

வேதியியல், 11ஆம் வகுப்பு (இகமைவா), படலம் 7

சமநிலை

Chemistry, 11th std(CBSE), Chapter 7

Equilibrium

செ. கோட்டாளம், தமிழ்வழியறிவுக்குழு 4 அட்டோபர் 2025

J. Kottalam, Thamizhvazhiarivukuzhu 4 October 2025

பலவிதமான சமநிலைகள்

Types of equilibria

எந்திரவியச்சமநிலை

Mechanical equilibrium

வெப்பச்சமநிலை

Thermal equilibrium

பொருளாதாரச்சமநிலை

Economic equilibrium

வணிகச்சமநிலை

Trade equilibrium

வேதிச்சமநிலை

Chemical equilibrium

வினைப்பொருள் \rightleftharpoons விளைபொருள் $A + B \rightleftharpoons C + D$

சமநிலை : முன்னோக்கிய வினைவேகம் = பின்னோக்கிய வினைவேகம்; $R_{\text{மு}} = R_{\text{பி}}$

$R_{\text{மு}} \propto [A]$, $R_{\text{மு}} \propto [B]$; $R_{\text{மு}} = k_1[A][B]$

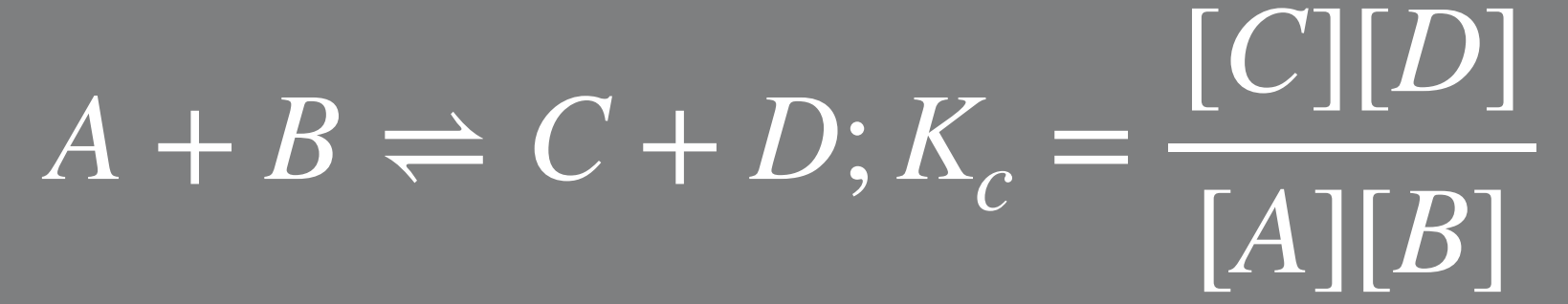
சமநிலை: $k_1[A][B] = k_2[C][D]$; அதாவது $\frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{k_1}{k_2} = K_c$

k_1 உம் k_2 உம் வினைவேகமாறிலிகள்; K_c செறிவின் அடிப்படையிலான சமநிலைமாறிலி

k_1 and k_2 are reaction rate constants; K_c is equilibrium constant based on concentration

செறிவுவிதி

Law of mass action



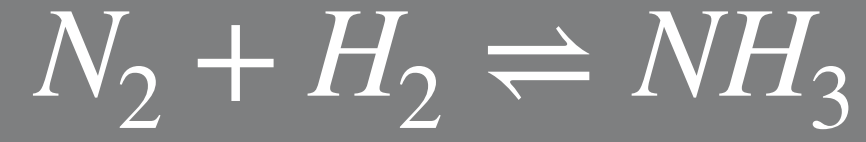
பொதுவாக, $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

பொதுவாக, K_c இன் மதிப்பு வெப்பநிலையை சார்ந்திருக்கிறது

இயக்கச்சமநிலை

Dynamic equilibrium



சமநிலையில் செறிவுகள் மாறவில்லை; எனினும் வேதிவினைகள் நிகழ்கின்றன.

பிரிசு ஏபரின் பரிசோதனைகள், 1918

Fritz Haber, 1918

தொடக்கநிலை: N_2 , D_2 , NH_3

D_2 - இருவியம், ஐதரசனின் மற்றொரு சமவிடத்தான்

Deuterium, another isotope of hydrogen

இறுதிநிலை: N_2 , D_2 , NH_3 , H_2 , HD , ND_3 , NHD_2 , NH_2D

சிக்கல் 7.1

500 K இல் N_2, H_2 இலிருந்து NH_3 உருவாவதில் கீழ்க்காணும் சமநிலைச் செறிவுகளை காண்கிறோம். $[N_2] = 1.5 \times 10^{-2} M$, $[H_2] = 3.0 \times 10^{-2} M$, $[NH_3] = 1.2 \times 10^{-2} M$. வேதிவினையின் சமநிலை மாறிலியை கணக்கிடுக.



