shikho

প্র্যাকটিস বুক

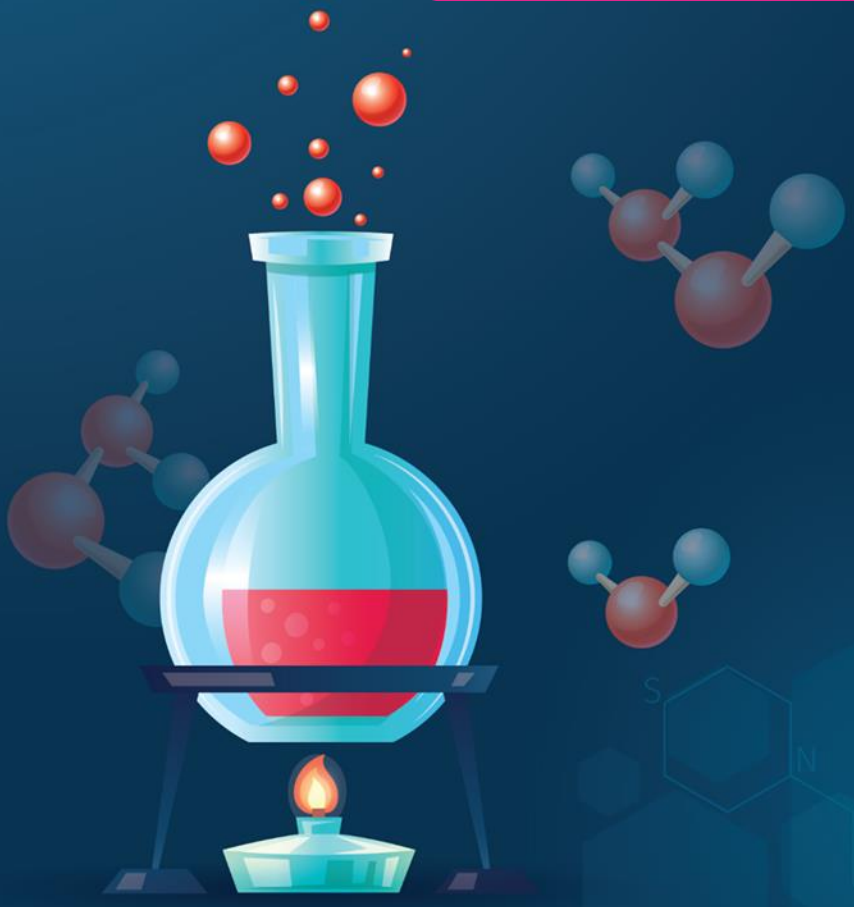
একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

ACADEMIC PROGRAM

HSC 26
CLASS 11

রসায়ন ১ম পত্র

গুণগত রসায়ন (দ্রাব্যতা)



গুণগত রসায়ন (দ্রাব্যতা)

Definitions

1. **দ্রবণ:** দুই বা ততোধিক পদার্থের সমসত্ত্ব মিশ্রণ যার সংযুক্তি একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে পরিবর্তন করা যায়, তাকে দ্রবণ বলে।

2. **দ্রব:** দ্রবণে যে পদার্থ দ্রবীভূত হয়, তাকে দ্রব বলে।

3. **দ্রাবক:** যে মাধ্যমে দ্রব দ্রবীভূত হয়, তাকে দ্রাবক বলে।

সংযুক্তি অনুসারে দ্রবণ ৩ প্রকার-

i. **অসম্পৃক্ত দ্রবণ:** স্থির তাপমাত্রায় কোন দ্রাবকে যে পরিমাণ দ্রব ধারণ করতে পারে, সে পরিমাণ অপেক্ষা কম দ্রব দ্রবীভূত থাকলে, তাকে অসম্পৃক্ত দ্রবণ বলে।

ii. **সম্পৃক্ত দ্রবণ:** স্থির তাপমাত্রায় কোন দ্রাবকে যে পরিমাণ দ্রব ধারণ করতে পারে, সে পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে, তাকে সম্পৃক্ত দ্রবণ বলে।

iii. **অতিপৃক্ত দ্রবণ:** কোনো বিশেষ তাপমাত্রায় দ্রবণ সম্পৃক্ত করার জন্য যে পরিমাণ দ্রবের প্রয়োজন হয়, তার চেয়ে অধিক পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে, তাকে অতিপৃক্ত দ্রবণ বলে।

4. **দ্রাব্যতা:** 25^0C তাপমাত্রায় পানিতে প্রতি লিটার সম্পৃক্ত দ্রবণে কোন যৌগের গ্রাম পরিমাণ অথবা মোল পরিমাণকে ঐ যৌগের দ্রাব্যতা বলে। অর্থাৎ,

$$\text{যৌগের দ্রাব্যতা, } S = \frac{\text{দ্রবের ভর (g/mol)}}{\text{সম্পৃক্ত দ্রবণের আয়তন (L)}}$$

5. **দ্রাব্যতা গুণফল:** সম্পৃক্ত দ্রবণে উদ্ভূত সাম্যাবস্থায় স্বল্প দ্রবণীয় যৌগের আয়নদ্বয়ের সর্বোচ্চ আয়নীয় মোলার ঘনমাত্রার গুণফলকে ঐ যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল বলে। একে K_{SP} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$AB_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2B^-$$
$$\therefore K_{SP} = [A^{2+}]_e \cdot [B^-]_e{}^2$$

6. **আয়নিক গুণফল:** যেকোন দ্রবণে স্বল্প দ্রবণীয় যৌগের আয়নদ্বয়ের সর্বোচ্চ আয়নীয় মোলার ঘনমাত্রার গুণফলকে ঐ যৌগের আয়নিক গুণফল বলে। একে K_{IP} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$AB_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2B^-$$
$$\therefore K_{IP} = [A^{2+}] \cdot [B^-]^2$$

7. **সম-আয়ন:** কোন দ্রবণে দুটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের বিয়োজনের ফলে একটি নির্দিষ্ট আয়ন যদি উভয় পদার্থ হতে উৎপন্ন হয়, তবে ঐ আয়নটিকে সম-আয়ন বলে।

8. সম-আয়ন প্রভাব: সমআয়ন বিশিষ্ট দুটি তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ একই দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে, তখন উভয়ের বিয়োজন মাত্রা সাধারণত হ্রাস পায়। বিশেষত উভয়ের মধ্যে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থটির বিয়োজন-মাত্রা যথেষ্ট কমে যায়, তাকে সম-আয়ন প্রভাব বলে।

