboratorium kimia juga masih banyak lagi indikator asam-basa buatan antara lain fenolftalein, metil merah, dan bromtimol biru.

Table 2.1 Acid-base Indicators

Indicator Indikator	In base Dalam Basa	In Acid Dalam Asam
<i>Litmus</i>	<i>Blue</i>	<i>Red</i>
Lakmus	Biru	Merah
<i>Methyl Red</i>	<i>Yellow</i>	<i>Red</i>
Metil Merah	Kuning	Merah
<i>Phenolphthalein</i>	<i>Red</i>	<i>Uncolored</i>
Fenolftalein	Merah	Tak berwarna
<i>Bromthymol Blue</i>	<i>Blue</i>	<i>Yellow</i>
Brom timol biru	Biru	Kuning



Picture 2.2. Acid-base Indicator (a) Blue bromtimol (b) Phenolphtalein (c) Red methyl

Video bromtimol  
[..\video\How to Make A Bromophenol Blue Solution \(pH Indicator\).mp4](#)

## 2.2 Natural Indicator

### Indikator Alami

Besides the artificial indicators, such as litmus, we can also identify acid or base by using a natural indicator, such as hibiscus, turmeric, red cabbage, and some other kinds of plants.

Di samping indikator buatan, seperti lakmus, kita juga dapat mengenali senyawa asam atau basa dengan menggunakan indikator alami, seperti bunga sepatu, kunyit, kol merah, dan beberapa jenis tumbuhan lainnya.



Picture 2.3. Picture of Natural Indicator for acids and bases  
Gambar indikator alami untuk asam dan basa

Students activity / kegiatan siswa



#### Acid – Base Indicator with litmus paper Indikator Asam – Basa dengan kertas lakmus

1. Prepare some litmus paper (blue and red) / Siapkan beberapa kertas lakmus (biru dan merah)

2. Prepare the solution :

- Orange solution / larutan jeruk
- Soap solution / larutan sabun
- Running water / Air hujan
- Lime water / Air kapur
- Vinegar solution / Larutan cuka

Other solution / larutan yang lain

3. Take orange solution. Put litmus paper in two different places. Drops the solution into each of litmus. Observe and note the change of colour.

Ambillah larutan jeruk. Letakkan kertas lakmus pada tempat yang berbeda. Teteskan larutan jeruk tersebut ke kertas lakmus. Amati dan catat perubahan warna dari kertas lakmus

4. Take the red flowers and flatten it. Put the solution of water in to the reaction tube and add a little of vinegar. Observe and note the reaction that occurs in reaction tube. Try again with other colour of flowers.

Ambillah mahkota bunga merah dan giling. Taruh larutan bunga tersebut pada tabung reaksi dan tambahkan sedikit cuka kedalam tabung tersebut. Amati dan catat reaksi yang terjadipada tabung reaksi tersebut. Coba lagi dengan bunga dengan warna yang berbeda.

4. Identify the solution into acid, base, or normal solution.

Solutions	Change of Colour		Acid, Base, or Normal solutions
	Red litmus	Blue litmus	
Orange solutions			
Soap solutions			
Running water			
Lime water			
Vinegar solutions			
Other solutions			

5. *Data Analysis / Analisis data*

*Analysis the data from question bellow :*

Analisislah data berdasarkan pertanyaan dibawah :

1. *Is the litmus paper can used as indicator the know the differences of acid, base, and neutral solutions?*

Dapatkah kertas lakmus dijadikan sebagai indikator untuk membedakan larutan asam, basa, dan netral ?

2. *From the trial of flowers which have different colour, which solution can act as indicator of acid or base ?*

Dari percobaan bunga yang mempunya warna yang berbeda, larutan yang manakah yang dapat bertindak sebagai indikator asam atau basa ?

3. *Can the flowers act as indicators ?*

Dapatkah mahkota bungan bertindak sebagai asam atau basa ?

6. *Mention the conclusion of this experiment!*

Sebutkanlah kesimpulan dari percobaan ini 1

### 3. Strength of Acid and Base Kekuatan Asam dan Basa

#### 1. Ionization degree ( $\alpha$ ) Derajat Ionisasi ( $\alpha$ )

Ionization degree is the ratio of the number of ions of a solute to the total number of molecules of that solute in a solution.

Derajat ionisasi adalah perbandingan jumlah ion zat terlarut terhadap jumlah total molekul zat tersebut didalam larutan.

$$\alpha = \frac{\text{mol of ionization}}{\text{Initial mol}}$$

$$\alpha = \frac{\text{Mol zat yang terionisasi}}{\text{Mol zat mula - mula}}$$

If the ionization is perfect, so  $\alpha = 1$ . For example is all the solution in strong electrolyte. Jika ionisasi sempurna, maka  $\alpha = 1$ . Contohnya, semua larutan elektrolit kuat.

**Table 3.1. Relative strength of acid and base / kekuatan relatif asam dan basa**

Common acids and bases	Chemical Formula	IUPAC name
<b>Strong Acids</b>	HCl	Hydrochloric acid
	HNO <sub>3</sub>	Nitric acid
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfuric acid
<b>Strong bases</b>	NaOH	Sodium hydroxide
	KOH	Pottasium hydroxide
	Ba(OH) <sub>2</sub>	Barium hydroxide
<b>Weak acids</b>	CH <sub>3</sub> COOH	Acetic acid
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Phosporic acid
<b>Weak bases</b>	NH <sub>3</sub>	Ammonia
	NH <sub>4</sub> OH	Ammonium hydroxide

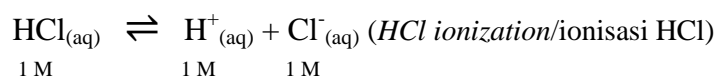
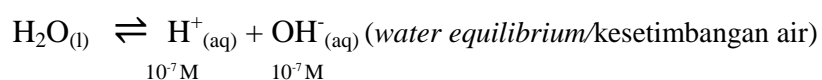
#### 3.1. Strong acids Asam kuat

Strong acids are acids considered to undergo a complete ionization (dissociation) in their solution, so their ionization degree is equal to one ( $\alpha = 1$ ). The examples of strong acid are H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HI, HBr, HCl, HClO<sub>3</sub>, and HClO<sub>4</sub>.

Asam kuat adalah senyawa-senyawa asam yang dianggap mengalami ionisasi (penguraian) sempurna di dalam larutannya, sehingga derajat ionisasinya sama dengan satu ( $\alpha = 1$ ). Contoh-contoh asam kuat antara lain adalah  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_3$ , and  $\text{HClO}_4$ .

