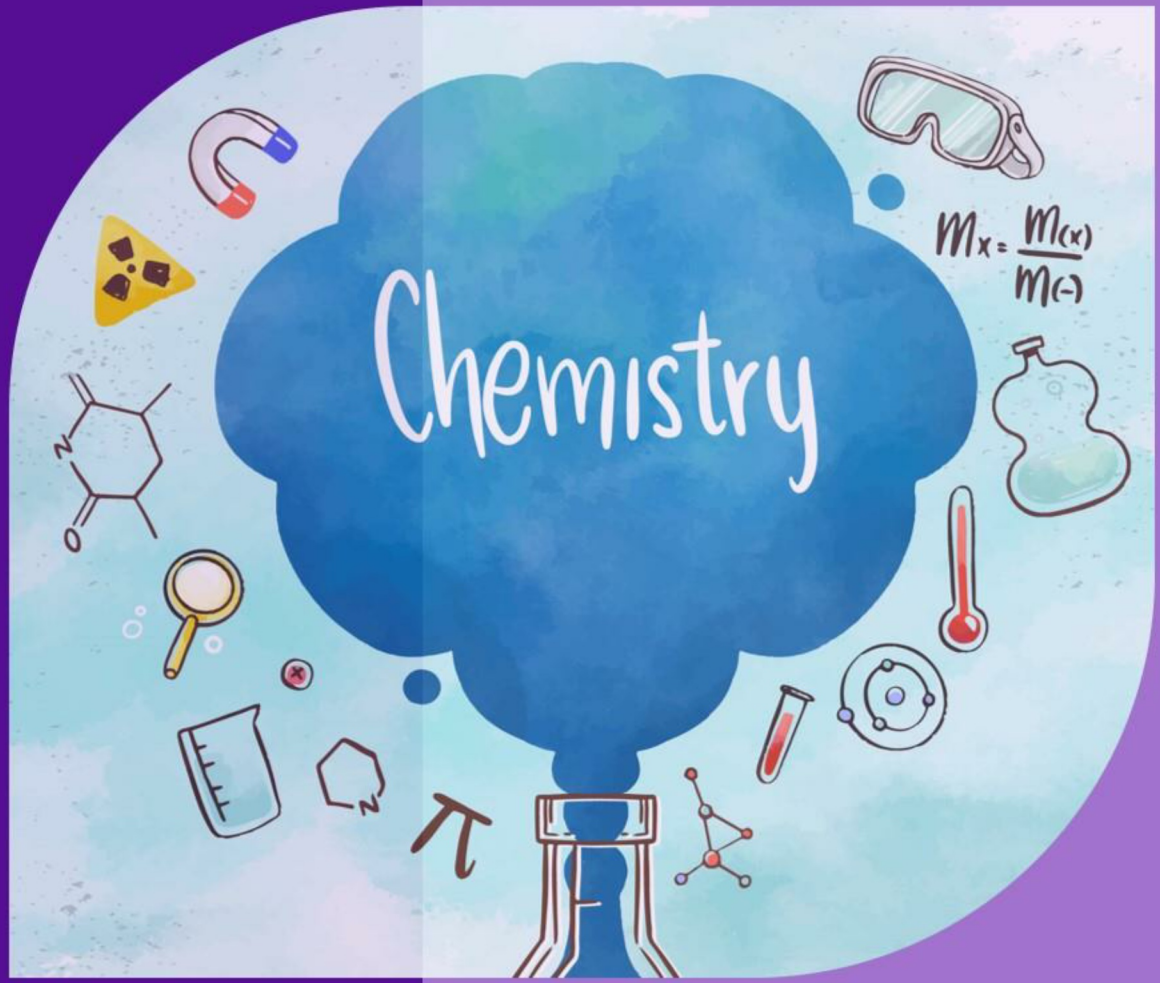
ইঞ্জিনিয়ারিং এডমিশন প্রোগ্রাম ২০২০

রসায়ন

লেকচার : C-03

অধ্যায় ০৪ : রাসায়নিক পরিবর্তন (১ম পত্র) (সাম্যাবস্থা)