Formulas

1. দ্রবণ = দ্রব + দ্রাবক
2. আয়নিক গুণফল ও দ্রাব্যতা গুণফল এর মধ্যে সম্পর্ক:

K_{ip} ও K_{sp} এর মধ্যে সম্পর্ক	$K_{ip} < K_{sp}$	$K_{ip} = K_{sp}$	$K_{ip} > K_{sp}$
দ্রবণের প্রকৃতি	অসম্পৃক্ত	সম্পৃক্ত	অধঃক্ষিপ্ত

3. **দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফলের মধ্যে সম্পর্ক:** কোন স্বল্প দ্রবণীয় যৌগের দ্রাব্যতা S এবং দ্রাব্যতা গুণফল K_{SP} হলে,

লবণের গঠন	**AB**	**AB_2**	**AB_3**	**A_2B_3**
সাম্যাবস্থা	$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$	$AB_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2B^-$	$AB_3 \rightleftharpoons A^{3+} + 3B^-$	$A_2B_3 \rightleftharpoons 2A^{3+} + 3B^{2-}$
K_{sp}	$K_{sp} = [A^+]_e \cdot [B^-]_e$	$K_{sp} = [A^{2+}]_e \cdot [B^-]_e^{\,2}$	$K_{sp} = [A^{3+}]_e \cdot [B^-]_e^{\,3}$	$K_{sp} = [A^{2+}]_e^{\,2} \cdot [B^-]_e^{\,3}$
K_{sp} ও s এর মধ্যে সম্পর্ক	$K_{sp} = s \times s$ $\therefore K_{sp} = s^2$	$K_{sp} = s \times (2s)^2$ $\therefore K_{sp} = 4s^3$	$K_{sp} = s \times (3s)^3$ $\therefore K_{sp} = 27s^4$	$K_{sp} = (2s)^2 \times (3s)^3$ $\therefore K_{sp} = 108s^5$
উদাহরণ	AgCl	$CaCl_2$	$Al(OH)_3$	$Al_2(SO_4)_3$

চলো দেখি কী এসেছে বিভিন্ন বোর্ডে!

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

১) AX_2এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত হবে? **[ঢা. বো. ২৩]**

(ক) S^2 (খ) $4S^3$ (গ) $27S^4$ (ঘ) $108S^5$

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- AX_2 এর আয়নসমূহ হলো-
  $AX_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2X^-$
  S S 2S
- AX_2 এর আয়নিক গুণফল –

$K_{ip} = [\dot{A}^{2+}][X^-]$

- সম্পৃক্ত দ্রবণের আয়নিক গুণফলই হলো দ্রাব্যতা গুণফল।
- AX_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল -

$K_{sp} = [A^{2+}][X^-]^2$
$= S \times (2S)^2$
$= 4S^3$

২) আপতিত রশ্মি $\xrightarrow{uv}$ আসল টাকা $\rightarrow$বিকিরিত রশ্মি; বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কোনটি? **[ম. বো. ২৩]**

(ক) $10 - 380$ nm (খ) $380 - 780$ nm (গ) $780 - 10^6$nm (ঘ) $10^6 - 10^9$nm

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- আসল টাকায় ফসফোর কালি থাকে।
- ফসফোর কালি UV রশ্মি শোষণ করে কিন্তু দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে।
- নকল বা জাল টাকা এবং জাল পাসপোর্টে ফসফোর কালি থাকে না।
- দৃশ্যমান অঞ্চলের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হলো $380nm - 780nm$।
- UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হলো $10nm - 380$ nm।

৩) কোন বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি? **[রা. বো. ২৩]**

(ক) মহাজাগতিক রশ্মি (খ) X-ray (গ) UV রশ্মি (ঘ) Visible ray

সঠিক উত্তর: ঘ

সমাধান:

- সকল বিকিরিত রশ্মির বেগ একই যার মান 3×10^8 ms^{-1}।
- $C = v\lambda$ থেকে জানা যায় যে রশ্মির কম্পাঙ্ক বেশি তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম এবং যেটির কম্পাঙ্ক কম সেটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি।
- তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্রম: বেতার তরঙ্গ (রেডিও) > মাইক্রোওয়েভ > অবলোহিত রশ্মি > দৃশ্যমান আলো > অতিবেগুনি > X-ray > γ-ray > মহাজাগতিক রশ্মি।

৪) জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণে কোনটি ব্যবহৃত হয়? **[রা. বো., কু. বো. ২৩]**

(ক) UV রশ্মি (খ) IR রশ্মি (গ) γ রশ্মি (ঘ) X রশ্মি

সঠিক উত্তর: ক

সমাধান:

- আসল টাকা বা পাসপোর্টে UV রশ্মি ফেললে সেটি UV রশ্মি শোষণ করে এবং দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে।
- পাসপোর্ট বা টাকায় UV রশ্মি ফেললে যদি দৃশ্যমান আলো না দেখা যায় তবে সেটি জাল আর যদি দেখা যায় তাহলে সেটি আসল ।

৫) LM_2 এর দ্রাব্যতা $0.0003 molL^{-1}$ হলে এর দ্রাব্যতা গুণফল কত? **[রা. বো. ২৩]**

(ক) $1.08 \times 10^{-11} mol^3L^{-3}$ (খ) $1.08 \times 10^{-10} mol^3L^{-3}$

(গ) $9.0 \times 10^{-8} mol^2L^{-2}$ (ঘ) $9.0 \times 10^{-7} mol^2L^{-2}$

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- A_xB_y এর দ্রাব্যতা S হলে এর দ্রাব্যতা গুণফল হবে-
  $K_{sp} = x^x \cdot y^y \cdot S^{x+y}$
- LM_2 এর দ্রাব্যতা S এর দ্রাব্যতা গুণফল হলো-
  $K_{sp} = 1^1 \cdot 2^2 \cdot S^{1+2} = 4S^3$
- LM_2 এর দ্রাব্যতা, $S = 0.0003 molL^{-1}$ হলে দ্রাব্যতা গুণফল হবে,
  $4S^3 = 4 \times (0.0003)^3 = 1.08 \times 10^{-10} mol^3L^{-3}$