$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$= \frac{(1.2 \times 10^{-2} M)^2}{1.5 \times 10^{-2} M \times (3.0 \times 10^{-2} M)^3}$$

$$= \frac{1.2^2}{1.5 \times 3.0^3} \times 10^{-4+2+6} \times M^{2-4}$$

$$= 356 M^{-2}$$

வளிமவினைகளில் சமநிலை

Equilibrium in gaseous reactions



$$K_p = \frac{p_C^c p_D^d}{p_A^a p_B^b} \quad p \text{ பகுதியழுத்தங்கள்; partial pressures}$$

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

$$p_A V = n_A RT; \text{ அதாவது, } p_A = \frac{n_A}{V} RT = [A] RT$$

$$K_p = \frac{p_C^c p_D^d}{p_A^a p_B^b} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} (RT)^{\Delta n}; \text{ இங்கு } \Delta n = (c + d) - (a + b)$$

சிக்கல் 7.4

1069 K இல் $2NOCl(வ) \rightleftharpoons 2NO(வ) + Cl_2(வ)$
என்ற வேதிவினையின் சமநிலைமாறிலி

$K_c = 3.75 \times 10^{-6}$. அதே வெப்பநிலையில்
இந்த வேதிவினையின் K_p ஐ கணக்கிடுக.

$$R = 0.0831 \text{ bar L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta n = 3 - 2 = 1$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$= 3.75 \times 10^{-6} \times 0.0831 \times 1069$$

$$= 3.3 \times 10^{-4}$$

$$3.3 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

பன்மச்சீரான சமநிலை

Heterogeneous equilibrium

- வளிமநிலையிலும் கரைசலிலும் நடைபெறும் வேதிவினைகள் ஒருமச்சீரானவை homogeneous
- வெவ்வேறு முகநிலைகளுக்கிடையான வேதிவினைகள் பன்மச்சீரானவை. heterogeneous



- $$K_c = \frac{[CaO(\text{தி})][CO_2(\text{வ})]}{[CaCO_3(\text{தி})]}$$

- $K'_c = [CO_2(\text{வ})]; \quad K_p = p_{CO_2}$

வேதிவினையின் நீட்களம்

Extent of reaction

- $K_c > 10^3$ எனில், விளைபொருள்கள் ஓங்குகின்றன
 - $H_2(\text{வ}) + Cl_2(\text{வ}) \rightleftharpoons 2HCl(\text{வ}); 300K; K_c = 4.0 \times 10^{31}$
- $K_c < 10^{-3}$ எனில், வினைப்பொருள்கள் ஓங்குகின்றன
 - $N_2(\text{வ}) + O_2(\text{வ}) \rightleftharpoons 2NO(\text{வ}); 298K; K_c = 4.8 \times 10^{-31}$
- $10^{-3} < K_c < 10^3$ எனில், கலவை
 - $H_2(\text{வ}) + I_2(\text{வ}) \rightleftharpoons 2HI(\text{வ}); 700K; K_c = 57.0$

வேதிவினையீவு

Reaction quotient



எந்த நிலையிலும், $Q_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$

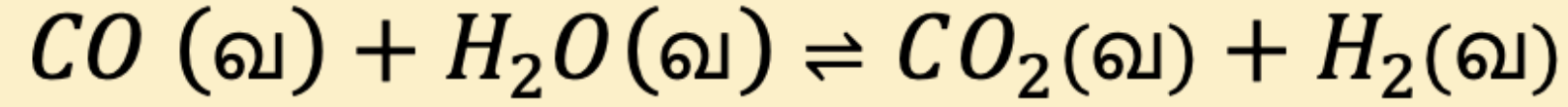
$Q_c < K_c$: முன்னோக்கி

$Q_c > K_c$: பின்னோக்கி

$Q_c = K_c$: சமநிலை

சமநிலைச்செறிவுகள்

சிக்கல் 7.6



என்ற வேதிவினைக்கு 800 K இல் $K_c = 4.24$. தொடக்கத்தில் CO உம் H_2O உம் மட்டும் ஒவ்வொன்றும் 0.10 M செறிவில் இருந்தால், CO_2 , CO , H_2O ஆகியவற்றின் சமநிலைச் செறிவுகளை கணக்கிடுக.