*The ionization reaction of strong acids is a completed reaction (not an equilibrium reaction). Thus dissolving the strong acid in water will cause the water equilibrium shifts. Observe the dissolving hydrochloric acid (HCl 1M) in water as follows.*

Reaksi ionisasi asam kuat merupakan reaksi berkesudahan (bukan reaksi kesetimbangan). Jadi, melarutkan asam kuat dalam air akan menyebabkan kesetimbangan air bergeser. Tinjau pelarutan asam klorida (HCl 1M) dalam air berikut



*Based on reaction above, dissolving HCl in water will cause the water equilibrium shifts leftward (it is according to Le Chatelier principle for addition of concentration). Hence, the concentration of ions in water equilibrium is smaller than  $10^{-7}\text{M}$ , so the  $\text{H}^+$  concentration from water can be neglected to that of form HCl. Accordingly, in solution of strong acid, the concentration of hydrogen ion is considered only to come from the acids. Generally, there is a formula to determine the concentration of hydrogen ion in a strong acid solution, that is as follows.*

Berdasarkan pada reaksi-reaksi di atas, dengan melarutkan HCl dalam air hal ini akan menyebabkan kesetimbangan air bergeser ke kiri (hal ini sesuai dengan asa Le Chatelier untuk penambahan konsentrasi). Oleh karena itu, konsentrasi ion-ion dalam kesetimbangan air lebih kecil dari  $10^{-7}\text{M}$ , sehingga konsentrasi  $\text{H}^+$  dari air dapat diabaikan terhadap konsentrasi  $\text{H}^+$  dari HCl. Berdasarkan hal tersebut, maka dalam larutan asam kuat, konsentrasi ion hidrogennya hanya dianggap berasal dari asamnya. Secara umum, terdapat rumus untuk menentukan konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan asam kuat, yaitu sebagai berikut.

$$[\text{H}^+] = (n \times M_a) \text{ M}$$

Where :

Dengan :

$n$  = The number of  $\text{H}^+$  ion produced in ionization  
Jumlah ion  $\text{H}^+$  yang dihasilkan dala ionisasi

$M_a$  = The molar concentration of acid / Konsentrasi molar asam

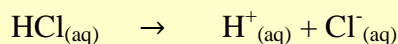
*Problem*  
Contoh soal



Calculate the concentration of  $H^+$  in solution of  $HCl$  0.1 M and  $H_2SO_4$  0.2 M  
Hitunglah konsentrasi  $H^+$  dalam larutan  $HCl$  0.1 M and  $H_2SO_4$  0.2 M

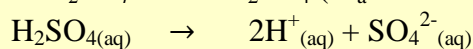
*Solution / Penyelesaian :*

In  $HCl$ /dalam  $HCl$  ( $M_a = 0.1$  M)



$$[H^+] = (n \times M_a) M = (1 \times 0.1) M = 0.1 M$$

In  $H_2SO_4$ /dalam  $H_2SO_4$  ( $M_a = 0.2$  M)



$$[H^+] = (n \times M_a) M = (2 \times 0.2) M = 0.4 M$$

Exercise / Latihan

*A solution of HA 0.1 M with ionization reaction as follows:*

Larutan HA 0,1 M dengan reaksi ionisasi sebagai berikut :



*Determine the pH of HA*

Tentukanlah pH dari HA

### 3.2. Weak acid

#### Asam lemah

*Weak acid are acids considered to undergo an incomplete ionization (dissociation) in their solution, so their ionization degree is not equal to one ( $\alpha < 1$ ). The examples of weak acids are  $H_2C_2O_4$ ,  $HNO_2$ ,  $CH_3COOH$ , etc.*

Asam lemah adalah senyawa-senyawa asam yang dianggap mengalami ionisasi (penguraian) tidak sempurna di dalam larutannya, sehingga derajat ionisasinya tidak sama dengan satu ( $\alpha < 1$ ). Contoh –contoh asam lemah antara lain adalah  $H_2C_2O_4$ ,  $HNO_2$ ,  $CH_3COOH$ , dan lain-lain.

*Basically, the ionization reaction of weak acids is an equilibrium reaction, so the weak acid have an equilibrium constant called the **equilibrium constant of weak acid** ( $K_a$ ). In this case, the value of  $K_a$  can describe the strength of a weak acid. The larger value of  $K_a$  of a weak acid is, the stronger the acid is and its opposite.*

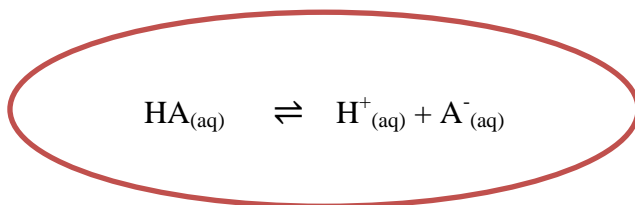
Pada dasarnya, reaksi ionisasi asam lemah merupakan asam reaksi kesetimbangan yang disebut tetapan kesetimbangan asam lemah ( $K_a$ ). Dalam hal ini, harga  $K_a$  dapat



menggambarkan kekuatan suatu asam lemah. Semakin besar harga  $K_a$  suatu asam lemah, maka semakin kuat asam tersebut dan sebaliknya.

*The value of  $K_a$  depends on the kind of acids. In this case, acid can be classified into **monoprotic acids** and **polyprotic acids**. A monoprotic acid is an acid producing a hydrogen ion when it is dissolved in water per its molecule. For example, acetic acid ( $CH_3COOH$ ) and hydrofluoric acid ( $HF$ ) are monoprotic acids. Generally, the ionization of a monoprotic acid can be presented as follows.*

Harga  $K_a$  ini bergantung pada jenis asam. Dalam hal ini, asam dapat dibedakan menjadi **asam monoprotik** dan **asam poliprotik**. Asam monoprotik merupakan asam yang menghasilkan sebuah ion hidrogen ketika dilarutkan dalam air tiap molekulnya. Sebagai contoh, asam asetat ( $CH_3COOH$ ) dan asam fluorida ( $HF$ ) merupakan asam monoprotik. Secara umum, ionisasi asam monoprotik dapat dinyatakan sebagai berikut.



*The equilibrium constant for the reaction above is :*  
Tetapan kesetimbangan untuk reaksi di atas adalah :

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

*Because the dissociation degree of a weak acid is small, based on the chemical equation of the ionization reaction from the acid it is known that the concentration of hydrogen ion is equal to that of  $A^-$  ion, so the concentration of  $H^+$  in a solution of a monoprotic weak acid can be determined as follows.*

Karena derajat disosiasi asam lemah kecil, maka berdasarkan persamaan kimia dari reaksi ionisasi asam lemah tersebut diketahui bahwa konsentrasi ion hidrogen sama dengan konsentrasi ion  $A^-$ , sehingga konsentrasi  $H^+$  dalam larutan asam lemah monoprotik dapat ditentukan sebagai berikut.

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

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

Where

Dengan :

$[HA]$  = the molar concentration of acid/konsentrasi molar asam

### Example of Problem



Calculate the value of concentration of hydrogen ion in  $\text{HNO}_2$  0.05 M solution if the value of  $K_a$  for the acid is  $5 \times 10^{-4}$ !