৬) Ag_2CrO_4 এর দ্রাব্যতা 'S' হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত হবে? **[দি. বো. ২৩]**

(ক) S^2 (খ) $4S^3$ (গ) $27S^4$ (ঘ) $108S^5$

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{2-}$
  S 2S S
- $K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$
  $= (2S)^2 \times S$
  $= 4S^3$

৭) 25°C তাপমাত্রায় Ag_2CrO_4 এর দ্রাব্যতা গুণফলের মান 1.1×10^{-12} হলে Ag^+ আয়নের ঘনমাত্রা $molL^{-1}$ এককে কত হবে? **[চ. বো. ২৩]**

(ক) 3.25×10^{-5} (খ) 6.5×10^{-5} (গ) 1.3×10^{-4} (ঘ) 2.6×10^{-4}

সঠিক উত্তর: গ

সমাধান:

- Ag_2CrO_4 এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল $4S^3$।
- $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2\,Ag^+ + CrO_4^{2-}$
  2S S
- সম্পৃক্ত দ্রবণের $K_{ip} = K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$
  $\Rightarrow K_{sp} = (2S)^2 \times S$
  $\Rightarrow K_{sp} = 4S^3$
  $\Rightarrow 1.1 \times 10^{-12} = 4S^3$
  $\Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{1.1 \times 10^{-12}}{4}}$
  $= 6.50 \times 10^{-5}$
- Ag^+এর ঘনমাত্রা $= 2S = 2 \times 6.5 \times 10^{-5} = 1.3 \times 10^{-4} molL^{-1}$

৮) ক্রোমাটোগ্রাফির ব্যবহার — **[সি. বো. ১৫]**

i. জৈব যৌগের পৃথকীকরণ ও বিশোধন ii. পরিবেশ দূষণ প্রক্রিয়ায় দূষণ বস্তু শনাক্তকরণ

iii. মরিচের গুঁড়া হতে তার লাল রং নিষ্কাশন

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: খ

৯) $Cu_3(PO_4)_2$ এর দ্রাব্যতা S হলে, দ্রাব্যতা গুণফল হলো— **[চ. বো. ২৩]**

(ক) $6S^5$ (খ) $36S^5$ (গ) $54S^5$ (ঘ) $108S^5$

সঠিক উত্তর: ঘ

সমাধান:

- $Cu_3(PO_4)_2$ এর দ্রাব্যতা S হলে এর দ্রাব্যতা গুণফল হবে-
  $K_{sp} = x^x \cdot y^y \cdot S^{x+y}$
- $Cu_3(PO_4)_2$এর দ্রাব্যতা S হলে এর দ্রাব্যতা গুণফল হলো-
  $K_{sp} = 3^1 \cdot 2^2 \cdot S^{3+1} = 4S^3$

১০) $Ca(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা 0.03 M হলে K_{sp} কত? **[য. বো. ২৩]**

(ক) 2.7×10^{-5} (খ) 3.8×10^{-5} (গ) 1.08×10^{-4} (ঘ) 7.29×10^{-4}

সঠিক উত্তর: গ

সমাধান:

- $Ca(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = 4S^3$
  $= 4 \times (0.03)^3$
  $= 1.08 \times 10^4$
- K_{sp} এর ক্ষেত্রে সাধারণত একক লিখতে হয় না।

১১) অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রাব্যতা গুণফল 3.7×10^{-15} হলে এর দ্রাব্যতা কত? **[য. বো. ২৩]**

(ক) $4.28 \times 10^{-3} gL^{-1}$ (খ) $4.42 \times 10^{-3} gL^{-1}$ (গ) $6.24 \times 10^{-3} gL^{-1}$ (ঘ) $8.44 \times 10^{-3} gL^{-1}$

সঠিক উত্তর: ঘ

সমাধান:

- $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল হবে,
  $K_{sp} = 1^1 \cdot 3^3 \cdot S^{1+3}$
  $= 27S^4$
- $K_{sp} = 27S^4$ বা $S = \sqrt[4]{\frac{K_{sp}}{27}}$
- $S = \sqrt[4]{\frac{3.7 \times 10^{-15}}{27}} = 1.08 \times 10^{-4} molL^{-1}$

১২) 10mL 0.5M $CaCl_2$ দ্রবণের 5mL 0.5M K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করা হলে— $CaCrO_4$ এর $K_{SP} = 2.3 \times 10^{-2}$ **[ম. বো. ২৩]**

i. অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হবে ii. দ্রবণ পরিষ্কার থাকবে iii. দ্রাব্যতা গুণফল আয়নিক গুণফল হতে বেশি হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i (খ) ii (গ) iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ক

সমাধান:

- আয়নিক গুণফল হলো আয়ন সমূহের ঘনমাত্রার গুণফল।
- $CaCrO_4$ আয়ন সমূহ হলো-
  $CaCrO_4 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CrO_4^{2-}$
- $CaCrO_4$ এর আয়নিক গুণফল হলো—
  $K_{ip} = [Ca^{2+}][CrO_4^{2-}]$
- Ca^{2+} এর মোল সংখ্যা, $n = SV = 0.5 \times \frac{10}{1000} mol = 0.005mol$
- মিশ্রণে Ca^{2+} এর ঘনমাত্রা, $S = \frac{n}{V} = \frac{0.005}{0.01+0.005} molL^{-1}$
  $= 0.33molL^{-1}$
- CrO_4^{2-} এর মোল সংখ্যা $n = SV = 0.5 \times \frac{5}{1000} mol = 0.0025\ mol$
- CrO_4^{2-} এর ঘনমাত্রা (মিশ্রণে), $S = \frac{n}{V} = \frac{0.0025}{0.01+0.005} molL^{-1}$
  $= 0.167molL^{-1}$
- $CaCrO_4$ এর আয়নিক গুণফল,
  $K_{ip} = [Ca^{2+}][CrO_4^{2-}] = 0.33 \times 0.167$
  $= 5.5 \times 10^{-2}$
- দ্রাব্যতা গুণফল থেকে আয়নিক গুণফল বেশি হলে অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়।
- অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হলে দ্রবণটি পরিষ্কার থাকে না।

১৩) দ্রাব্যতা গুণফলের ক্ষেত্রে- **[রা. বো. ২৩]**

i. স্বল্প দ্রবণীয় লবণ হতে হবে ii. দ্রবণের তাপমাত্রা নির্দিষ্ট হতে হবে iii. অসম্পৃক্ত দ্রবণ হতে হবে