Equilibrium concentrations



ஆ	0.1	0.1	0	0
26	0.1-x	0.1-x	x	x

$$K_c = \frac{x^2}{(0.1-x)^2} = 4.24; \quad x^2 = 4.24(0.01 - 0.2x + x^2)$$

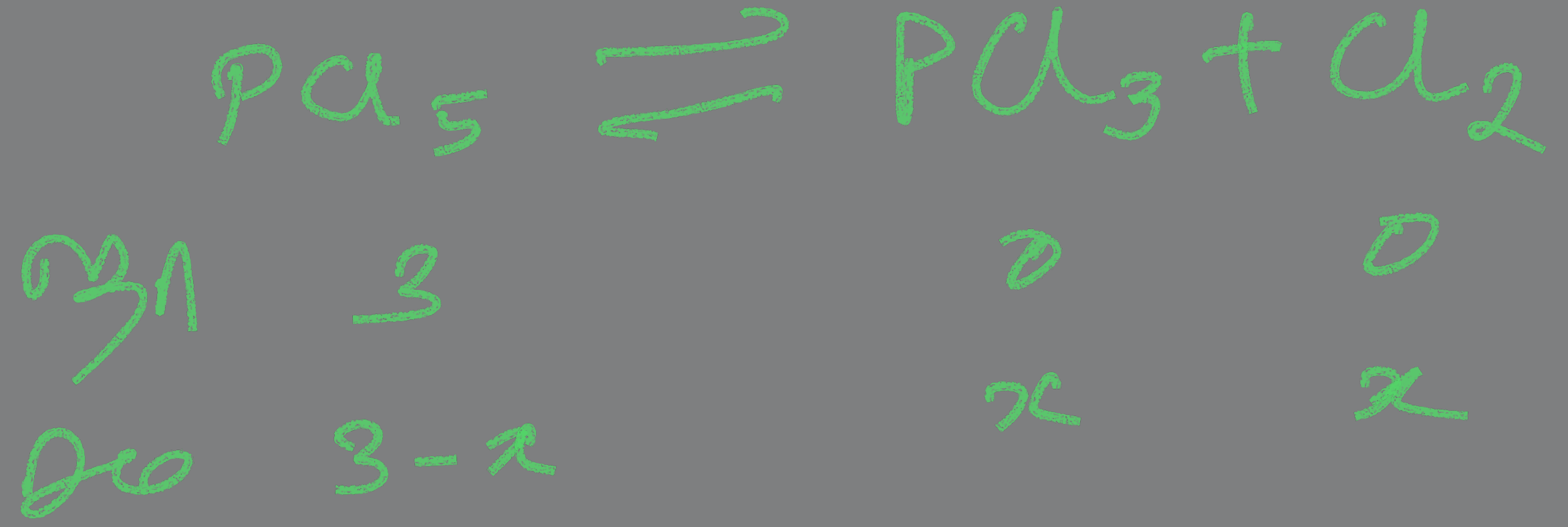
$$3.24x^2 - 0.848x + 0.0424 = 0; \quad ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{0.194}{\times}, 0.067 \checkmark$$

சிக்கல் 7.9

ஒரு 1L மூடிய வினைகலனில் 380 K இல் 3.00 மோல் PCl_5 ஐ வைத்து அது PCl_3 ஆகவும் Cl_2 ஆகவும் கூறுபிரிந்து சமநிலையை அடையச் செய்கிறோம். $K_c = 1.80$. சமநிலைக் கலவையின் கூறடக்கத்தை கணக்கிடுக.



$$K_c = \frac{x^2}{3-x} = 1.8$$

$$x = \frac{-3.39}{\cancel{x}}, \frac{1.59}{\checkmark}$$

கிப்பசின் தனியாற்றல்

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$$\rightarrow G_2 - G_1 < 0 \text{ தாக்கத்திற்}$$

Gibbs free energy

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$$

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$$

சமநிலையில், $0 = \Delta G^0 + RT \ln K$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$\Delta G = RT \ln \frac{Q}{K}$$

$\Delta G < 0$ எனில்? $Q < K$ முன்னோக்கி

$\Delta G > 0$ எனில்?

$Q > K$

பின்னோக்கி

$\Delta G^0 < 0$ எனில்?

$K > 1$ வினைவாழ்வு அதிகம்

$\Delta G^0 > 0$ எனில்?

$K < 1$

வினைவாழ்வு குறைவு

சிக்கல் 7.10

சக்கரைச்சிதைவில் குளுக்கோசின் பாசுபேட்டேற்றத்துக்கான ΔG° 13.8 kJ mol^{-1} . 298 K இல் K_c இன் மதிப்பை காண்க.

$$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_c$$

$$K_c = e^{-\Delta G^\circ / RT}$$

$$\frac{\Delta G^\circ}{RT} = \frac{13.8 \text{ kJ mol}^{-1}}{8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298 \text{ K}}$$