Hitunglah konsentrasi ion hidrogen dalam larutan  $\text{HNO}_3$  0.05 M jika harga  $K_a$  untuk asam tersebut adalah  $5 \times 10^{-4}$ !

Solution

Penyelesaian

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a [\text{HA}]}$$

$$\begin{aligned} \text{So,} &= \sqrt{5 \times 10^{-4} \times 0.05 \text{ M}} \\ &= 5 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

Thus the concentration of  $\text{H}^+$  is  $5 \times 10^{-3}$

Jadi konsentrasi  $\text{H}^+$  tersebut adalah  $5 \times 10^{-3}$

### Exercise / Latihan

Calculate the value of concentration of hydrogen ion in  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1 M solution if the value of  $K_a$  for the acid is  $5 \times 10^{-5}$ !

Hitunglah konsentrasi ion hidrogen dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1 M jika harga  $K_a$  untuk asam tersebut adalah  $5 \times 10^{-5}$ !

Based on its ionization equilibrium, the concentration of hydrogen ion in a monoprotic weak acid solution can be presented in the relation to the ionization degree ( $\alpha$ ), that is as follows.

Berdasarkan kesetimbangan ionisasinya, maka konsentrasi ion hidrogen dalam larutan asam lemah monoprotik dapat dinyatakan dalam hubungannya dengan derajat ionisasi asam ( $\alpha$ ), yaitu sebagai berikut.

$$[\text{H}^+] = \alpha [\text{HA}]$$

So, / sehingga,

$$[K_a] = \alpha^2 [\text{HA}]$$

### Sample Problem



The concentration of  $H^+$  ion in a monoprotic weak acid solution is  $10^{-3}$  M. If the equilibrium constant of the acid is  $10^{-6}$ , determine the percentage of the acid dissociated.

Konsentrasi ion  $H^+$  dalam larutan asam lemah monoprotik adalah  $10^{-3}$  M. Jika tetapan kesetimbangan asam tersebut adalah  $10^{-6}$ , maka tentukanlah persentase asam yang terdisosiasi!

Solution / Penyelesaian :

Determining the concentration of acid  $[HA]$

Menentukan konsentrasi asam  $[HA]$

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

$$10^{-3} = \sqrt{K_a [HA]}$$

$$10^{-6} = 10^{-6} [HA]$$

$$[HA] = 1$$

Because / karena  $[K_a] = \alpha^2 [HA]$ , then / maka

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{[HA]}} = \sqrt{\frac{10^{-6}}{1}} = 10^{-3}$$

So, / sehingga :

$$\alpha = 10^{-3} \times 100\% = 0.1\%$$

Thus, the percentage of acid dissociated is 0.1 %

Jadi, persentase asam yang terdisosiasi adalah 0,1 %

Meanwhile, a polyprotic acid is an acid producing more than one hydrogen ion when it is dissolved in water per its molecules. For example, carbonic acid ( $H_2CO_3$ ), phosphoric acid ( $H_3PO_4$ ), and hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) are polyprotic acid.

Sementara itu, asam poliprotik merupakan asam yang menghasilkan lebih dari satu ion hidrogen ketika dilarutkan dalam air tiap molekulnya. Sebagai contoh, asam karbonat ( $H_2CO_3$ ), asam fosfat ( $H_3PO_4$ ), dan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) adalah asam poliprotik.

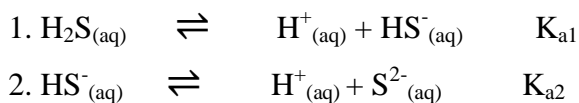
When they are dissolved in water, polyprotic weak acid will be dissociated or ionized gradually, they will form some steps of equilibrium reactions making possible for them to have more than one value of the equilibrium constant ( $K_a$ ). Hence, to determine the

concentration of  $H^+$  ion in a polyprotic weak acid solution, first of all we must determine the value of  $K_a$  based on the steps of ionization reaction of the acid, and then we determine the concentration of  $H^+$  by using the same method for the monoprotic weak acid. To comprehend the method of determining the value of  $K_a$  for the polyprotic weak acid, pay attention to the following explanation.

Ketika dilarutkan ke dalam air, asam-asam lemah poliprotik akan terurai atau terionisasi secara bertahap, sehingga asam lemah poliprotik akan membentuk beberapa tahap reaksi kesetimbangan yang memungkinkan memiliki lebih dari satu harga tetapan kesetimbangan ( $K_a$ ). Oleh karena itu, untuk menentukan konsentrasi ion  $H^+$  dalam larutan asam lemah poliprotik, maka kita harus menentukan terlebih dahulu nilai  $K_a$  berdasarkan tahapan-tahapan reaksi ionisasi asam, dan kemudian kita menentukan konsentrasi  $H^+$  dengan cara yang sama dengan asam lemah monoprotik. Untuk memahami cara menentukan  $K_a$  untuk asam lemah poliprotik tersebut, simaklah uraian berikut ini!

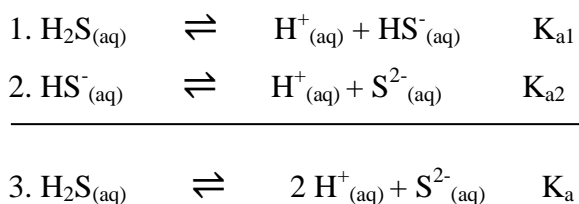
*Given that the reaction steps for ionization of a polyprotic weak acid, hydrogen sulfide as follows.*

Diketahui tahapan-tahapan reaksi ionisasi asam lemah poliprotik, hidrogen sulfida sebagai berikut.



*By adding those two equations, we get*

Dengan menjumlahkan kedua persamaan tersebut, kita memperoleh



*According to the rule for equilibrium constant, the equilibrium constant for ionization of  $H_2S$  can be determined as follows.*

Berdasarkan aturan tetapan kesetimbangan, maka tetapan kesetimbangan untuk reaksi ionisasi  $H_2S$  dapat ditentukan sebagai berikut.

$$K_a = K_{a1} \times K_{a2}$$

### 3. The Effect of Bases to Water Equilibrium

#### Pengaruh Basa terhadap kesetimbangan air

*Similar to acid, when a base is dissolved in water, it will be dissociated into its ions immediately. Because one of ions produced in dissolving of the base is hydroxide ion, this ion will affect the water equilibrium. In this case, it will change the concentration of hydroxide ions in the solution which can shift the equilibrium.*

Serupa dengan asam, ketika suatu senyawa basa dilarutkan di dalam air, maka dengan senyawa basa tersebut akan terurai menjadi ion-ionnya. Karena salah satu ion yang dihasilkan dalam pelarutan basa tersebut adalah ion hidroksida, maka ion ini akan mempengaruhi kesetimbangan air. Dalam hal ini, akan mengubah konsentrasi ion hidroksida dalam larutan yang dapat menggeser kesetimbangan.