$$Eq: R_f = R_v$$

time	A	B
0s	10	0
2s	7	3
4s	5	5
6s	3	7
8s	3	7
10s	3	7
5 years	3	7

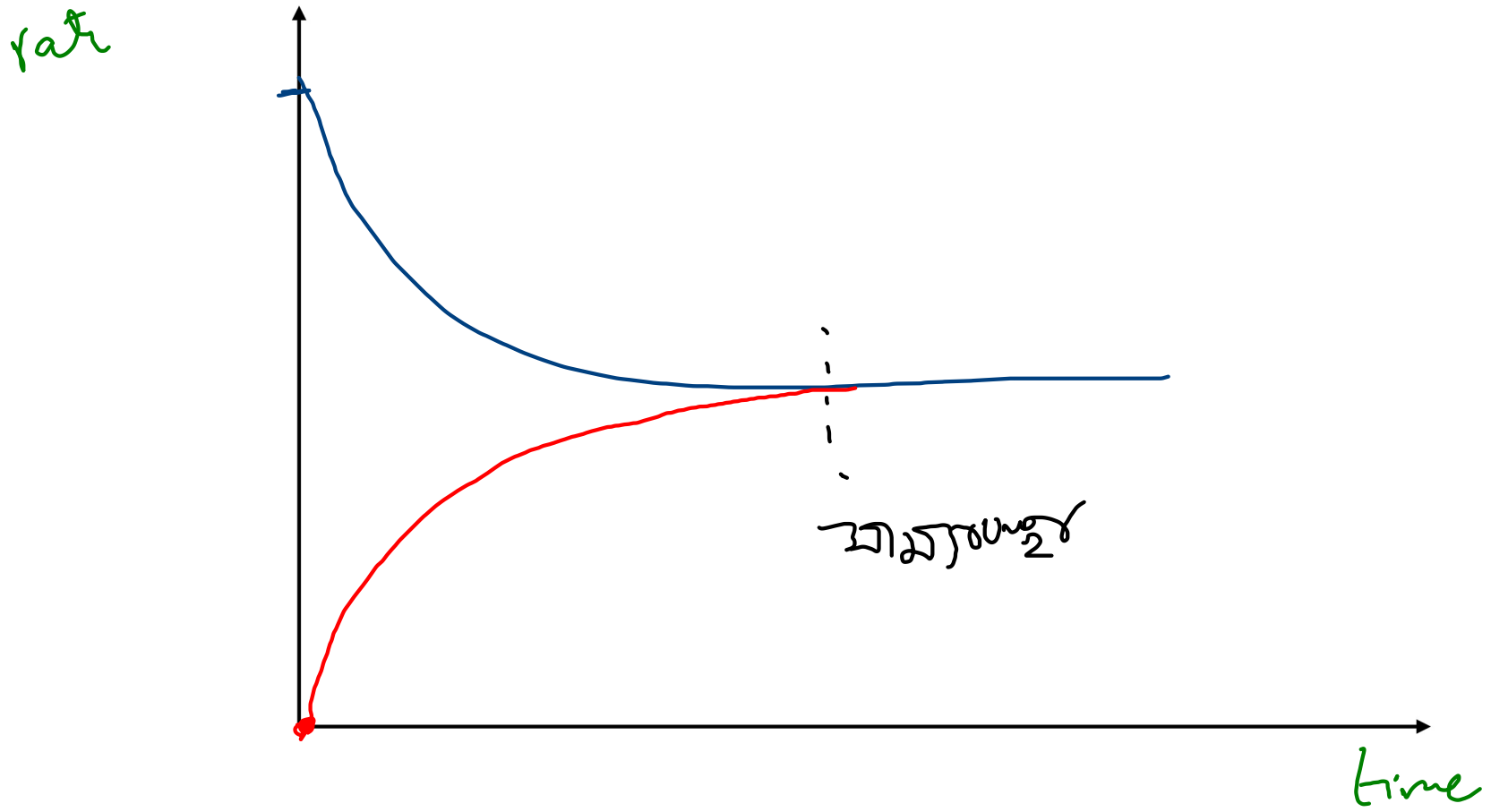
- সাম্যাবস্থা মানে হার সমান, পরিমাণ না।

- সাম্যাবস্থা অনন্তকাল চলতে থাকে।

- এটা গতিশীল অবস্থা এবং এর উপর প্রভাবকের কোন ভূমিকা নেই।

- একটি উভমুখী বিক্রিয়া আসলে শেষ হয়না, সাম্যাবস্থায় পৌছায়। আর এটিকেই আমরা অনেক সময় সমাপ্তি বলে ধরে নেই।

Rate vs time



সাম্যধ্রুবক

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

$$K = \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b}$$

সব তথ্য সাম্যাবস্থায়

সক্রিয় ভর, a_i → Dimensionless

0.1 M → a = 0.1

দ্রবণ: মোলার ঘনমাত্রা(M)

গ্যাস: আংশিক চাপ(atm) / আপেক্ষিক ঘনমাত্রা (M)

Liquid : 1

Solid : 1

আংশিক চাপ, $p_i = x_i P_{tot}$

$x_i = \frac{n_i}{n_{tot}}$

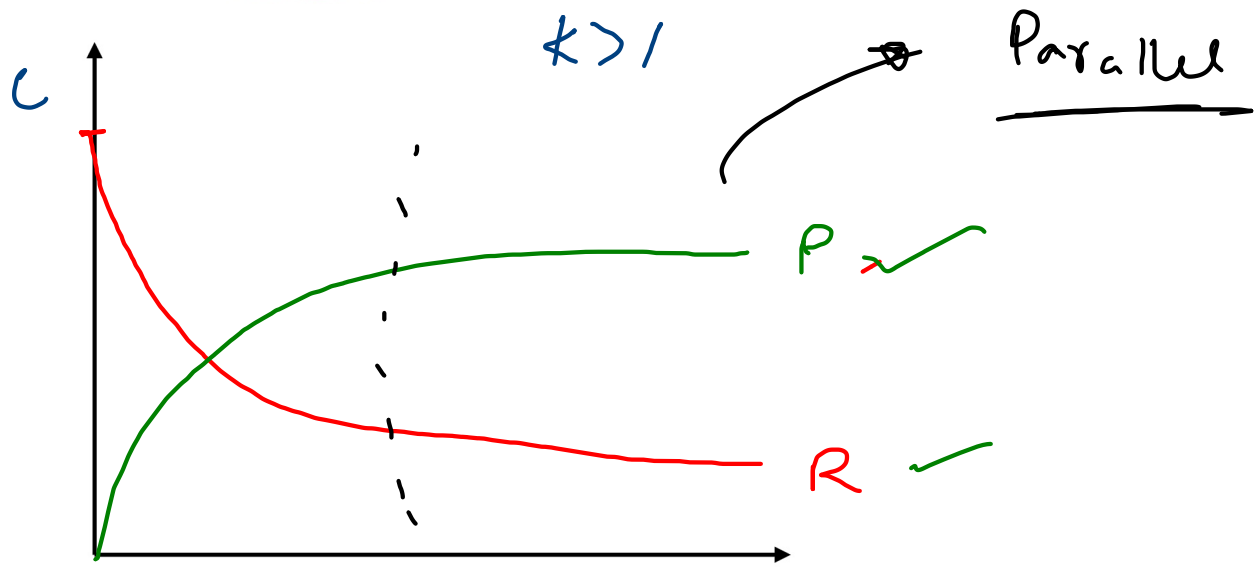
ঘনামাত্রা, $C = n/V(L)$

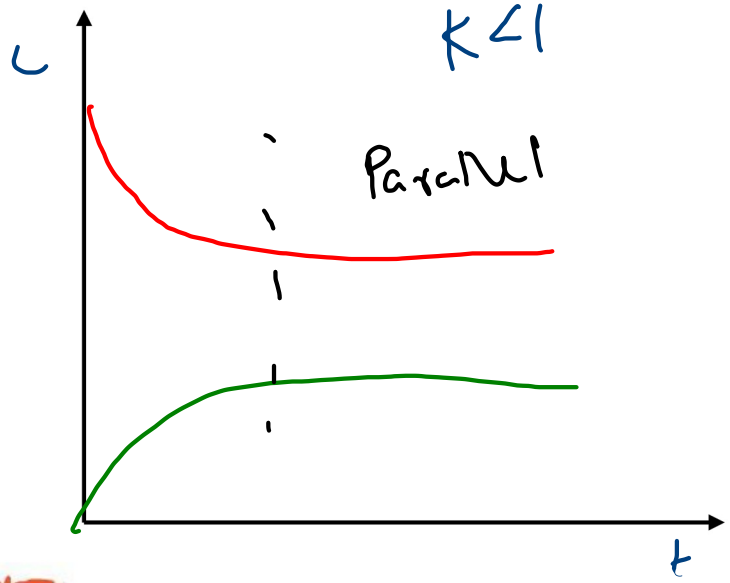
If, K>1; (R<P) ; More than 50% reactant is converted to product.