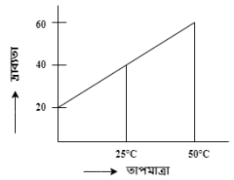
নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ক

সমাধান:

- নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো দ্রাবকে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকতে পারে সে পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকলে সে দ্রবণকে সম্পৃক্ত দ্রবণ বলে।
- দ্রাব্যতা গুণফল হলো স্বল্প দ্রবণীয় লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণের আয়নিক গুণফল।
- তাপমাত্রার পরিবর্তনে দ্রাব্যতা গুণফলের পরিবর্তন হয়, অর্থাৎ এক্ষেত্রে তাপমাত্রা নির্দিষ্ট থাকতে হবে।
- তাপমাত্রার পরিবর্তনে দ্রাব্যতা গুণফলের পরিবর্তন হয়, অর্থাৎ এক্ষেত্রে তাপমাত্রা নির্দিষ্ট থাকতে হবে।



উদ্দীপক হতে ১৪ এবং ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

১৪) 200g NH_4Cl এর সম্পৃক্ত দ্রবণকে 50°C থেকে 25°C তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করলে কত গ্রাম NH_4Cl কেলাসিত হবে?

(ক) 25 (খ) 50 (গ) 75 (ঘ) 90

সঠিক উত্তর: ক

সমাধান:

- উচ্চ তাপমাত্রার সম্পৃক্ত দ্রবণকে ঠান্ডা করে নিম্ন তাপমাত্রায় নিয়ে আসা হলে দ্রাব্যতা কমে যাওয়ায় দ্রবণে দ্রবের পরিমাণ কমে গিয়ে দ্রব অধঃক্ষিপ্ত হয়। দ্রব কমে যাওয়ায় দ্রবণের পরিমাণ ও কমে যাবে।
- উচ্চ তাপমাত্রা ও নিম্ন তাপমাত্রায় শুধুমাত্র দ্রাবকের পরিমাণ একই থাকবে।
- এখানে, 50°C এ দ্রাব্যতা 60 দেওয়া আছে এবং 25°C এ দ্রাব্যতা 40 দেওয়া আছে।
- 50°C এ 160 g দ্রবণে দ্রাবক থাকে $= 100$ g

  1 g " " " $= \frac{100}{160}$g

  200 g " " " $= \frac{100\times200}{160}$g

  দ্রাবক $= 25$ g

  দ্রব $= 200 - 125 = 75$ g
- 25°C এ 100 g দ্রাবকে দ্রব আছে $= 40$ g

  1 g " " " $= \frac{40}{100}$g

  125 g " " " $= \frac{40\times125}{100}$g $= 50$g

সুতরাং অধঃক্ষিপ্ত হবে $(75\text{ g} - 50\text{ g}) = 25$ g

১৫) উদ্দীপকের যৌগটির অ্যানায়ন শনাক্তকরণে কোন বিকারকটি ব্যবহার করা হয়? **[সি. বো. ২৩]**

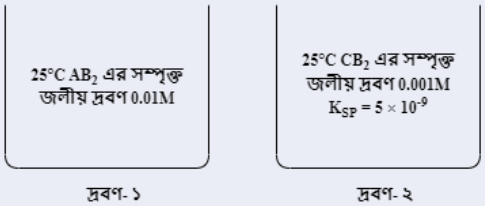
(ক) $AgNO_3$ ও NH_4OH (খ) $K_4[Fe(CN)_6]$ (গ) KOH যুক্ত $K_2[HgI_4]$ (ঘ) NH_4OH

সঠিক উত্তর: ক

সমাধান:

- Cl^-, Br^- এবং I^- এর দ্রবণে $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে যথাক্রমে AgCl এর সাদা, AgBr এর হালকা হলুদ এবং AgI এর গাঢ় হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে।
- উৎপন্ন AgCl লবণ HNO_3 এ অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH এ দ্রবণীয়,
  $AgCl + NH_4OH \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl(aq) + HCl$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১৬ ও ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



[ব. বো. ২৩]

১৬) 25°C তাপমাত্রায় AB_2 এর K_{sp} কত?

(ক) 4×10^{-7} (খ) 4×10^{-6} (গ) 4×10^{-4} (ঘ) 1×10^{-6}

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- সম্পৃক্ত দ্রবণের ঘনমাত্রাই হলো দ্রাব্যতা
- AB_2 এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল হবে, $K_{sp} = 4S^3$
  $= 4 \times (0.01)^3$
  $= 4 \times 10^{-6}$

১৭) 25°C তাপমাত্রায় দ্রবণ দুটির মধ্যে-

i. দ্রবণ-2 এর দ্রাব্যতা কম ii. দ্রবণ -2 অসম্পৃক্ত iii. সমমোল B^- যোগ করলে CB_2 আগে অধঃক্ষিপ্ত হবে।

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ঘ

সমাধান:

- দ্রবণ-2 এর ঘনমাত্রা 0.001M। এটি উক্ত দ্রবণের দ্রাব্যতা নয়। কারণ এ ক্ষেত্রে সম্পৃক্ত দ্রবণ বলা হয়নি।
- CB_2 এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = 4S^3$

  বা, $S = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{5 \times 10^{-9}}{4}}$
  $= 1.077 \times 10^{-3}\ molL^{-1}$
  বা, দ্রাব্যতা $= 0.001077\ molL^{-1}$
- CB_2 এর দ্রাব্যতা $0.001077 molL^{-1}$, কিন্তু দ্রবণ-2 তে CB_2 এর ঘনমাত্রা $0.001 molL^{-1}$। ঘনমাত্রা যেহেতু দ্রাব্যতার চেয়ে কম তাই এটি অসম্পৃক্ত। সমআয়ন যোগ করলে কম দ্রবণীয় লবণ আগে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

১৮) XY যৌগের দ্রাব্যতার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [ম. বো. ২২]

(ক) $K_{sp} = \sqrt{S}$ (খ) $S = \sqrt{K_{sp}}$ (গ) $S = (K_{sp})^2$ (ঘ) $K_{sp} = S$

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- XY যৌগটির বিয়োজন, $XY \rightleftharpoons X^{n+} + Y^{n-}$
- XY এর দ্রাব্যতা S হলে, দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = S^2$
- দ্রাব্যতা তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল।