#### a. Strong Bases

##### Basa Kuat

*Strong bases are bases considered to undergo a complete ionization (dissociation) in their solutions, so their ionization degree is equal to one ( $\alpha = 1$ ). The examples of strong bases are KOH, NaOH, Ba(OH)<sub>2</sub>.*

Basa kuat adalah senyawa-senyawa basa yang dianggap mengalami ionisasi (penguraian) sempurna di dalam larutannya, sehingga derajat ionisasinya sama dengan satu ( $\alpha = 1$ ). Contoh-contoh basa kuat adalah KOH, NaOH, Ba(OH)<sub>2</sub>.

*If a strong base is dissolved in water, the hydroxide ion [OH<sup>-</sup>] produced will shift the water equilibrium leftward. Similar to the strong acid, the hydroxide ion from water can be neglected toward that of from the strong bases, so the concentration of hydroxide ion in a strong base solution is considered to have come from the base the value of which can be determined by the equation as follows.*

Jika suatu basa kuat dilarutkan dalam air, maka ion hidroksida [OH<sup>-</sup>] yang dihasilkan akan menggeser reaksi kesetimbangan air ke kiri. Seperti juga asam kuat, maka ion hidroksida dari air dapat diabaikan terhadap ion hidroksida dari basa kuat, sehingga konsentrasi ion hidroksida dalam larutan asam kuat dianggap berasal dari basa tersebut yang besarnya dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$[\text{OH}^-] = (n \times M_b) M$$

Where / dimana

n = The number of OH<sup>-</sup> ion produced in ionization  
Jumlah ion OH<sup>-</sup> yang dihasilkan dalam ionisasi

M<sub>b</sub> = The molar concentration of base  
Konsentrasi molar basa



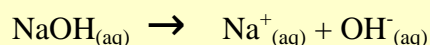
### Sample Problem

Calculate the concentration of  $\text{OH}^-$  in solution  $\text{NaOH}$   $0.05 \text{ M}$   
Hitunglah konsentrasi  $\text{OH}^-$  dalam larutan  $\text{NaOH}$   $0.05 \text{ M}$ .

Solution

Penyelesaian

In  $\text{NaOH}$  / dalam  $\text{NaOH}$  ( $M_b = 0.05 \text{ M}$ )



$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= (n \times M_b) \text{ M} \\ &= (1 \times 0.05) \text{ M} \\ &= 0.05 \text{ M} \end{aligned}$$

### Exercise

Calculate the concentration of  $\text{OH}^-$  in solution  $\text{Ba}(\text{OH})_2$   $0.1 \text{ M}$  !  
Hitunglah konsentrasi  $\text{OH}^-$  dalam larutan  $\text{Ba}(\text{OH})_2$   $0.1 \text{ M}$  !

### b. Weak Bases Basa Lemah

*Weak bases are bases considered to undergo an incomplete ionization (dissociation) in their solution. Their ionization degree is not equal to one ( $\alpha < 1$ ). The example of weak bases are  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ .*

Basa lemah adalah senyawa-senyawa basa yang dianggap mengalami ionisasi (penguraian) tidak sempurna di dalam larutannya. Sehingga derajat ionisasinya tidak sama dengan satu ( $\alpha < 1$ ). Contoh-contoh asam lemah antara lain adalah  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ .

*Generally, the ionization of a weak base can be represented as follows.*

Secara umum, ionisasi basa lemah dapat dinyatakan sebagai berikut.



The equilibrium constant for the reaction above is :  
Tetapan kesetimbangan untuk reaksi diatas adalah :

$$K_b = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]}$$

By the similiar methode for the weak acid, so the concentration of  $OH^-$  in a solution of a weak base can be determined as follows.

Dengan cara yang sama untuk asam lemah, maka konsentrasi  $OH^-$  dalam larutan basa lemah dapat ditentukan sebagai berikut.

$$[OH^-] = \sqrt{K_b [BOH]}$$

So, / sehingga,

$$\begin{aligned} [OH^-] &= \alpha [BOH] \\ K_b &= \alpha^2 [BOH] \end{aligned}$$

Where / dengan :

[BOH] = the molar concentration of base

Konsentrasi molar basa

K<sub>b</sub> = The equilibrium constant of the weak base

Tetapan kesetimbangan basa lemah

$\alpha$  = ionization degree

Derajat ionisasi

## 4. Acid-Base Reactions ( Neutralization Reaction ) Reaksi Asam-Basa ( Reaksi Penetralan )

*If acids react with bases, in pure or solution, will produced salt and water. Reaction between acid and base known as neutralization reactions.*

Jika asam direaksikan dengan basa, pada kondisi murni atau larutan, akan memperoleh garam dan air. Reaksi antara asam dan basa dikenal dengan reaksi penetralan.

### 1. Reaction Between Strong Acids and Strong Bases

Reaksi Antara Asam Kuat dan Basa Kuat



*strong acid      strong base*  
*asam kuat      basa kuat*

a. *In this reactions, if the residue is in acid, so pH will determined by residue acid.*

Pada reaksi ini, jika zat yang sisa adalah asam, maka pH ditentukan dari sisa asam.

b. *In this reactions, if the residue is in base, so the pH will determined by residue base.*

Pada reaksi ini, jika zat yang sisa adalah basa, maka pH ditentukan dari sisa basa.

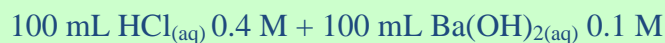
c. *In this reactions, if the acids and bases are completed react (no residue), so the pH of the solutions comes from salt. Because it is strong acid and base so the salt is neutral pH = 7.*

Pada Reaksi ini, jika asam dan basa habis bereaksi (tidak ada sisa), maka pH dari larutan dihitung dari garam. Karena ini reaksi asam dan basa kuat, maka garam netral pH = 7.

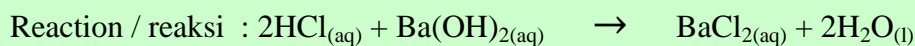


Example / Contoh soal :

Determine pH of the following solutions / Tentukan pH dari larutan tersebut :



Problem Solving / Penyelesaian masalah :



$\text{HCl} = 100 \text{ mL} \times 0.4 \text{ M} = 40 \text{ mmol}$

$\text{Ba}(\text{OH})_2 = 100 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$

*From reaction above, we can get the restraint reactant is Ba(OH)<sub>2</sub> (the is no residue)*

Dari reaksi diatas, kita dapat menentuka pereaksi pembatas adalah Ba(OH)<sub>2</sub> (tdk ada sisa).