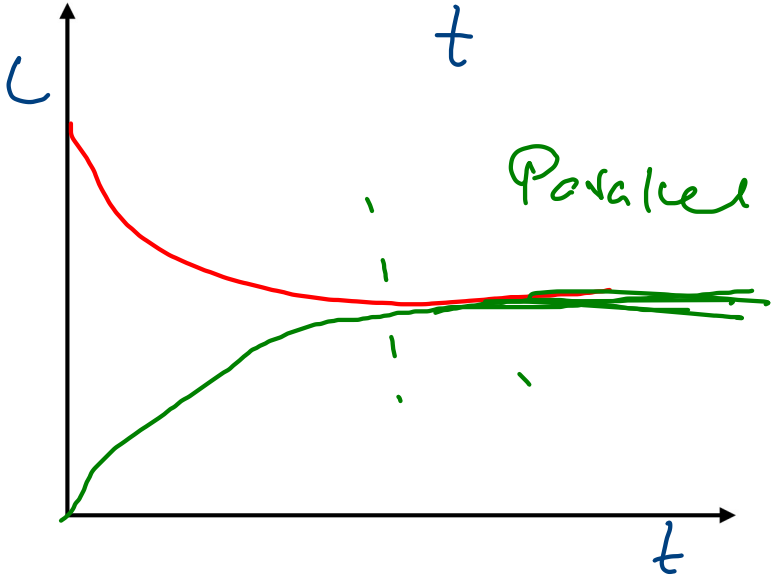
If, K< 1; (R >P) ; Less than 50% reactant is converted to product.

ellf , K= 1; (R=P); Exactly 50% conversion (extremely rare)

Conc vs time







K_P ,K_C এর একক

Solid - Liquid
no একক।

কোন একক নেই, কিন্তু আমাদের পরীক্ষার জন্য আছে।

$K_C = (molL^{-1})^{\Delta n}$; এখানে Δn= উৎপাদের মোল - বিক্রিয়কের মোল
(দ্রবণ দশা)

$K_P = (atm)^{\Delta n}$; এখানে Δn= উৎপাদের মোল - বিক্রিয়কের মোল
(only gas)

Poll Question 01

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$ বিক্রিয়ার Kp এর একক কোনটি ?

$\Delta n = 2 - (1+1) = 0$

$(atm)^{\Delta n} = 1$

(a) atm^{-1}

(b) atm^{-3}

(c) নেই

(d) atm^2

K_P না K_C ?

পাত্রের মোট চাপ দেওয়া না থাকলে K_P নির্নয় সম্ভব না।

- ☑ চাপ দেওয়া থাকলে K_p
- ☑ আয়তন দেওয়া থাকলে K_C
- ☑ কিছু দেওয়া না থাকলে K_C

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

Type -01 (সমীকরণ ভিত্তিক)

If, $aA \rightleftharpoons bB$; K then..

$bB \rightleftharpoons nA$; $K' = \frac{1}{K}$

$naA \rightleftharpoons nbB$; $(n>0)$ $K' = K^{n}$ (n = Power)

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

Δn= উৎপাদের মোল-বিক্রিয়কের মোল (only gas)

$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

$\times \frac{1}{2}$

$NO_2 \rightleftharpoons \frac{1}{2} N_2O_4$

গাণিতিক সমস্যা

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$; $K_P = \frac{1}{27}\ atm^{-2}$

$\frac{2}{3}NH_3(g) \rightleftharpoons H_2(g) + \frac{1}{3}N_2(g)$ বিক্রিয়াটির K_P =?

[BUET 2017-18]

$K_p' = \left(\frac{1}{K_p}\right)^{\frac{1}{3}}$

$K_p' = (27)^{\frac{1}{3}} = 3\ atm$

Poll Question 02

কোনো একটি উভমূখী বিক্রিয়ায় $\Delta n = \frac{1}{2}$ হলে, কত তাপমাত্রায় K_P এর মান K_C এর মানের আটগুণ হবে?

$[R = 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}]$

(BUET 2014-15)

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

0.0821

(a) 779.5 K

(b) 550.5K

(c) 650K

(d) 880K

→ [illegible]

$a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D$

In:	n_A	n_B	n_C	n_D	mol
Change:	$-ax$	$-bx$	$+cx$	$+dx$	mol
Eq:	$(n_A - ax)$	$(n_B - bx)$	$(n_C + cx)$	$(n_D + dx)$	mol

→ [illegible]

−ve [illegible]

+ve [illegible]

"Primary Tank"

Type-02 (সাধারণ)

K_c

2L পাত্রে 12g H_2, 140g N_2 বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 34g NH_3 তৈরি করে। নিচের বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক (K_C) কত?

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

	N_2	$3H_2$	$2NH_3$	
I:	5	6	0	mol
C:	$-x$	$-3x$	$+2x$	mol
E:	$(5-x)$	$(6-3x)$	$(0+2x)$	mol

$n_{N_2} = \frac{140}{28} = 5$ mol ; $n_{NH_3} = 0$ mol

$n_{H_2} = \frac{12}{2} = 6$ mol Initial

2

$0 + 2x = \frac{34}{17}$

$x = 1$ mol

$C = \frac{n}{V(L)}$

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

$$K_c = \frac{\left(\frac{2x}{2}\right)^2}{\frac{5-x}{2} \times \left(\frac{6-3x}{2}\right)^3}$$

$$K_c = \frac{1^2}{2 \times \left(\frac{3}{2}\right)^3} \; L^2 mol^{-2}$$

Type-03 (শুরুর পরিমাণ দেওয়া থাকবে না) "Incomplete"

2L পাত্রে H_2, N_2 বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 1 মোল NH_3 তৈরি করে। নিচের বিক্রিয়ার সাম্যাঙ্ক (K_C) কত?