১৯) AlF_3 এর দ্রাব্যতা $0.0002\ mol/L$ হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? **[রা. বো., য. বো. ২২]**

(ক) 3.4×10^{-14} (খ) 4.3×10^{-14} (গ) 3.4×10^{-13} (ঘ) 4.3×10^{-13}

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- AlF_3 এর $K_{sp} = [Al^{3+}][F]^3$।
- AlF_3 এর দ্রাব্যতা S হলে, $K_{sp} = 27S^4$।
- তাহলে, দ্রাব্যতা $S = 0.0002\ mol/L$ হলে, $K_{sp} = 27(0.0002)^4$।
- এক্ষেত্রে দ্রাব্যতার গুণফলের একক হবে $(molL^{-1})^4 = mol^4L^{-4}$ ।

২০) 25°C তাপমাত্রায় 150g সম্পৃক্ত দ্রবণে 50g দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা কত? **[রা. বা., য. বো. ২২]**

(ক) 100 (খ) 75 (গ) 50 (ঘ) 25

সঠিক উত্তর: গ

সমাধান:

- নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 100g দ্রাবকে যতগ্রাম দ্রব দ্রবীভূত থেকে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করে তাই ঐ তাপমাত্রায় ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা।
- 150g দ্রবণে 50g দ্রব থাকলে $(150 - 50)$ বা 100g দ্রাবক রয়েছে।
- সুতরাং, দ্রবণটিতে 100g দ্রাবকে 50g দ্রব দ্রবীভূত আছে।
- তাই, দ্রবটির দ্রাব্যতা 50।

২১) যদি $K_{sp} = aS^3$ হয় তবে a=? **[কু. বো. ২২]**

এখানে S = স্বল্প দ্রবণীয় লবণের দ্রাব্যতা।

(ক) 1 (খ) 4 (গ) 27 (ঘ) 108

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- AB_2 জাতীয় স্বল্পদ্রাব্য লবণের ক্ষেত্রে $K_{sp} = 4S^3$ হয়।
- AB_3 জাতীয় স্বল্পদ্রাব্য লবণের ক্ষেত্রে $K_{sp} = 27S^4$ হয়।
- AB_4 জাতীয় স্বল্পদ্রাব্য লবণের ক্ষেত্রে $K_{sp} = 256S^5$ হয়।

২২) সিলভার ক্লোরাইডের দ্রাব্যতা প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে 0.00015g হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? **[চ. বো. ২২]**

(ক) 1.1×10^{-10} (খ) 1.1×10^{-12} (গ) 2.1×10^{-13} (ঘ) 2.1×10^{-15}

সঠিক উত্তর: খ

সমাধান:

- AgCl এর আণবিক ভর $143.32g/mol$ ।
- মোলারিটিতে দ্রাব্যতা $= \frac{0.00015}{143.32} mol/L$
  $= 1.047 \times 10^{-6} mol/L$
- AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = S^2 = (1.047 \times 10^{-6})^2$
  $= 1.1 \times 10^{-12}$

২৩) AB_2 যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল 1.7×10^{-12} হলে এর দ্রাব্যতা কত? **[সি. বো. ২২]**

(ক) $7.52 \times 10^{-6} molL^{-1}$ (খ) $7.52 \times 10^{-6} gL^{-1}$

(গ) $7.52 \times 10^{-5} molL^{-1}$ (ঘ) $7.52 \times 10^{-5} gL^{-1}$

সঠিক উত্তর: গ

সমাধান:

- AB_2 জাতীয় লবণের দ্রাব্যতার গুণফল, $K_{sp} = 4S^3$।
- সুতরাং, $4S^3 = K_{sp}$

  বা, $S = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1.7\times10^{-12}}{4}}$

  $= 7.52 \times 10^{-5}$
- সুতরাং, AB_2 এর দ্রাব্যতা $7.52 \times 10^{-5} molL^{-1}$।

২৪) A_2B_3 যৌগের দ্রাব্যতা, S ও দ্রাব্যতা গুণফল, Kip এর মধ্যে সঠিক সম্পর্ক কোনটি? **[ব. বো. ২২]**

(ক) $K_{sp} = 108S^5$ (খ) $K_{sp} = 36S^5$ (গ) $K_{sp} = 6S^5$ (ঘ) $K_{sp} = 6S^2$

সঠিক উত্তর: ক

সমাধান:

- আয়রন (III) অক্সাইডের সংকেত Fe_2O_3 ।
- $Fe_2O_3 + HCl \rightarrow FeCl_3 + H_2O$
- $FeCl_3$ আয়নিত হয়ে Fe^{3+} ও Cl^- আয়ন প্রদান করে।
- $FeCl_3 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3Cl^-$

২৫) A এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? **[ঢা. বো. ২২]**

(ক) S^2 (খ) $4S^3$ (গ) $27S^4$ (ঘ) $108S^5$

সঠিক উত্তর: গ

সমাধান:

- আয়রন (III) অক্সাইডের সংকেত Fe_2O_3।
- $Fe_2O_3 + HCl \rightarrow FeCl_3 + H_2O$
- $FeCl_3$ আয়নিত হয়ে Fe^{3+} ও Cl^- আয়ন প্রদান করে।

  $FeCl_3 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3Cl^-$

  দ্রাব্যতা: S S 3S
- $A(FeCl_3)$ এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = S \times (3S)^3 = 27S^4$

২৬) CaF_2-এর সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণে ফ্লোরাইড আয়নের ঘনমাত্রা $0.00655 gL^{-1}$ হলে CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল কত হবে? **[ঢা. বো. ২১]**

(ক) 3.7×10^{-13} (খ) 2.048×10^{-10} (গ) 3.7×10^{-12} (ঘ) 2.048×10^{-11}

সঠিক উত্তর: ঘ

২৭) কক্ষ তাপমাত্রায় 60g ভরের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণে 15g NaCl দ্রবীভূত থাকলে NaCl এর দ্রাব্যতা কত? [ম. বো. ২১]

(ক) 25 (খ) 30 (গ) 33.33 (ঘ) 36.36

সঠিক উত্তর: গ

২৭) ক্যালসিয়াম ফসফেটের দ্রাব্যতা গুণফল কোনটি? [রা. কে. ২১]