So, HCl that react / jadi HCl yang bereaksi adalah  $= \frac{2}{1} \times 10 \text{ mmol} = 20 \text{ mmol}$

Residu of HCl / HCl yang tersisa  $= 40 \text{ mmol} - 20 \text{ mmol} = 20 \text{ mmol}$

Konsentrasi HCl  $[\text{HCl}] = \frac{20 \text{ mmol}}{200 \text{ mL}} = 0.1 \text{ M}$

$\text{pH} = -\log n \times [\text{HCl}] = -\log 0.1 \text{ M} = 1$



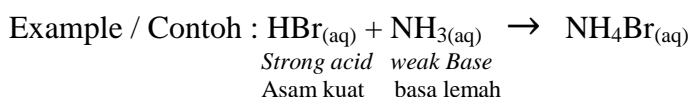
## Exercise / Latihan

Determine pH of the following solutions / Tentukan pH dari larutan tersebut :



## 2. Reaction between Strong Acid and Weak Base

Reaksi antara Asam Kuat dan Basa Lemah

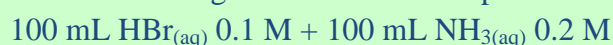


- In this reactions, if the residue is in strong acid, so pH will determined by residue acid.*  
Pada reaksi ini, jika zat yang sisa adalah asam kuat, maka pH ditentukan dari sisa asam.
- In this reactions, if the residu is weak base, so buffer solution will formed.*  
Pada reaksi ini, jika yang sisa adalah basa lemah, maka larutan penyangga akan terbentuk
- In this reaction, if the acid and base completed react (no residue), we will determine pH from salt. The salt that formed will hydrolize.*  
Pada reaksi ini, jika asam dan basa habis bereaksi (tdk bersisa), maka kita menentukan pH dari garam. Garam yang terbentuk akan mengalami hidrolisis

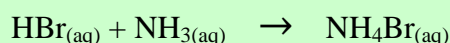


## Example / Contoh soal

Determine pH of the following solution / tentukan pH dari larutan berikut :



*Problem solving / solusi masalah :*



$$\text{HBr} = 100 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{NH}_3 = 100 \text{ mL} \times 0.2 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$$

*In this reaction, the restraint reactant is HBr (no residue),*

Pada reaksi ini, pereaksi pembatas adalah HBr (tdk bersisa)

$$\text{NH}_3 \text{ react is} / \text{NH}_3 \text{ yang bereaksi adalah } \frac{1}{1} \times 10 \text{ mmol} = 10 \text{ mmol}$$

So the residue of  $\text{NH}_3$  / jadi sisa dari  $\text{NH}_3$  adalah  $20 \text{ mmol} - 10 \text{ mmol} = 10 \text{ mmol}$ .

*$\text{NH}_3$  is a weak base, so to determine the pH of the solutions, we used pH according to buffer solutions.*

$\text{NH}_3$  adalah basa lemah, jadi untuk menentukan pH kita menggunakan penentuan pH berdasarkan larutan penyangga.

### Exercise / Latihan

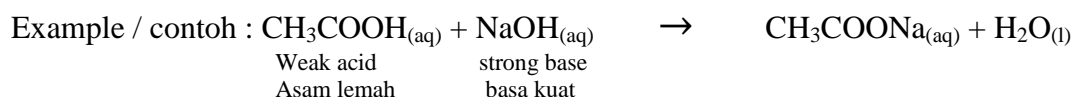
Determine pH of the following solution / tentukan pH dari larutan berikut :

100 mL  $\text{HBr}_{(\text{aq})}$  0.3 M + 100 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0.1 M

100 mL  $\text{HBr}_{(\text{aq})}$  0.1 M + 100 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0.1 M

### 3. Reaction Between Weak Acid and Strong Base

Reaksi antara Asam Lemah dan Basa Kuat



- In this reactions, if the residu is weak acid, so buffer solution will formed.*  
Pada reaksi ini, jika yang sisa adalah asam lemah, maka larutan penyangga akan terbentuk.
- In this reactions, if the residue is in strong base, so pH will determined by residue base.*  
Pada reaksi ini, jika zat yang sisa adalah basa kuat, maka pH ditentukan dari sisa basa.
- In this reaction, if the acid and base completed react (no residue), we will determine pH from salt. The salt that formed will hydrolize.*  
Pada reaksi ini, jika asam dan basa habis bereaksi (tdk bersisa), maka kita menentukan pH dari garam. Garam yang terbentuk akan mengalami hidrolisis.



Example / contoh soal :

Determine pH of the following solutions / tentukanlah pH dari larutan berikut :

100 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.1 M + 100 mL  $\text{NaOH}$  0.1 M

The reaction / Reaksi :  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

$\text{CH}_3\text{COOH} = 100 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$

$\text{NaOH} = 100 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$

*In this reaction there are no residue in both solution, so to determine the pH solution we used hydrolisis reaction.*

Pada reaksi ini tidak ada larutan yang tersisa sari kedua larutan tersebut, jadi untuk menentukan pH dari larutan kita menggunakan larutan hidrolisis.

### Exercise / Latihan

Determine pH of the following solutions / tentukanlah pH dari larutan berikut :

100 mL CH<sub>3</sub>COOH 0.2 M + 100 mL NaOH 0.1 M

100 mL CH<sub>3</sub>COOH 0.1 M + 100 mL NaOH 0.3 M

### 4. Reaction Between Weak Acid and Weak Base

Reaksi antara asam lemah dan basa lemah

Example / contoh reaksi : CH<sub>3</sub>COOH<sub>(aq)</sub> + NH<sub>3(aq)</sub> → CH<sub>3</sub>COONH<sub>4(aq)</sub>

a. *In this reaction, if weak acid have residue, so we used pH of weak acid to determine pH.*

Pada reaksi ini, jika yang tersisa adalah asam lemah, maka kita menggunakan pH asam lemah untuk menentukan pH.

b. *In this reaction, if weak base have residue, so we used pH of weak base to determine pH.*

Pada reaksi ini, jika yang tersisa adalah basa lemah, maka kita menggunakan pH basa lemah untuk menentukan pH.

c. *In this reactions, if the acids and bases are completed react (have no residue), so the way to determine the pH is total hydrolysis.*

Pada reaksi ini, jika asam dan basa habis bereaksi (tdk ada bersisa) maka cara untuk menentukan pH adalah hidrolisis total.