1000

$$= 5.569$$

$$K_c = e^{-5.569} = 3.81 \times 10^{-3}$$

$$K_c = e^{-5.569} = 3.81 \times 10^{-3}$$

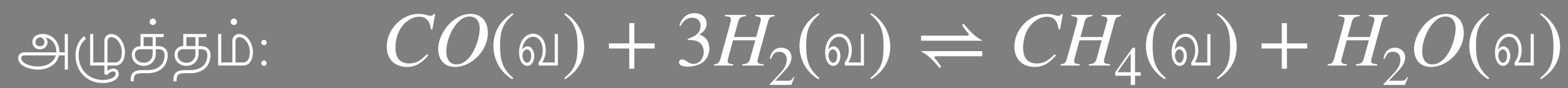
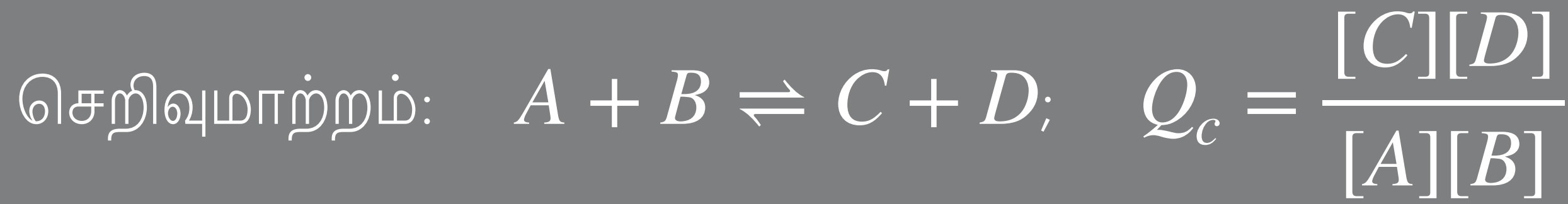
சாட்டலியரின் கொள்கை

சாட்டலியர்

Le Chatelier's principle

சமநிலையிலிருந்து விலக்கும் மாற்றத்தை எதிர்த்து அமைப்பு சமநிலையை மீட்பெற முயல்கிறது

The system opposes any deviation from equilibrium and tries to restore equilibrium



$$pV = nRT$$

வெப்பநிலை: வெப்பங்கொள்

T ↑ K ↑

endothermic

வெப்பமழி

T ↑ K ↓

exothermic

அமிலங்களும் காரங்களும்

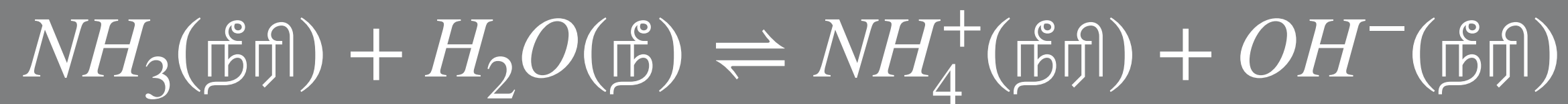
Acids and bases

அர்னியசு: அமிலம் H^+ அயனியை வழங்குகிறது; காரம் OH^- அயனியை வழங்குகிறது



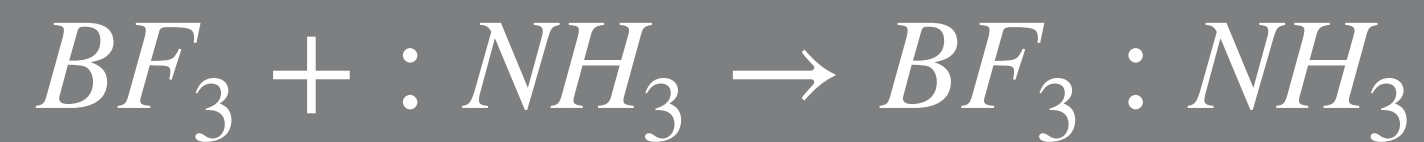
Arrhenius

பிரானுசுட்டூலவுரி: அமிலம் H^+ அயனியை வழங்குகிறது; காரம் H^+ அயனியை ஏற்கிறது



Brönsted-Lowry

நூயி: அமிலம் எதிர்மின்னிச்சேடியை ஏற்கிறது; காரம் எதிர்மின்னிச்சேடியை வழங்குகிறது

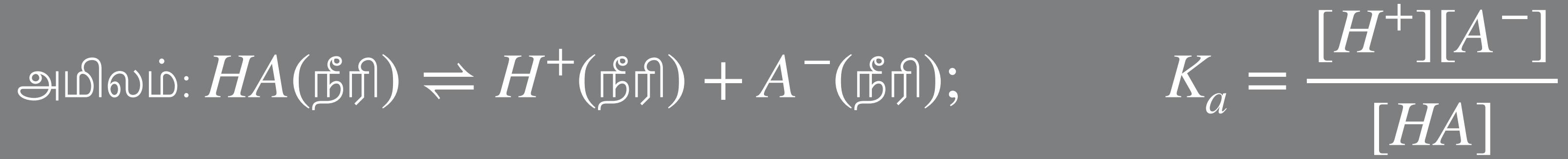


Lewis

நீரியக்கரைசலில் அமிலக்காரச்சமநிலை

Acid-base equilibrium in aqueous solution

அர்னியசின் சித்திரம்:



வன்னமிலமும் வன்காரமும்: $K_a \approx \infty, K_b \approx \infty$

strong acid , strong base

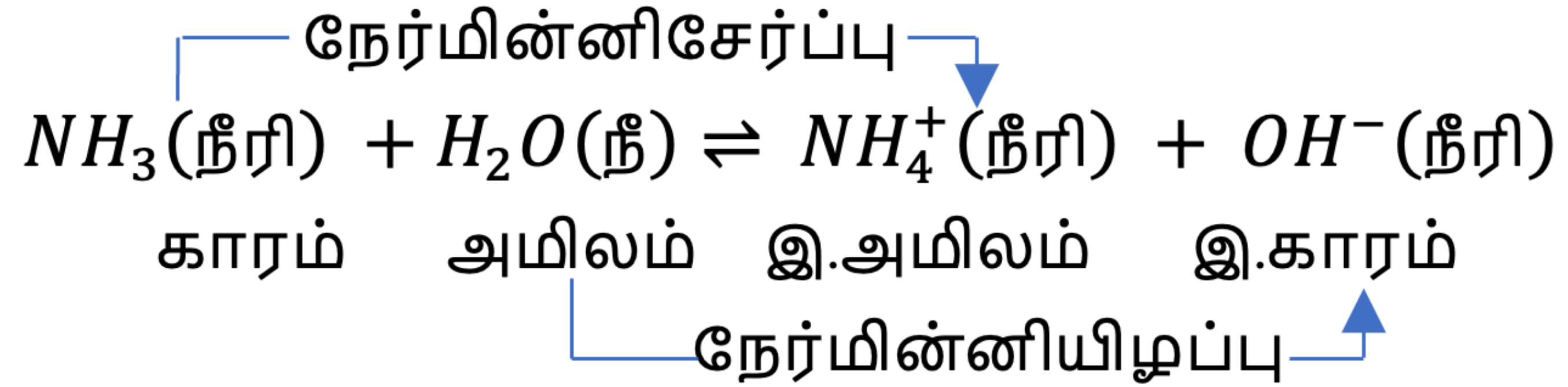
மென்னமிலமும் மென்காரமும் $K_a \approx 1, K_b \approx 1$
base

weak acid, weak

இணைவாங்கள்

Conjugates

பிரானுசுட்டலவரியின் சித்திரம்



இணைவமிலம், இணைவக்காரம்

conjugate acid, conjugate base

வன்னமிலத்தின் இணைவக்காரம் மென்காரம்; திருப்பியவாறும்

வன்காரத்தின் இணைவமிலம் மென்னமிலம்; திருப்பியவாறும்

நீரின் அயனிப்பெருக்கல்

நீர் அமிலமாகவும் காரமாகவும் செயலாற்றுகிறது.



$$K_c = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]}; \quad [H_3O^+], [H^+] \text{ சமமானமானவை}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \text{ நீரின் அயனிப்பெருக்கல்} \quad \text{ionic product of water}$$

$$1.0 \times 10^{-14} M^2 \text{ அறைவெப்பநிலையில்}$$

$$\text{அதாவது, } [H_3O^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} M$$

அமிலச்சுட்டெண் (அசு)

pH

$$pH = - \log \left(\frac{[H^+]}{mol L^{-1}} \right)$$

அதாவது, $pH = - \log [H^+]$; செறிவு மோலிரத்தில்

தூய நீரின் அசு 7

அமிலத்தை கலக்கும்போது $[H^+]$ அதிகமாவதால் அசு குறைகிறது

காரத்தை கலக்கும்போது அசு அதிகரிக்கிறது.

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \text{ என்பதிலிருந்து } pK_w = pH + pOH; \boxed{pK_a + pK_b = pK_w}$$

சிக்கல் 7.17

$1.0 \times 10^{-8} M$ செறிவுள்ள ஒரு HCl கரைசலின் அசுவை கணக்கிடுக.

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

$$pH = -\log \left(\frac{10^{-8} M}{\cancel{1}} \right)$$

$$= 8$$

சிக்கல் 7.18

HF இன் அயனியாக்க மாறிலி 3.2×10^{-4} . அதன் $0.02 M$ கரைசலில் HF இன் பிரிகைத் தகவை கணக்கிடுக. கரைசலிலுள்ள எல்லா வேதியினங்களின் (H_3O^+ , F^- , HF) செறிவுகளையும் அசுவையும் கணக்கிடுக.

$$K_c = \frac{(0.02\alpha)^2}{0.02(1-\alpha)} = 3.2 \times 10^{-4}$$

$$0.02\alpha^2 + 3.2 \times 10^{-4}\alpha - 3.2 \times 10^{-4} = 0$$

$$\alpha = \pm 0.12$$

$$[H^+] = 0.02\alpha = 2.4 \times 10^{-3}; \quad pH = -\log(2.4 \times 10^{-3}) = 2.62$$