(ক) $27S^3$ (খ) S^5 (গ) $27S^5$ (ঘ) $108S^5$

সঠিক উত্তর: ঘ

২৮) দ্রাব্যতা গুণফল নিচের কোন ক্ষেত্রে প্রযোজ্য? [দি. বো. ২১]

(ক) অধিক দ্রবণীয় সমযোজী যৌগ (খ) অধিক দ্রবণীয় তড়িৎযোজী যৌগ

(গ) স্বল্প দ্রবণীয় আয়নিক যৌগ (ঘ) স্বল্প দ্রবণীয় সমযোজী যৌগ

সঠিক উত্তর: গ

২৯) কক্ষতাপমাত্রায় 225g সম্পৃক্ত দ্রবণে 75g দ্রব দ্রবীভূত থাকলে এর দ্রাব্যতা কত? [চ. বো. ২১]

(ক) 100 (খ) 75 (গ) 50 (ঘ) 25

সঠিক উত্তর: গ

৩০) MX_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল কোনটি? [চ. বো. ২১]

(ক) $[M^{2+}] \times [X^-]^2$ (খ) $[M^{2+}]^2 \times [X^-]$ (গ) $[M^{2+}] \times [X^{-2}]$ (ঘ) $[M^{2+}] \times [X^{-2}]^2$

সঠিক উত্তর: ক

৩১) A_3B_2 এর দ্রাব্যতা $SmolL^{-1}$ হলে K_{sp} কত? [সি. বো. ২১]

(ক) $8S^3$ (খ) $16S^4$ (গ) $27S^3$ (ঘ) $108S^5$

সঠিক উত্তর: ঘ

৩২) AB_3 যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল 1.7×10^{-12} হলে এর দ্রাব্যতা কত? [য. বো. ২১]

(ক) $6.3 \times 10^{-14} molL^{-1}$ (খ) $6.3 \times 10^{-10} molL^{-1}$

(গ) $2.5 \times 10^{-7} molL^{-1}$ (ঘ) $5.0 \times 10^{-4} molL^{-1}$

সঠিক উত্তর: ঘ

৩৩) 25°C তাপমাত্রায় $Ca(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 4.42×10^{-5} হলে $Ca(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা কত? [ঢা. বো. ১৯]

(ক) 1.111×10^{-2} (খ) 2.223×10^{-2} (গ) 2.452×10^{-2} (ঘ) 2.806×10^{-2}

সঠিক উত্তর: খ

৩৪) $PbCl_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.6×10^{-5} হলে Pb^{2+} এর ঘনমাত্রা কত $molL^{-1}$? [রা. বো. ১৯]

(ক) 1.6×10^{-2} (খ) 3.2×10^{-2} (গ) 1.6×10^{-5} (ঘ) 3.2×10^{-5}

সঠিক উত্তর: ক

৩৫) ম্যাগনেশিয়াম ফসফেট এর দ্রাব্যতা গুণাঙ্ক কোনটি? [কু. বো. ১৯]

(ক) $[Mg^{2+}] \times [PO_4^{3-}]^2$ (খ) $[Mg^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]$

(গ) $[Mg^{2+}]^2 \times [PO_4^{3-}]^3$ (ঘ) $[Mg^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$

সঠিক উত্তর: ঘ

৩৬) $Al_2(SO_4)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.5×10^{-5} হলে এর সম্পৃক্ত দ্রবণে SO_4^{2-} এর ঘনমাত্রা কত? [চ. বো. ১৯]

(ক) 4.25×10^{-2} (খ) 8.5×10^{-2} (গ) 12.75×10^{-2} (ঘ) 1.7×10^{-2}

সঠিক উত্তর: গ

৩৭) পেপার ক্রোমাটোগ্রাফিতে R_f এর কোন মানটি গ্রহণযোগ্য? [চ. বো. ১৯]

(ক) 0.5 (খ) 1.5 (গ) 2.5 (ঘ) 3.5

সঠিক উত্তর: ক

৩৮) 25°C তাপমাত্রায় $Ca(OH)_2$ এর $K_{sp} = 3.2 \times 10^{-14}$ হলে দ্রবণের pH মান কত? [সি. বো. ১৯]

(ক) 4.40 (খ) 4.70 (গ) 9.60 (ঘ) 13.50

সঠিক উত্তর: গ

৩৯) $Al_2(SO_4)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফলের একক কোনটি? [য. বো. ১৯]

(ক) mol^5/L^5 (খ) mol^4/L^4 (গ) mol^3/L^3 (ঘ) mol^2/L^2

সঠিক উত্তর: ক

৪০) $Fe(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.8×10^{-38} হলে সম্পৃক্ত দ্রবণে OH^- এর মোলার ঘনমাত্রা কত mol/L? [য. বো. ১৯]

(ক) 1.93×10^{-11} (খ) 3.86×10^{-11} (গ) 5.79×10^{-11} (ঘ) 7.72×10^{-11}

সঠিক উত্তর: *

*বি.দ্র: সঠিক উত্তর: 5.81×10^{-10}

৪১) আংশিক পাতন প্রক্রিয়ার জন্য তরলের মধ্যে স্ফুটনাঙ্কের ন্যূনতম পার্থক্য থাকা উচিত— [ব. বো. ১৯]

(ক) 20°C (খ) 30°C (গ) 40°C (ঘ) 50°C

সঠিক উত্তর: ক

৪২) CaF_2 এর দ্রাব্যতা 0.0002 mol/L হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? [সকল বোর্ড ১৮]

(ক) 2.3×10^{-11} (খ) 3.2×10^{-11} (গ) 2.3×10^{-10} (ঘ) 3.2×10^{-10}

সঠিক উত্তর: খ

৪৩) $Al_2(SO_4)_3$ এর দ্রাব্যতা যদি "S" হয় তবে $Al_2(SO_4)_3$ এর আয়নিক গুণফলের মান হবে - [ঢা. বো. ১৭]

(ক) S^5 (খ) $6S^5$ (গ) $27S^5$ (ঘ) $108S^5$

সঠিক উত্তর: ঘ

৪৪) 25°C তাপমাত্রায় $Mg(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 4×10^{-3} হলে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা কত $molL^{-1}$? [ঢা. বো. ১৭]