### Exercise / latihan soal :

Determine the pH of the following solutions / Tentukanlah pH dari larutan berikut ini :

a. 100 mL HCl<sub>(aq)</sub> 0.2 M + 100 mL Ba(OH)<sub>2(aq)</sub> 0.3 M

b. 100 mL HCl<sub>(aq)</sub> 0.2 M + 100 mL Ba(OH)<sub>2(aq)</sub> 0.1 M

c. 100 mL HBr<sub>(aq)</sub> 0.3 M + 100 mL NH<sub>3(aq)</sub> 0.3 M

d. 100 mL CH<sub>3</sub>COOH<sub>(aq)</sub> 0.1 M + 100 mL NaOH 0.3 M

### Video of Neutralisation

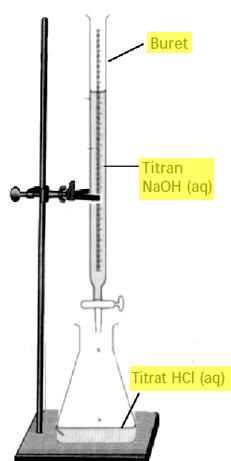
[..\video\Neutralization Reaction Of Acids and Bases - Iken Edu.mp4](#)



## Acid-Base Titration Titrasi Asam-Basa

*The concept of neutralization reaction can be applied in titration. Titration is a method of determining the concentration of a dissolved substance by adding quantities of a standard solution of known concentration. This standard solution is referred to as the “titrant”. Generally, a titration is based on the volume of solution, so it is called volumetric titration. In the relation to acids and bases, the titration involving reactions of those two substances is called acid-base titration.*

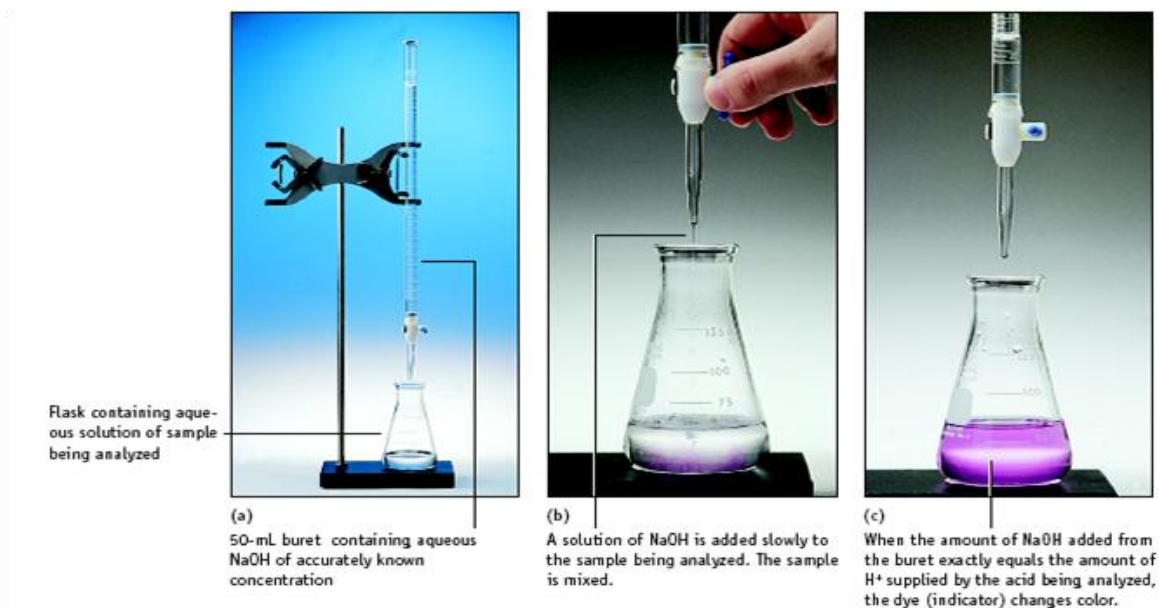
Konsep reaksi netralisasi dapat diterapkan dalam titrasi. Titrasi adalah cara menentukan konsentrasi suatu zat terlarut dengan menambahkan jumlah larutan standar yang diketahui konsentrasinya. Larutan standar ini disebut sebagai “titran”. Pada umumnya, titrasi didasarkan pada volume larutan, sehingga disebut *titrasi volumetrik*. Dalam hubungannya dengan asam dan basa, maka titrasi yang melibatkan reaksi-reaksi kedua zat tersebut dinamakan *titrasi asam-basa*.



Picture 5.1. *This picture show the titration. NaOH (base) as titran and HCl (acid) as titrat*  
Gambar ini adalah titrasi. NaOH (basa) sebagai titran dan HCl (asam) sebagai titrat

*Technically, a titration is done by reacting a reactant (usually the base) of known concentration from a burette progressively, to a known volume of the other reactant (the acid) in an erlenmeyer flask until the two substances react completely indicated by changing the indicator colour used.*

Secara teknis, titrasi asam-basa dilakukan dengan mereaksikan suatu pereaksi (biasanya basa) yang diketahui konsentrasinya dari buret sedikit demi sedikit ke pereaksi lain (asam) yang volumenya diketahui dalam labu erlenmeyer sampai kedua zat tersebut bereaksi secara sempurna (tepat bereaksi) yang ditandai dengan warna indikator yang digunakan.



Picture 5.2. *The process of titration / Proses titrasi*

*There are two important concept in acid-base titration, those are end point of titration and equivalence point. The end point of titration is a point at which the indicator used in the titration begins to change in colour. In this case, the indicator which is common to be used in acid-base titration is phenolphthalein. Meanwhile, the equivalence point is a point at which the moles of  $H^+$  is equal to the moles of  $OH^-$  indicated by the value of pH.*

Terdapat dua konsep penting dalam titrasi asam-basa, yaitu penetapan titik akhir titrasi dan titik ekuivalen. Titik akhir titrasi merupakan titik dimana pada titik tersebut indikator yang digunakan dalam titrasi mulai berubah warna. Dalam hal ini, indikator yang biasa digunakan dalam titrasi asam-basa adalah fenolftalein. Sementara itu, titik ekuivalen adalah titik dimana pada titik tersebut mol  $H^+$  sama dengan mol  $OH^-$  yang ditunjukkan dengan nilai pH.

[..\video\Setting up and Performing a Titration.mp4](#)



**a. Calculation using titration data**

Perhitungan menggunakan data hasil titrasi

*In determine degree of acid or base solutions, we can calculate using this formula :*

Dalam menentukan kadar larutan asam atau basa, kita dapat menghitungnya menggunakan rumus ini :

$$V_1 \times aM_1 = V_2 \times bM_2$$

With / dengan :

$V_1$  = volume of penetration / volume penitrasi

$V_2$  = Volume of solution which is titrated / volume larutan yang dititrasi

$M_1$  = Concentration of penetration / konsentrasi penitrasi

$M_2$  = Concentration of solution which is titrated / konsentrasi larutan titrasi

a = Valence of penitration / valensi penitrasi

b = Valence of titrated / valensi larutan yang di titrasi

**Interactive Video  
Try by your self**

[..\video\Acid bases i.swf](#)

[..\video\titrations.swf](#)

[..\video\Kimia AsamBasa Finis  
h.swf](#)



## Summary / Rangkuman :

1. *According to Arrhenius theory, Acids are compounds containing hydrogen which produce hydrogen ions ( $H^+$ ) when they are dissolved in water and bases be defined as compounds which produce hydroxide ions ( $OH^-$ ) when they are dissolved in water.*

**Berdasarkan teori Arrhenius**, Asam merupakan senyawa-senyawa yang mengandung hidrogen yang menghasilkan ion-ion hidrogen ( $H^+$ ) ketika dilarutkan dalam airdan basa didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang menghasilkan ion-ion hidroksida ( $OH^-$ ) ketika dilarutkan dalam air.