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

	N_2	$3H_2$	$2NH_3$	
I:	1	3	0	mol
C:	$-x$	$-3x$	$+2x$	mol
E:	$1-x$	$3-3x$	$2x$	mol

0.5 mol

$2x = 0.5$

$x = 0.25$

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

$$K_c = \frac{(2x/2)^2}{\left(\frac{1-x}{2}\right)\left(\frac{3-3x}{2}\right)^3}$$

$= (\quad)$ Ans

Type-04 (সাম্যাবস্থায় শতকরা পরিমাণ দেওয়া থাকবে)

2L পাত্রে সাম্যাবস্থায় 20%(mol) NH_3 আছে। পাত্রের মোট চাপ 1.5 atm হলে, সাম্যধ্রুবক কত? K_p

[RUET'03-04,05-06,10-11]

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

	N_2	$3H_2$	$2NH_3$	
I:	1	3	0	mol
C:	$-x$	$-3x$	$+2x$	mol
E:	$1-x$	$3-3x$	$2x$	mol

$1-x+3-3x+2x$

শর্তমতে,

$$\frac{2x}{4-2x} = \frac{20}{100}$$

$$\frac{x}{2-x} = 0.2$$

$$P_i = x_i P_{tot}$$

$$P_{N_2} = \frac{1-x}{4-2x} \times 1.5$$

$$P_{H_2} = \frac{3-3x}{4-2x} \times 1.5$$

$$P_{NH_3} = \frac{2x}{4-2x} \times 1.5$$

$$K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \times P_{H_2}^3}$$

$= (\quad)\ atm^{-2}$

Type 05: বিক্রিয়ার অনুপাত (Q)

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

$$Q_C = \frac{[C]_0^c [D]_0^d}{[A]_0^a [B]_0^b}$$

$$Q_P = \frac{p_{C,0}^c p_{D,0}^d}{p_{A,0}^a p_{B,0}^b}$$

i) $Q > K$ পশ্চাদমুখী

Q যে কোন অবস্থায়, K সাম্যাবস্থায়

ii) $Q < K$ সম্মুখমুখী

iii) $Q = K$ সাম্যাবস্থায়

গাণিতিক সমস্যা

$K_c = 0.137$ ও V=2L হলে সাম্যাবস্থায় প্রত্যেকের ঘনমাত্রা কত ?

0.005

	CO_2	+	H_2	=	CO	+	H_2O	
I:	5		6		1		1	mol
C:	$\pm x$		$\pm x$		$-x$		$-x$	mol
E:	$(5+x)$		$(6+x)$		$(1-x)$		$(1-x)$	mol

সাম্যাবস্থায়

$$K_c = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$$

$$0.005 = \frac{\frac{(1-x)}{2}\frac{(1-x)}{2}}{\frac{(5+x)}{2}\frac{(6+x)}{2}}$$

$x = (\quad)$

(Ans)

$$Q_c = \frac{[CO]_0[H_2O]_0}{[CO_2]_0[H_2]_0}$$

$$= \frac{\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right)}{\left(\frac{5}{2}\right)\left(\frac{6}{2}\right)}$$

$$= 0.03 > K_c$$

Q_c

Type 06 (ভ্যান্ট হফের সমীকরণ)

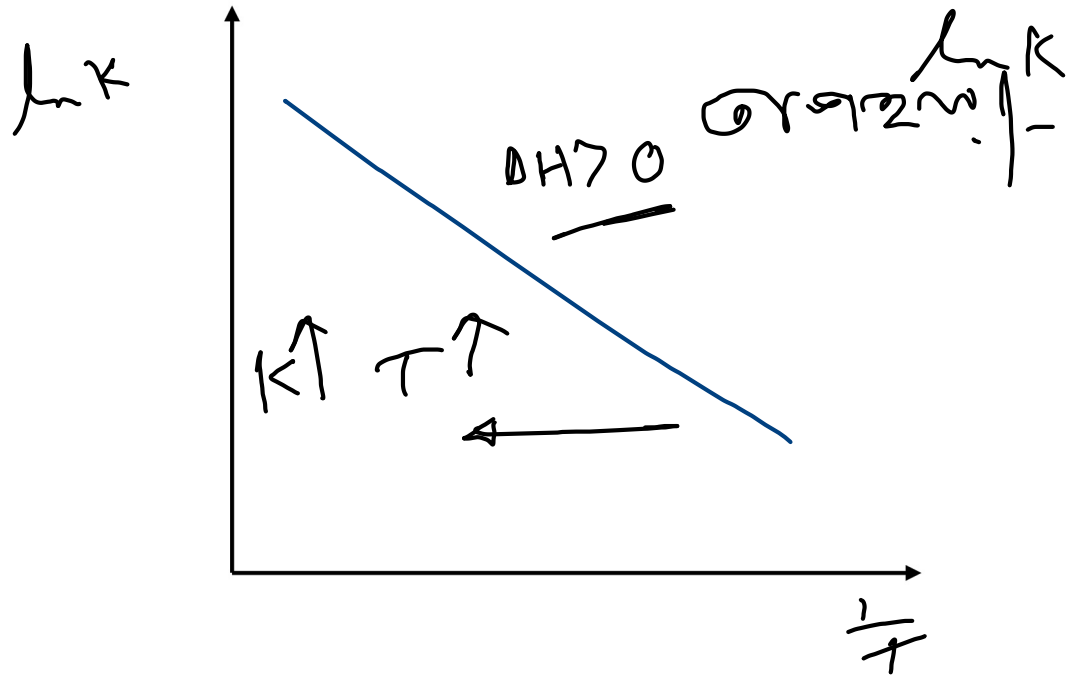
সাম্যাঙ্কের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক

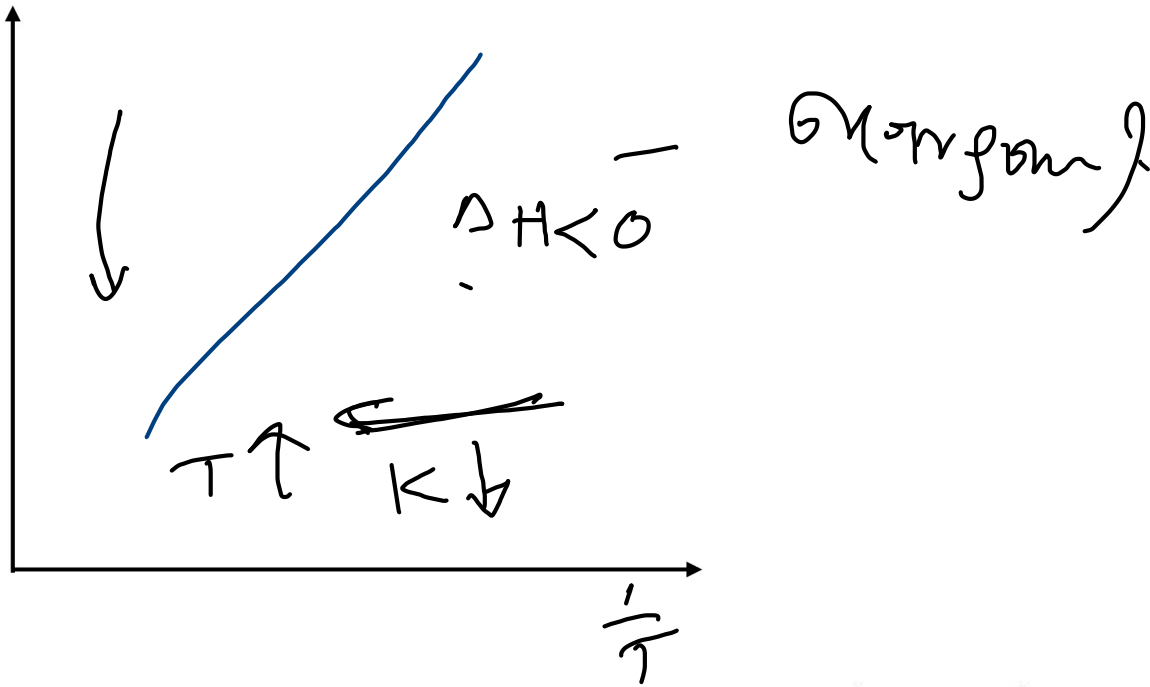
$$lnK = -\frac{\Delta H}{RT} + C$$

$y = mx + c$

$\Delta H > 0$

$\Delta H < 0$





গাণিতিক সমস্যা

InK vs 1/T লেখের ঢালের মান 21645 K হলে ΔH= ?

kJ/mol

$$-\frac{\Delta H}{R} = 21645$$

J mol^{-1}

$$\frac{\Delta H}{8.314 \times 10^{-3}} = 21645$$

$$\Delta H = 8.314 \times 10^{-3} \times 21645 \text{ kJ/mol}$$

দুটি ভিন্ন তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক

$$\ln K = \frac{-\Delta H}{RT} + c$$

T_1, K_1

T_2, K_2

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

গাণিতিক সমস্যা

$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g);\ \Delta H = +90\ kJmol^{-1}$

$0°C$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক 0.00564 atm হলে $27°C$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটির K_P এর মান নির্ণয় কর।

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$K_2 = 0.00564 \exp\left[\frac{90 \times 10^3}{8.31}\left(\frac{1}{273} - \frac{1}{300}\right)\right]$$

$= (\ )$ (Am)

Type -07: বিয়োজন মাত্রা (α)

প্রতি মোল থেকে যত মোল বিয়োজিত হয়।

$$\alpha = \frac{x}{c}$$

Type-08: দুটি প্রচলিত বিক্রিয়া

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

1 α α

$$K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2} P_{tot}$$

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

1 2α

$$K_p = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} P_{tot}$$

গাণিতিক সমস্যা

K_c

2L পাত্রে 4mol H_2, 2mol N_2 বিক্রিয়া করে। N_2 এর 20% NH_3 তে রূপান্তরিত হয়। সাম্যধ্রুবক কত? [BUET'06-07, BUTex'07-08]

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

	N_2	H_2	NH_3	
I:	2	4	0	mol
C:	$-x$	$-3x$	$+2x$	mol
E:	$(2-x)$	$(4-3x)$	$2x$	mol

N_2 এর 20%

$\therefore \frac{x}{2} \times 100 = 20$

$x = 0.4$ mol

$$K_c = \frac{\left(\frac{2x}{2}\right)^2}{\left(\frac{2-x}{2}\right)\left(\frac{4-3x}{2}\right)^3}$$

$$= \frac{\left(\frac{2\times 0.4}{2}\right)^2}{\frac{2-0.4}{2} \times \left(\frac{4-0.6}{2}\right)^3} \; L^2 mol^{-2}$$

Acid-Base

মতবাদ	Acid	Base
আরহেনিয়াস	জলীয় দ্রবনে H^+ দান করে	জলীয় দ্রবনে OH^- দান করে
ব্রনস্টেড ও লাওরি	H^+ দান করে	H^+ গ্রহণ করে
লুইস	ইলেকট্রনজোড় গ্রহণ করে	ইলেকট্রনজোড় দান করে

এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক

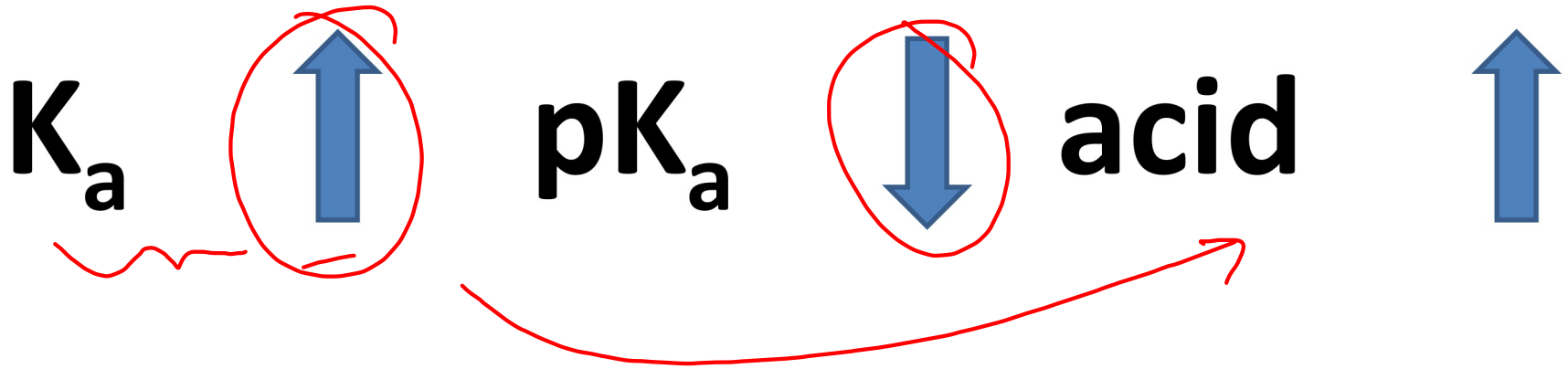
$$\underset{\text{এসিড}}{HA} + \underset{\text{ক্ষারক}}{H_2O} \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$$

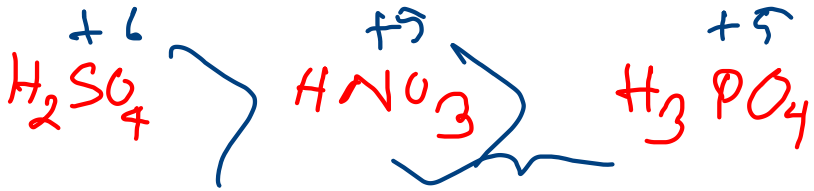
$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$$

$[H_2O]$এর মান ধ্রুবক ধরা যায়

$$\therefore K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$pKa = -\log(Ka)$$


K_a
pK_a
acid



- (ক্রম): পরমাণুর আকার ↑ ধর্ম ↑
- পর্যায়ে: আকার ↓ ধর্ম ↑

Poll Question 03

কোনটি শক্তিশালী এসিড?