(ক) 10^{-1} (খ) 10^{-2} (গ) 10^{-3} (ঘ) 10^{-4}

সঠিক উত্তর: ক

৪৫) 50°C তাপমাত্রায় KNO_3 এর 100g সম্পৃক্ত দ্রবণকে বাষ্পীভূত করলে 50g অবশেষ পাওয়া যায়। ঐ তাপমাত্রায় KNO_3 এর দ্রাব্যতা কত? [রা. বো. ১৭]

(ক) 200 (খ) 150 (গ) 100 (ঘ) 50

সঠিক উত্তর: গ

৪৬) অ্যামাইনো অ্যাসিড সমূহ ও কার্বোহাইড্রেটের মিশ্রণ থেকে উপাদানসমূহ পৃথকীকরণের সর্বোত্তম ক্রোমাটোগ্রাফীক পদ্ধতি কোনটি? [দি. বো. ১৭]

(ক) কলাম (খ) কাগজ (গ) পাতলা স্তর (ঘ) গ্যাস

সঠিক উত্তর: গ

৪৭) 30°C তাপমাত্রায় $PbSO_4$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.7×10^{-5} হলে এর সম্পৃক্ত দ্রবণে SO_4^{2-} এর ঘনমাত্রা কত mol/L? [কু. বো. ১৭]

(ক) 1.64×10^{-2} (খ) 2.06×10^{-3} (গ) 3.24×10^{-3} (ঘ) 4.12×10^{-3}

সঠিক উত্তর: ঘ

৪৮) ক্রোমাটোগ্রাফির দশা কয়টি? [চ. বো. ১৭]

(ক) 1 (খ) 2 (গ) 3 (ঘ) 4

সঠিক উত্তর: খ

৪৯) 20°C তাপমাত্রায় 20.2 g ভরের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণে 10.2 g দ্রব আছে। ঐ তাপমাত্রায় দ্রবটির দ্রাব্যতা কত? [সি. বো. ১৭]

(ক) 1.02 (খ) 50.50 (গ) 102 (ঘ) 202

সঠিক উত্তর: গ

৫০) $Zn_3(PO_4)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল প্রকাশক কোনটি? [য. বো. ১৭]

(ক) $K_{sp} = [Zn^{2+}][PO_4^{3-}]$ (খ) $K_{sp} = 6[Zn^{2+}][PO_4^{3-}]$

(গ) $K_{sp} = [Zn^{2+}]^3[PO_4^{3-}]^2$ (ঘ) $K_{sp} = 108[Zn^{2+}]^3[PO_4^{3-}]^2$

সঠিক উত্তর: গ

25°C তাপমাত্রায় 1 L দ্রবণে সর্বোচ্চ 1.0×10^{-3} mol PbI_2 দ্রবীভূত হয়।

নিম্নের ৫১ ও ৫২ নং প্রশ্নের উত্তর দাওঃ [য. বো. ১৭]

৫১) 25°C তাপমাত্রায় PbI_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল হলো—

(ক) 1×10^{-6} (খ) 1×10^{-9} (গ) 2×10^{-9} (ঘ) 4×10^{-9}

সঠিক উত্তর: ঘ

৫২) $I^{(-)}(aq)$এর ঘনমাত্রা দ্বিগুণ করলে $PbI_2(s)$ এর সাথে সাম্যাবস্থায় থাকা $Pb^{2+}(aq)$ আয়নের ঘনমাত্রার উপর কীরূপ প্রভাব বিস্তার করবে?

(ক) 4 গুণ হবে (খ) 16 গুণ হবে (গ) 4 ভাগ হবে (ঘ) 16 ভাগ হবে

সঠিক উত্তর: গ

উদ্দীপকটি লক্ষ করো এবং ৫৩ ও ৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

যৌগ	স্ফুটনাঙ্ক	বিয়োজন তাপমাত্রা
A	90°C	110°C
B	110°C	90°C
C	120°C	150°C

[ব. বো. ১৭]

৫৩) AB এর মিশ্রণ থেকে উপাদানগুলো পৃথক করতে অনুসরণীয় পদ্ধতি কোনটি?

(ক) নিম্নচাপ পাতন (খ) বাষ্প পাতন (গ) আংশিক পাতন (ঘ) ঊর্ধ্বপাতন

সঠিক উত্তর: গ

৫৪) AB মিশ্রণ অপেক্ষা AC মিশ্রণ সহজে পৃথক করা যায় কারণ-

i. A এবং C এর স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য বেশি ii. B স্ফুটনাঙ্কের আগে বিয়োজিত হয়

iii. A এবং C এর পৃথকীকরণে অংশীকরণ স্তম্ভ ব্যবহৃত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর: ঘ

৫৫) AB_3 যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল 1.7×10^{-12} হলে এর দ্রাব্যতা কত? [ঢা. বো. ১৬]

(ক) $6.3 \times 10^{-14} molL^{-1}$ (খ) $2.5 \times 10^{-7} molL^{-1}$

(গ) $5.0 \times 10^{-4} molL^{-1}$ (ঘ) $5.0 \times 10^{-3} molL^{-1}$

সঠিক উত্তর: গ

৫৬) 105g সম্পৃক্ত দ্রবণে 30g দ্রব দ্রবীভূত থাকলে দ্রাব্যতা কত? [রা. বো. ১৬]

(ক) 30 (খ) 40 (গ) 75 (ঘ) 100

সঠিক উত্তর: খ

৫৭) পেপার ক্রোমাটোগ্রাফিতে R_f এর কোন মানটি যুক্তি সংগত? [ঢা. বো. ১৫]

(ক) 0.5 (খ) 1.0 (গ) 1.5 (ঘ) 2.5

সঠিক উত্তর: ঘ

৫৮) কেলাসন প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত দ্রাবকগুলোর মধ্যে কোনটির পোলারিটি সবচেয়ে বেশি? [সি. বো. ১৫]

(ক) বেনজিন (খ) পানি (গ) ইথানল (ঘ) ক্লোরোফরম

সঠিক উত্তর: খ

৫৯) $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা যদি 'S' হয় তবে $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফলের মান হবে - [য. বো. ১৫]

(ক) S^2 (খ) S^4 (গ) $27S^3$ (ঘ) $27S^4$

সঠিক উত্তর: ঘ

৬০) ক্রোমোটোগ্রাফীতে R_f মান ব্যবহার করে কোনটি সম্পন্ন করা হয়? [ব. বো. ১৫]