2. *According to Bronsted-Lowry theory Acids are substances donating  $H^+$  ion (proton donor) while bases are substances accepting  $H^+$  ion (proton acceptor) in a reaction.*

**Berdasarkan teori Bronsted-Lowry** Asam adalah zat yang memberikan ion  $H^+$  (donor proton), sedangkan basa adalah zat yang menerima ion  $H^+$  (akseptor proton) dalam suatu reaksi.

3. *According to Lewis, Acids are substances which can accept an electron pair (proton acceptor), while bases are substances which can donate an electron pair (electron donor).*

**Berdasarkan teori Lewis**, Asam adalah zat yang dapat menerima pasangan elektron (akseptor proton), sedangkan basa adalah zat yang dapat memberikan pasangan elektron (donor elektron).

4. *Identification of acid and base can be done by using indicator. Indicator is colour substances that have different colour in acid or base condition. Indicator divided into two, natural and artificial.*

Untuk mengidentifikasi asam dan basa dapat dilakukan dengan menggunakan indikator. **Indikator** adalah zat warna yang warnanya berbeda jika berada dalam kondisi asam atau basa. Indikator dapat dibagi menjadi dua yaitu alami dan buatan.

5.  *$pH = 7$ , the solution is neutral,  $pH < 7$  the solution is acid,  $pH > 7$  the solution is base.*  
 $pH = 7$  larutan adalah netral,  $pH < 7$  larutan adalah asam,  $pH > 7$  larutan adalah basa.

6. *Titration is one of the methods to determine the concentration of a solution by reacting the solution which have volume with solution which concentration is known.*

Titration adalah salah satu metode untuk menentukan konsentrasi larutan dengan mereaksikan sejumlah volume suatu larutan dengan sejumlah volume yang sudah diketahui konsentrasinya.

7. *Equivalent point is the point when acid and base react.*

**Titik ekuivalen** adalah titik dimana asam dan basa tepat bereaksi.

8. *End point of titration is the point which titrant have changes of colour after add titrant.*

**Titik akhir** titrasi adalah titik dimana pada saat zat yang dititrasi mengalami perubahan warna indikator setelah penambahan penetrasinya.



*Exercise Evaluation*  
Uji Latihan

**A. Multiple choice test**

1. *Some solutions are tested by using a litmus paper bringing about the following data.*

Beberapa larutan diuji dengan menggunakan kertas lakmus yang menghasilkan data berikut.

<i>Solution</i> Larutan	<i>Litmus red</i> Lakmus merah	<i>Litmus Blue</i> Lakmus Biru
I	Red/Merah	Red/Merah
II	Blue/Biru	Blue/Biru
III	Red/Merah	Red/Merah
IV	Blue/Biru	Blue/Biru
V	Red/Merah	Blue/Biru

*Based on data above, the acidic solution is...*

Berdasarkan data diatas, larutan yang bersifat asam adalah...

- A. *I and II*                      D. *II and III*  
I dan II                              II dan III
- B. *II and IV*                      E. *IV and V*  
II dan IV                              IV dan V
- C. *I and III*  
I dan III

2. *The following substances are base oxides, except....*

Berikut ini adalah oksida-oksida basa, kecuali....

- A.  $\text{Na}_2\text{O}$                       D.  $\text{BaO}$   
B.  $\text{K}_2\text{O}$                       E.  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
C.  $\text{N}_2\text{O}_3$

3. *Concentrations of hydroxide and hydrogen ions in NaOH 0.01 M solution are....*

Konsentrasi ion hidroksida dalam ion hidrogen dalam larutan NaOH 0.01 M adalah

- A.  $[\text{OH}^-] = 1 \text{ M}$  and  $[\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ M}$   
 $[\text{OH}^-] = 1 \text{ M}$  dan  $[\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ M}$
- B.  $[\text{OH}^-] = 10^{-1}$  and  $[\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ M}$   
 $[\text{OH}^-] = 10^{-1}$  dan  $[\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ M}$

- C.  $\text{pH}^- = 10^{-2}$  and  $\text{pH}^+ = 10^{-12}$  M  
 $\text{pH}^- = 10^{-2}$  dan  $\text{pH}^+ = 10^{-12}$  M
- D.  $\text{pH}^- = 1$  M and  $\text{pH}^+ = 10^{-2}$  M  
 $\text{pH}^- = 1$  M dan  $\text{pH}^+ = 10^{-2}$  M
- E.  $\text{pH}^- = 10^{-1}$  and  $\text{pH}^+ = 10^{-1}$  M  
 $\text{pH}^- = 10^{-1}$  dan  $\text{pH}^+ = 10^{-1}$  M

4. In  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0.05 M solution, the value of OH concentration is....

Dalam larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0.05 M, besar konsentrasi  $\text{OH}^-$  adalah....

- A. 0.025 M                      D. 0.250 M  
 B. 0.050 M                      E. 0.500 M  
 C. 0.200 M

5. Concentration of hydrogen ion found in 250 mL of HCN 0.15 M solution is....( $K_a = 5 \times 10^{-10}$ )

Konsentrasi ion hidrogen yang terdapat dalam 250 mL larutan HCN 0.15 M adalah....

( $K_a = 5 \times 10^{-10}$ )

- A.  $8.7 \times 10^{-6}$  M              C.  $6.5 \times 10^{-6}$  M  
 B.  $8.0 \times 10^{-6}$  M              D.  $8.7 \times 10^{-7}$  M  
 E.  $4.0 \times 10^{-7}$  M

6. From measurement of electric conductivity the ionization degree of vinegar 0.1 M is known, that is 1%. The value  $K_a$  of the acid is....

Dari pengukuran konduktivitas listrik diketahui derajat ionisasi asam cuka 0.1 M adalah 1%. Harga  $K_a$  asam tersebut adalah....

- A.  $10^{-5}$                           D.  $10^{-8}$   
 B.  $10^{-6}$                           E.  $10^{-9}$   
 C.  $10^{-7}$

7. The following are the value of  $K_a$  for some acids.

Berikut ini adalah harga  $K_a$  untuk beberapa senyawa asam.

Acid/Asam	$K_a$
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$5 \times 10^{-2}$
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$8 \times 10^{-3}$
HF	$7 \times 10^{-4}$
$\text{HNO}_2$	$5 \times 10^{-4}$
$\text{CH}_3\text{COOH}$	$2 \times 10^{-5}$

Based on the data, the correct strength of acid order is....