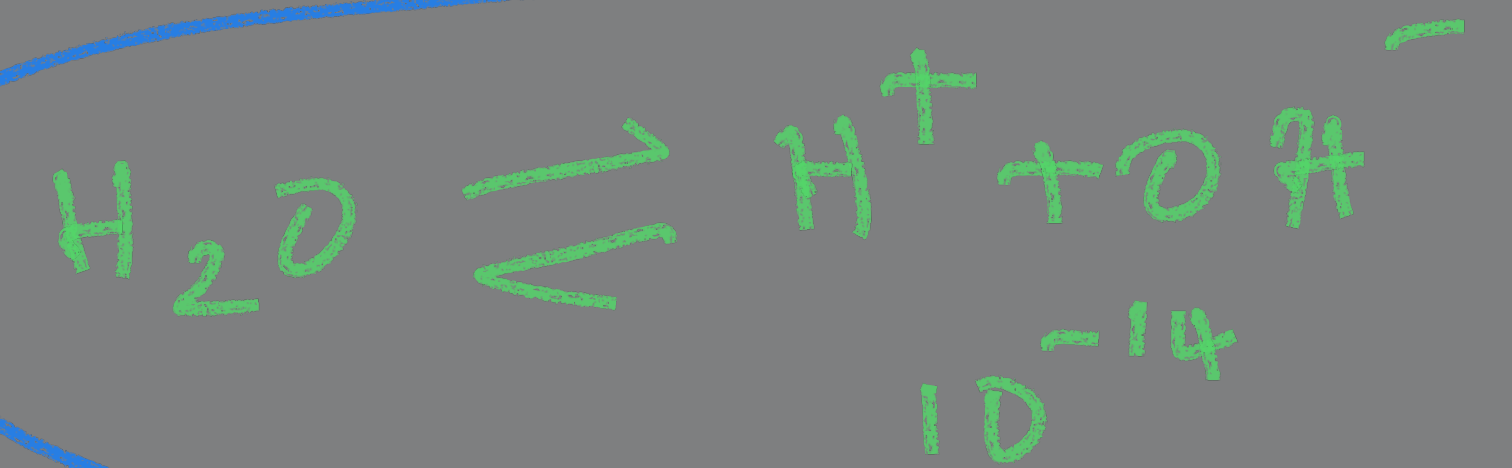
$$[HF] = 0.02(1-\alpha) = 1.76 \times 10^{-2}$$

$$\alpha = \pm 0.12; \quad [H^+] = 2.4 \times 10^{-3}, \quad [HF] = 1.76 \times 10^{-2}; \quad pH = 2.62$$

$$\frac{[F^-]}{[HF]} = \frac{[H^+]}{[HF]} = \alpha$$

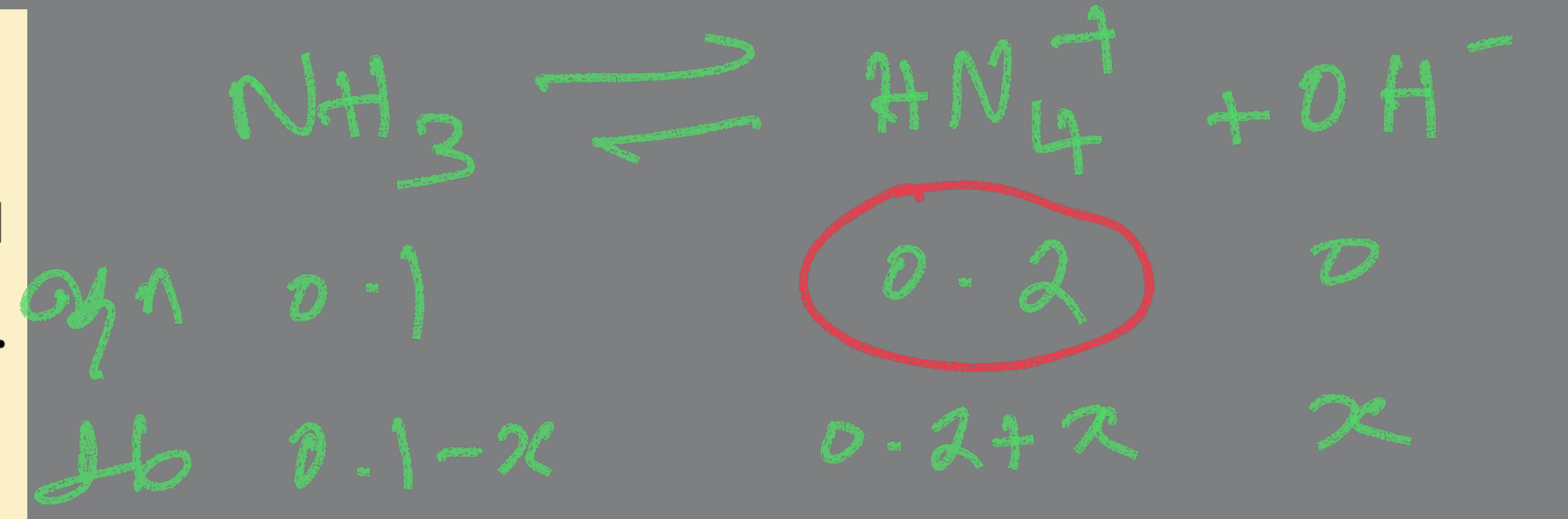


$$\begin{array}{ccc} 0.02 & 0 & 0 \\ 0.02(1-\alpha) & 0.02\alpha & 0.02\alpha \end{array}$$