(a) H_2SO_4

(b) HNO_3

(c) H_2CO_3

(d) $HClO_4$

Name	Formula	K_a	pK_a
Hydrochloric acid	HCl	1.0×10^{7}	−7.00
Phosphoric acid	H_3PO_4	7.5×10^{-3}	2.12
Hydrofluoric acid	HF	6.6×10^{-4}	3.18
Lactic acid	$CH_3CH(OH)CO_2H$	1.4×10^{-4}	3.85
Acetic acid	CH_3CO_2H	1.8×10^{-5}	4.74
Carbonic acid	H_2CO_3	4.4×10^{-7}	6.36
Dihydrogenphosphate ion	$H_2PO_4^-$	6.2×10^{-8}	7.21
Ammonium ion	NH_4^+	5.6×10^{-10}	9.25
Hydrocyanic acid	HCN	4.9×10^{-10}	9.31
Hydrogencarbonate ion	HCO_3^-	5.6×10^{-11}	10.25
Methylammonium ion	$CH_3NH_3^+$	2.4×10^{-11}	10.62
Hydrogenphosphate ion	HPO_4^{2-}	4.2×10^{-13}	12.38

ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক

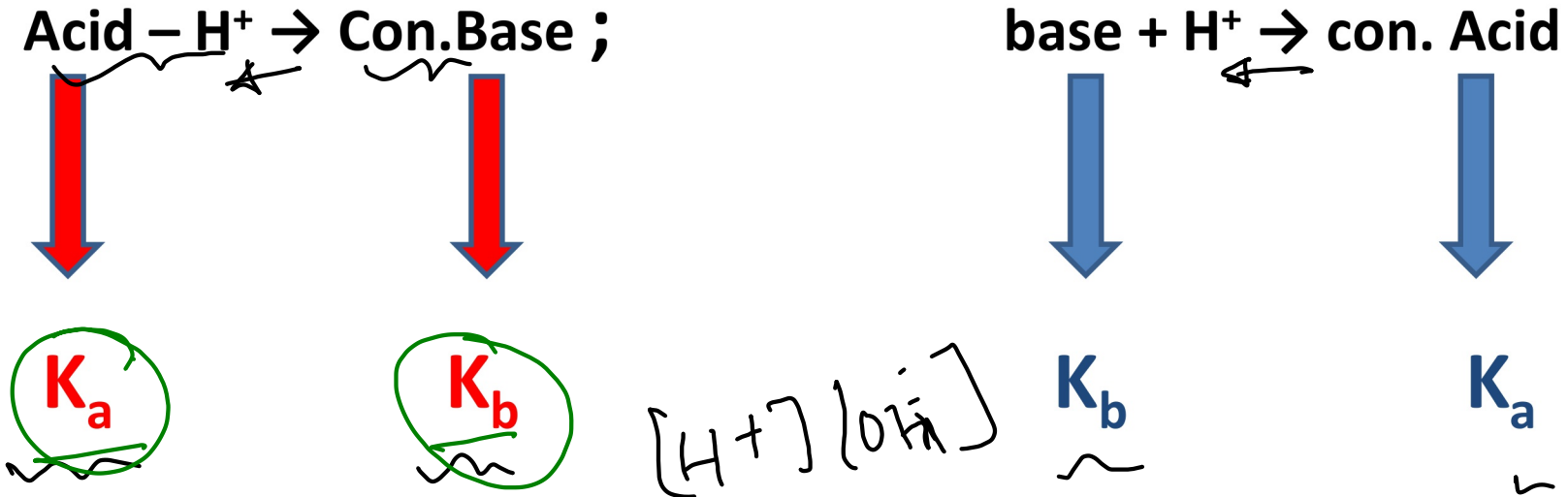
$$B: + H_2O \rightleftharpoons HB^+ + OH^-$$

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

$$pK_b = -\log K_b$$

$K_b \uparrow$, $pK_b \downarrow$ base $\uparrow$

অনুবন্ধী এসিড-ক্ষার (conjugated acid-base)