Berdasarkan data tersebut, urutan kekuatan asam yang benar adalah....

- A.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{HF} < \text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH}$
- B.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HF} > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$
- C.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{HF} > \text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH}$
- D.  $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HF} > \text{HNO}_2 > \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{CH}_3\text{COOH}$
- E.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 < \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HF} > \text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH}$

8. A solution with  $\text{pH} = 12$  is made by dissolving  $n$  grams of  $\text{NaOH}$  ( $M_r = 40$ ) in water until 500 mL in volume, so  $n = \dots$

Larutan dengan  $\text{pH} = 12$  dibuat dengan melarutkan  $n$  gram  $\text{NaOH}$  ( $M_r = 40$ ) dalam air sampai volumenya 500 mL, sehingga  $n = \dots$

- A. 4.0                      C. 1.0                      D. 0.4
- B. 2,0                                      E. 0.2

9.  $\text{pH}$  of a weak base which has one valence is equal to 11. The concentration of  $\text{OH}^-$  ion in the base solution is....

$\text{pH}$  suatu basa lemah bervalensi satu adalah sama dengan 11. Konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  pada larutan basa tersebut adalah....

- A.  $10^{-11}$                                       D.  $10^{-3}$
- B.  $10^{-14}$                                       E.  $10^{-2}$
- C.  $10^{-4}$

10. One of the following solutions which has the lowest  $\text{pH}$  is....

Salah satu diantara larutan berikut ini yang mempunyai  $\text{pH}$  paling rendah adalah....

- A.  $\text{HCl}$  0.1 M
- B.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1 M
- C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.1 M
- D.  $\text{NaOH}$  0.1 M
- E.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0.1 M

11.  $\text{pH}$  of formic acid 0.1 M ( $K_a = 10^{-7}$ ) is....

$\text{pH}$  asam format 0,1 M ( $K_a = 10^{-7}$ ) adalah....

- A. 2                                      D. 6
- B. 3                                      E. 8
- C. 4

12. A weak base 0.01 M solution has  $\text{pH} = 9$ . Ionization degree of base is....

Larutan basa lemah 0,01 M mempunyai  $\text{pH} = 9$ . Derajat ionisasi basa tersebut adalah....

- A. 0.001                                      D. 0.05
- B. 0.005                                      E. 0.1
- C. 0.001



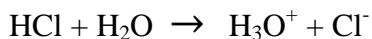
- A. 125 mL of sulfuric acid 0.05 M solution  
125 mL larutan asam sulfat 0,05 M
- B. 250 mL of hydrochloric acid 0.05 M solution  
250 mL larutan asam klorida 0,05 M
- C. 125 mL of hydrochloric acid 0.1 M solution  
125 mL larutan asam klorida 0,1 M
- D. 125 mL of sulfuric acid 0.1 M solution  
125 mL larutan asam sulfat 0.1 M
- E. 250 mL of sulfuric acid 0.5 M solutions  
250 mL larutan asam sulfat 0.5 M

19. A base  $L(OH)_2$  has mass of 3.16 gram dissolved in water. The solution produce can be neutralized by 100 mL of HCl 0.4 M solutions. The relative atomic mass of  $L(OH)_2$  is....

Suatu basa  $L(OH)_2$  mempunyai massa 3,16 gram dilarutkan ke dalam air. Larutan yang terjadi dapat dinetralkan oleh 100 mL larutan HCl 0,4 M. Massa atom relative  $L(OH)_2$  adalah....

- A. 124            D. 274  
B. 158            E. 316  
C. 182

20. Specimens which are conjugate acid-base pair in the reaction of :  
Spesi yang merupakan pasangan asam-basa kunjugasi dalam reaksi :



Is....

Adalah....

- A. HCl and H<sub>2</sub>O  
B. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>  
C. HCl and Cl<sup>-</sup>  
D. HCl and H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>  
E. H<sub>2</sub>O and Cl<sup>-</sup>

## Key Answer

1.C

2.C

3.D

4.A

5.E

6.D

7.C

8.C

9.A/C

10.C

11.D

12.D

13.D

14.A

15.C

## Glosarium

**Acid Base Indicator** : substances that have different colour in acid or base solutions.

Indikator asam basa : zat kimia yang mempunyai warna berbeda dalam larutan asam dan basa.

**End Point** : the point which titrat have changes of colour after add titrant.

Titik akhir : titik dimana pada saat zat dititrasi mengalami perubahan warna setelah penambahan penitrasi.

**Equivalent point** : the point when acid and base react.

Titik ekivalen : titik dimana asam dan basa tepat bereaksi.

**Litmus** : Indicator that made from Lichen species.

Lakmus : indikator yang terbuat dari spesies lumut.

**Monoprotic acid** : acid that can produce one  $H^+$  ion.

Asam monoprotik : asam yang dapat menghasilkan satu ion  $H^+$ .

**pH** : negative logarithm of concentration hydrogen ion. Show degree of acidic.

pH : logaritman negative dari konsentrasi ion hidrogen. Nilai ini menunjukkan derajat keasaman.

**Poliprotic acid** : : acid that can produce more than one  $H^+$  ion.

Asam monoprotik : asam yang dapat menghasilkan lebih dari satu ion  $H^+$ .

**Titrant** : Standart solution of known concentration.

Titran : larutan standar yang diketahui konsentrasinya.

**Titrat** : solution in measurement flask, unknown concentration.

Titrat : larutan pada labu ukur, yang konsentrasinya tidak diketahui.

**Volumentric titration** : titration based on the volume of solution.

Titration volumetrik : titrasi didasarkan pada volume larutan.

## References

Cahyana, Ucu, 2005, *Kimia*, Piranti Darma Kalokatama : Jakarta

Chang, Raymond., 2002, *Chemistry Edition 7th*, New York : Mc Graw Hill

Hida, Riadi, 2014, *Panduan Belajar Kimia 2B*, Jakarta : Yudistira

Johari J.M.R, Rachmawati M, 2006, *Chemistry 2 For Senior High School Grade XI*. Esis : Jakarta

Purba, Michael, 2012, *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI*, Jakarta: Penerbit Erlangga

Suharsini, maria, dkk, 2013, *Kimia dan Kecakapan Hidup*, Ganeca exact : Bandung



## Index

### A

#### Acid

Conjugation 3

Monoprotic 12

Poliprotic 12

Aceptor proton 3

### B

#### Base

Conjugation 3

Monoprotic 16

Poliprotic 16

### C

Concentration 10, 11, 12

### D

Donor proton 3

### E

Electron 4

End Point 24

Equivalent point 24

Equilibrium 16

### I

#### Indicator

Natural 7

Artificial 5

Ionization degree 9

### P

pH

### R

Reaction

### T

Titration 23, 24

Theory  
  Of Arrhenius 2  
  Of Bronsted-Lowry 3  
  Of Lewis 4  
Titrant 23  
Titrat 23