சிக்கல் 7.22

0.2 M NH_4Cl , 0.1 M NH_3 ஆகியவை அடங்கிய கரைசலின் அசுவை கணக்கிடுக. அம்மோனியாக்கரைசலின் pK_b 4.75.



$$pK_b = 4.75; K_b = e^{-4.75} = 1.77 \times 10^{-5}$$

$$K_b = \frac{(0.2+x)x}{0.1-x} = 1.77 \times 10^{-5}$$

$$x \ll 0.1; K_b = \frac{0.2x}{0.1} = 1.77 \times 10^{-5}; x = 8.8 \times 10^{-6}$$

$$[OH^-] = 8.8 \times 10^{-6}; pOH = 5.05; pH = pK_w - pOH = 14 - 5.05 = 8.95$$

$$K_b = 1.77 \times 10^{-5} \quad x = 8.8 \times 10^{-6}; \quad pOH = 5.05; \quad pH = 8.95$$

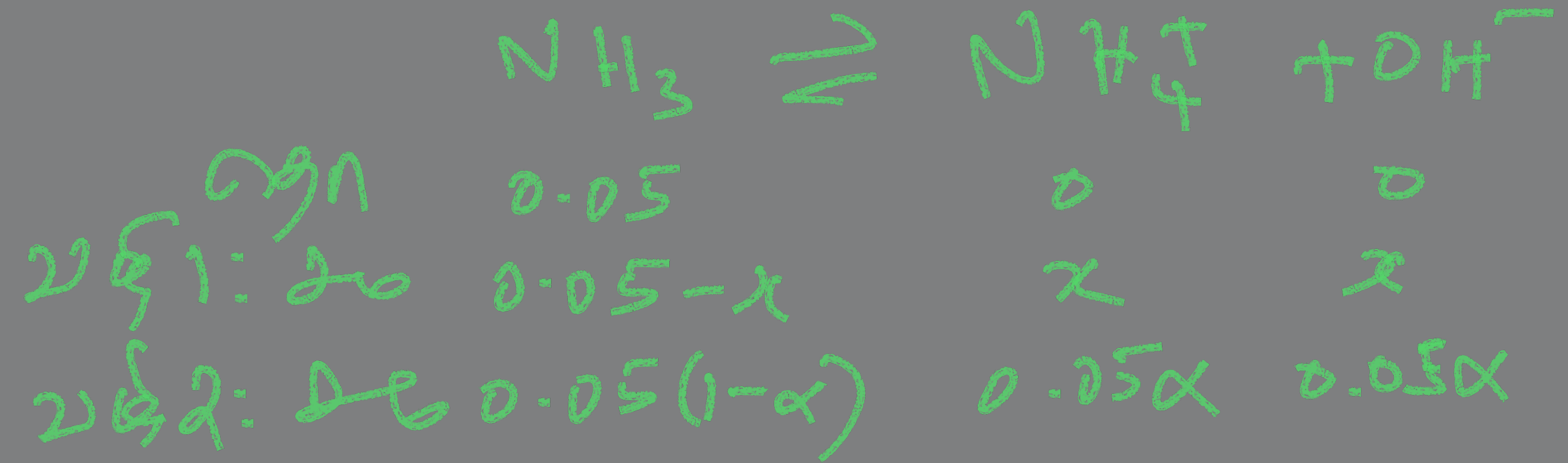
சிக்கல் 7.23

0.05 M அம்மோனியாக்கரைசலின் அயனியாதலின் தகவையும் pH ஐயும் கணக்கிடுக. அம்மோனியாவின் அயனியாதன்மாறிலியை அட்டவணை 7.8 இலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளலாம். அம்மோனியாவின் இணைவமிலத்தின் அயனியாதன்மாறிலியையும் கணக்கிடுக.