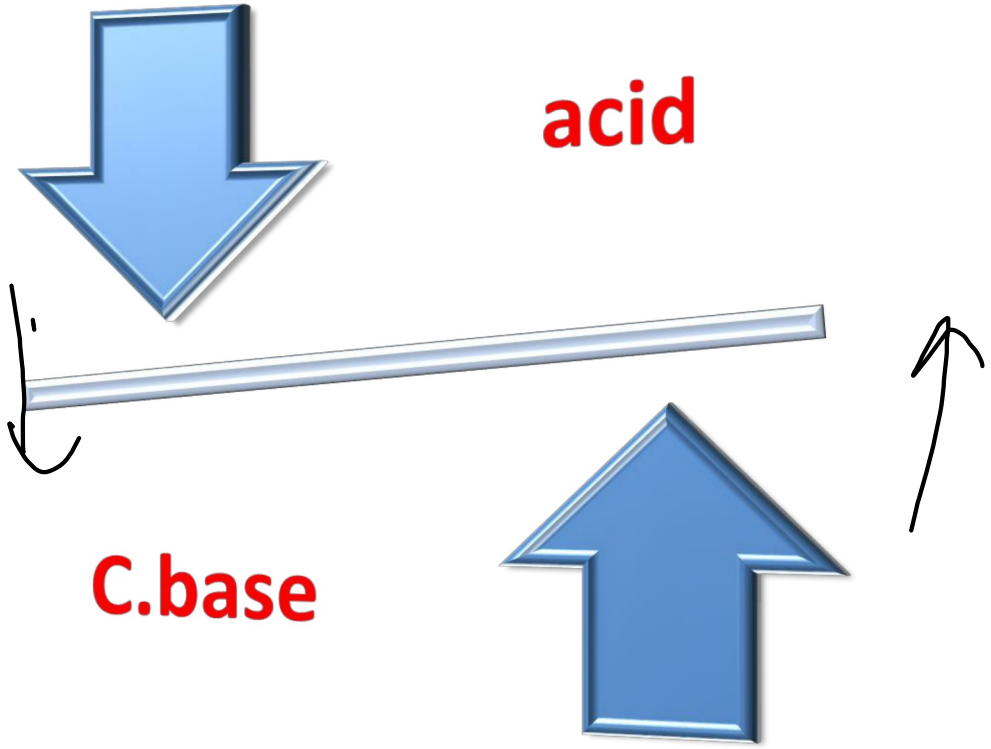


$$K_a \times K_b = K_w = 10^{-14} \quad (25^\circ C)$$

$$K_a \times K_b = K_w = 10^{-14}$$

$$K_a \times K_b = K_w = 10^{-14}$$

$$K_a \propto \frac{1}{K_b}$$



পানির আয়নিক গুনফল

$K_w = [H^+]\,[OH^-]$

10^{-7} 10^{-7}

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

$pH = 7$

At 25°C , $K_w = 10^{-14}\ mol^2L^{-2}$

নিরপেক্ষ দ্রবণ
neutral

pH < 7 অম্লীয়

pH > 7 ক্ষারীয়

Temp ↑ K_w ↑

pH & pOH

কোন কোন লঘু জলীয় দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রাকে pH বলে।

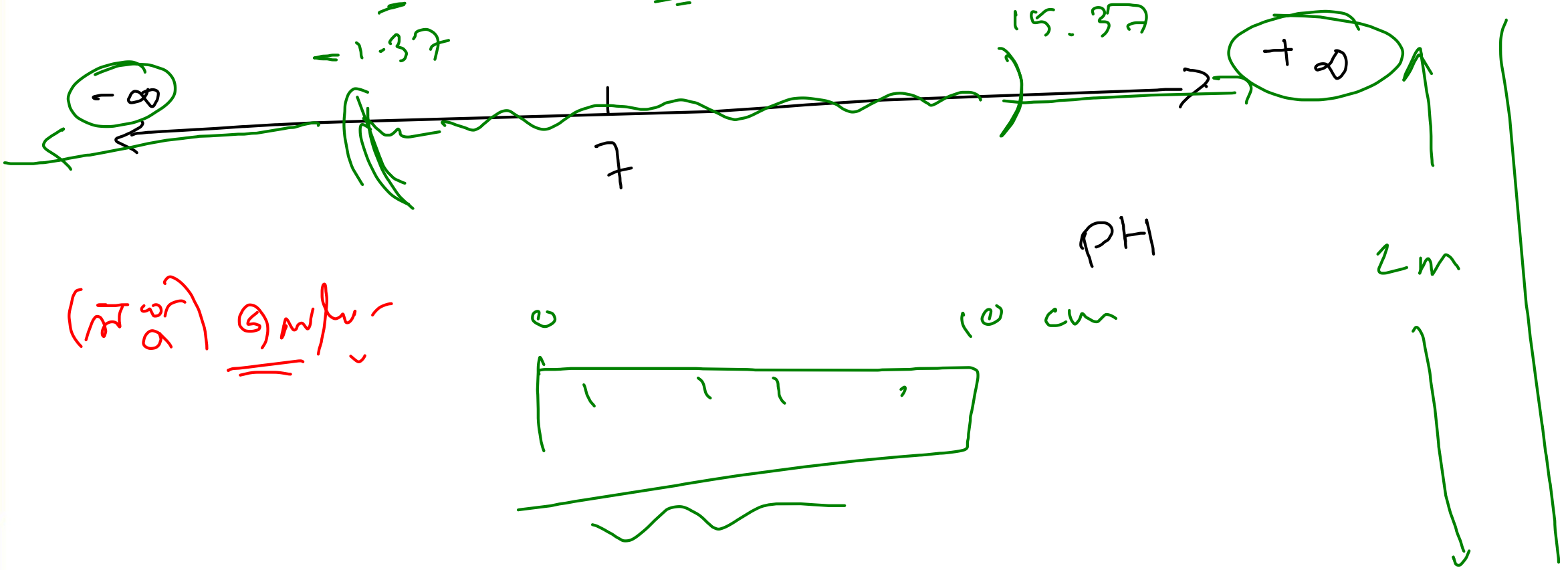
$pH = -\log (H^+)$

$pOH = -\log (OH^-)$

At 25°C, $pH + pOH = 14$

গাণিতিক সমস্যা

pH এর মান 0 থেকে কম বা 14 থেকে বেশি হতে পারে কিনা?



গাণিতিক সমস্যা

একটি ফলের রসের হাইড্রোনিয়াম আয়নের ঘনমাত্রা 3.3×10^{-2}M, ফলের রসের pH কত? এটা কি অম্লীয় না ক্ষারীয়? এর pOH এর মান কত হবে? **[BUET'08-09]**

$pH = -\log[H_3O^+]$

$= -\log(3.3 \times 10^{-2})$

$S = \frac{w}{MV(L)} =$ ——

$pOH = 14 - pH$ (Ans)

Poll Question 04

3L দ্রবণে 1.35g HCl দ্রবীভূত আছে। এই দ্রবণের pH নির্ণয় কর। [KUET'10-11]

(a) 2.91
(b) 1.91
(c) 7.40
(d) 7

$S = \frac{w}{MV(L)} = \frac{1.35}{36.5 \times 3}$

$pH = -\log(\quad)$

গাণিতিক সমস্যা

বিকারে 10^{-8} M H_2SO_4 দ্রবণ থাকলে তার pH=?

$pH = -\log [H^+]$ weaker $= 10^{-7}$ M

$< 10^{-5}$

$pH = -\log (2 \times 10^{-8})$

$= 7.69$

Revised

$pH = -\log (2 \times 10^{-8} + 10^{-7})$ $= 6.92 < 7$

দূর্বল এসিড

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

C	0	0
C-C	C	C

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

C	0	0
$C-\propto C$	$\propto C$	$\propto C$

$pH = -\log(c)$

$pH = -\log(\propto C)$

$pH = -\log(\sqrt{K_a \times C})$

$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

গাণিতিক সমস্যা

298K তাপমাত্রায় ইথানোয়িক এসিডের $K_a = 1.7 \times 10^{-5}\ mol\ dm^{-3}$ হলে উক্ত এসিডের $0.1\ mol\ dm^{-3}$ দ্রবণের pH বের কর? [BUET'06-07,BUTex'07-08]

$$pH = -\log\sqrt{K_a \times C}$$

$$= -\log\sqrt{1.7\times10^{-5}\times0.1}$$

$$= (\quad)\ Ans$$

বাফার দ্রবন

I. সামান্য পরিমাণ দূর্বল এসিড/ ক্ষার যোগ করলেও pH পরিবর্তন হয় না।

II. দূর্বল এসিড/ ক্ষার থাকা লাগবেই।

III. এসিড, ক্ষারের মিশ্রণে দুর্বলের মোল পরিমাণ বেশি থাকলেই বাফার দ্রবণ তৈরি হয়।

Poll Question 05

কোন মিশ্রণটি বাফার দ্রবণ হিসাবে কাজ করবে? [DU'13-14]

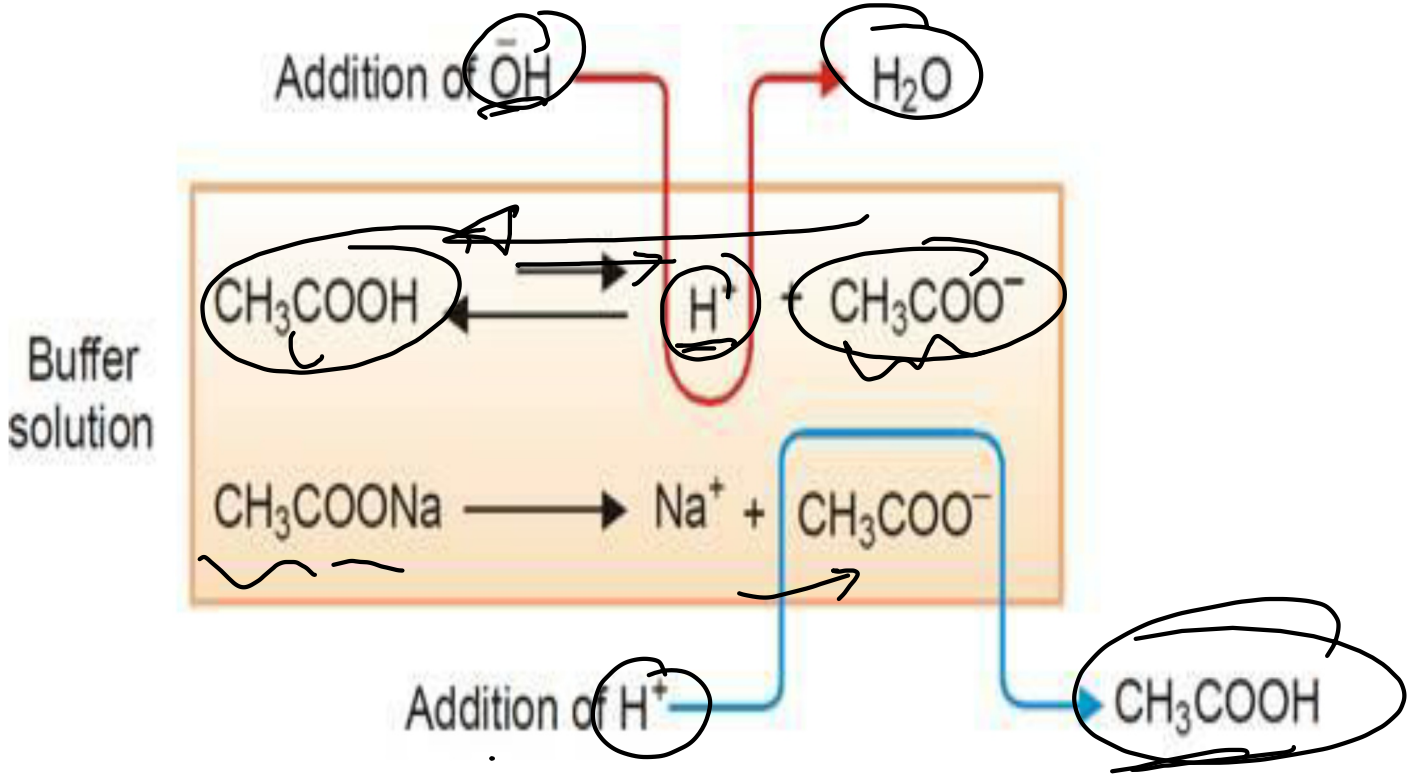
(a) 0.2 M 10 mL CH_3COOH + 0.2 M 10 mL NaOH

(b) 0.2 M 10 mL CH_3COOH + 0.1 M 10 mL NaOH

(c) 0.1 M 10 mL CH_3COOH + 0.2 M 10 mL NaOH

(d) 0.1 M 10 mL HCl + 0.2 M 10 mL NaOH

Mechanism


Addition of $\bar{O}H$
H_2O
Buffer solution
CH_3COOH
H^+
CH_3COO^-
CH_3COONa
Na^+ + CH_3COO^-
Addition of H^+
CH_3COOH

pH of buffer

Handerson- Hassalbalch Equation:

$$pH = pK_a + \log \frac{n_{salt}}{n_{acid}}$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{n_{salt}}{n_{base}}$$

গাণিতিক সমস্যা

400 mL 0.1 M NaOH এর সাথে 600 mL 0.2 M CH_3COOH যোগ করে একটি বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করা হল। বাফার দ্রবণের pH কত? $[pK_a = 4.76]$ **[BUET'17-18]**

CH_3COO^-

$$pH = 4.76 + \log \frac{0 + \frac{400 \times 0.1}{1000}}{\frac{600 \times 0.2}{1000} - \frac{400 \times 0.1}{1000}}$$

$n = S \times V(L)$

গাণিতিক সমস্যা

10.0 pOH এর বাফার দ্রবণ তৈরি করতে $50cm^3$ 0.05M HCOOH সাথে কত cm^3 0.10M HCOONa দ্রবণ যোগ করতে হবে গণনা কর। $[K_{HCOOH} = 1.8 \times 10^{-4}]$

$$pH = -\log(1.8 \times 10^{-4}) + \log \frac{\frac{V(mL) \times 0.1 \times 10^{-3}}{10.0} + 0}{\frac{50 \times 0.05}{10.0} - 0}$$

$$pOH = 14 - pH$$

লেগে থাকো সৎ ভাবে,
স্বপ্ন জয় তোমারই হবে।