அம்மோனியா

(NH_3 அதாவது NH_4OH)

$$1.77 \times 10^{-5}$$



கொண்டு வந்திருக்கிற அளவுகளை வைத்து $x = 0.05\alpha$

$$K_b = \frac{0.05\alpha^2}{1 - \alpha}; \quad \alpha \ll 1, \quad \alpha = \sqrt{\frac{1.77 \times 10^{-5}}{0.05}} = 0.019$$

$$[OH^-] = 0.05 \times 0.019; \quad pOH = 3.02; \quad pH = 14 - 3.02 = 10.98$$

$$\text{இணைவமிலத்தின் } K_a = \frac{10^{-14}}{1.77 \times 10^{-5}} = 5.65 \times 10^{-10}$$

$$\alpha = 0.019; \quad pOH = 3.02, \quad pH = 10.98; \quad K_a = 5.65 \times 10^{-10}$$

தாங்கக்கரைசல்கள்

Buffer solutions

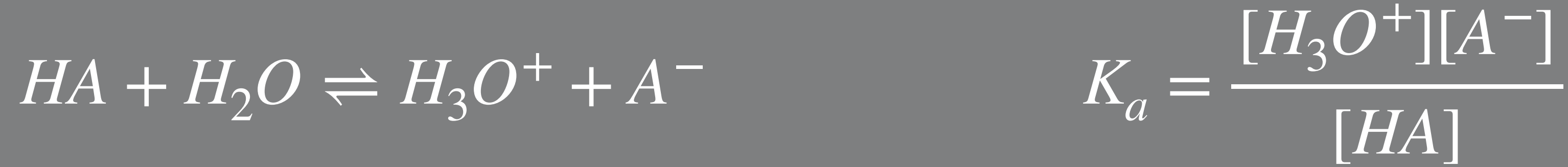
அசுமாற்றத்துக்கு தடையம்

Resistance to pH change

குருதியின் அசு

மென்னமிலம் + அதன் வன்கார உப்பு ;

மென்காரம் + அதன் வன்னமில உப்பு



$$pK_a = pH - \log \frac{[A^-]}{[HA]} \approx pH - \log \frac{[\text{உப்பு}]}{[\text{அமிலம்}]} \approx pH$$

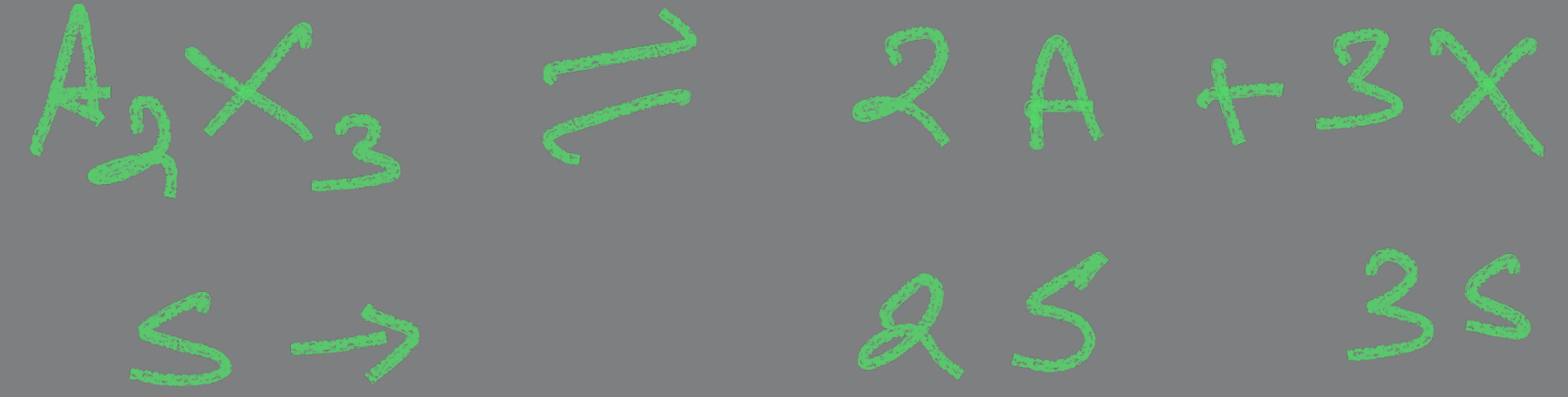
கரைவுமப்பெருக்கல்

s - கரைவுமை, solubility

Solubility product

சிக்கல் 7.26

A_2X_3 இன் எந்த அயனியும் நீருடன் வினையாவதில்லை என்ற எடுகோளுடன் தூய நீரில் அதன் கரைவுமையை கணக்கிடுக; கரைவுமப்பெருக்கன்மாறிலி, $K_{கபெ} = 1.1 \times 10^{-23}$.



$$K_c = \frac{[2s]^2 [3s]^3}{[A_2X_3]}$$

$$K_s = [2s]^2 [3s]^3 = 108s^5 = 1.1 \times 10^{-23}$$

கரைவுமப்பெருக்கன் மாறிலி
Solubility product

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

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

சுருக்கவுரை

Summary

- $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$; $Q_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$; சமநிலையில், $Q_c = K_c$; $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$
- $\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$; $\Delta G^0 = -RT \ln K_c$
- சமநிலைச்செறிவுகளை கணக்கிடல்; சாட்டலியரின் கொள்கை;
- அமிலக்காரச்சமநிலை; அசு; pK_a, pK_b நீரின் அயனிப்பெருக்கல்
- தாங்கக்கரைசல்களை வடிவமைத்தல்; உப்புகளின் கரைவுமை