(ক) মিশ্রণের উপাদান পৃথকীকরণ (খ) মিশ্রণের উপাদান বিশোধন

(গ) মিশ্রণের উপাদান শনাক্তকরণ (ঘ) মিশ্রণের উপাদান পৃথকীকরণ ও শনাক্তকরণ

সঠিক উত্তর: গ

৬১) 25°C তাপমাত্রায় MX_2 এর $Ksp = 7.4 \times 10^{-11}$ হলে, mol/L এককে দ্রাব্যতা কত? [ব. বো. ১৫]

(ক) $2.6 \times 10^{-3} mol/L$ (খ) $2.6 \times 10^{-2} mol/L$

(গ) $2.6 \times 10^{-4} mol/L$ (ঘ) $2.6 \times 10^{-5} mol/L$

সঠিক উত্তর: গ

৬২) দুই বা ততোধিক মিশ্রণীয় তরলকে পৃথক করা হয় — [দি. বো. ১৫]

i. আংশিক পাতন দ্বারা ii. সাধারণ পাতন দ্বারা iii. দ্রাবক নিষ্কাশন দ্বারা

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i (খ) ii (গ) iii (ঘ) i ও ii

সঠিক উত্তর: ঘ

সৃজনশীল

প্রশ্ন-১ [ঢা. বো. ২৩]

25°C 60ml 0.4M AB এর	25°C 40ml 0.4M XB এর
১ম পাত্র	২য় পাত্র

$25°$ C তাপমাত্রায় AB_2 এর $K_{sp} = 1.84 \times 10^{-8}$

(ক) হুন্ডের নিয়মটি লেখো। ১

(খ) একটি মাত্র ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও H এর পারমাণবিক বর্ণালিতে অনেকগুলো রেখা সৃষ্ট হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) উদ্দীপকের AB যৌগের দ্রাব্যতা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) হুন্ডের নীতি হলো—'একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

(খ) হাইড্রোজেন পরমাণুতে 1টি মাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান যা স্বাভাবিক অবস্থায় কম শক্তি সম্পন্ন স্তরে অবস্থান করে। বিশুদ্ধ H_2 গ্যাসকে শক্তি প্রদান করা হলে ঐ ইলেকট্রন শক্তি অর্জন করে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন স্তরে গমন করে। আবার শক্তি বিকিরণ করে উচ্চ

শক্তিস্তর থেকে নিম্নে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসতে পারে। এক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ বিভিন্ন হওয়ায় বর্ণালিতে অনেকগুলো রেখার উদ্ভব হয়।

তাই হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও এর পারমাণবিক বর্ণালিতে একাধিক রেখা দেখা যায়।

(গ) ধরি, AB_2 এর দ্রাব্যতা = S

$AB_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2B^-$

S S 2S

প্রশ্নমতে,

$K_{sp}\ (AB_2) = 1.84 \times 10^{-8}$

বা, $S \times (2S)^2 = 1.84 \times 10^{-8}$

বা, $4S^3 = 1.84 \times 10^{-8}$

$\therefore S = 1.663 \times 10^{-3}$

অর্থাৎ, AB_2 যৌগের দ্রাব্যতা $= 1.663 \times 10^{-3}$

[বি. দ্র.: উদ্দীপকের AB যৌগটিকে AB_2 ধরে অঙ্কটি সমাধান করা হলো]

(ঘ) ১ম ও ২য় পাত্র মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হবে:

$AM + 2XB \longrightarrow AB_2 + X_2M$

মিশ্রিত দ্রবণে A^{2+} ও B^- এর পরিবর্তিত ঘনমাত্রা নির্ণয়ঃ

এখানে,

$AM \longrightarrow A^{2+} + M^{2-}$

0.4M 0.4M

$V_1 = 60mL$

$S_1 = 0.4M$

$V_2 = (60 + 40)mL = 100mL$

$S_2 = ?$

$[A^{2+}]$ এর ক্ষেত্রেঃ

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

বা, $S_2 = \frac{60 \times 0.4M}{100}$

$\therefore S_2 = 0.24M$

আবার, এখানে,

$XB \longrightarrow X^+ + B^-$

0.2M 0.2M

$V_1 = 40mL$

$S_1 = 0.2M$

$V_2 = (40 + 60)mL = 100mL$

$S_2 = ?$

$[B^-]$ এর ক্ষেত্রেঃ

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $s_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

বা, $s_2 = \frac{40 \times 0.2}{100}$

$\therefore s_2 = 0.08M$

এখন, $AB_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2B^-$

$\therefore K_{IP}(AB_2) = [A^{2+}] \times [B^2]^2$
$= 0.24 \times (0.08)^2$
$= 1.536 \times 10^{-3}$

দেওয়া আছে, $K_{SP}(AB_2) = 1.84 \times 10^{-8}$

অর্থাৎ, $K_{IP}(AB_2) > K_{SP}(AB_2)$

সুতরাং, ১ম ও ২য় পাত্র মিশ্রিত করলে AB_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

২। **[ম. বো. ২৩]**

(i) $CuSO_4.5H_2O$

(ii) 25°C তাপমাত্রায় 15mL 0.1M $CaCl_2$ দ্রবণে 20 mL 0.01 M K_2CrO_4 দ্রবণ যোগ করা হলো, $CaCrO_4$ এবং $K_{sp} = 2.3 \times 10^{-2}$M

(ক) তড়িৎঋণাত্মকতা কাকে বলে? ১

(খ) NCl_5 গঠিত হয় না কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) (i) নং উদ্দীপকের ধাতব আয়নের শনাক্তকরণ পরীক্ষা সংশ্লিষ্ট সমীকরণসহ বর্ণনা করো। ৩

(ঘ) (ii) নং উদ্দীপকের মিশ্রণে কোনো অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

(খ) NCl_5 অসম্ভব কারণ NCl_5 গঠনের জন্য নাইট্রোজেন পরমাণুর পাঁচটি অযুগ্ম অরবিটাল গঠন করতে হবে। কিন্তু নাইট্রোজেনের ক্ষেত্রে এর বহিঃস্থ স্তরে কোন খালি d-অরবিটাল নাই। d-অরবিটাল না থাকায় N এর পক্ষে অযুগ্ম অরবিটাল গঠন অর্থাৎ NCl_5 যৌগ গঠন সম্ভব হয় না।

(গ) উদ্দীপকের (i) নং এর যৌগটি হলো: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, এখানে ধাতব আয়ন, Cu^{2+}। নিম্নে Cu^{2+}এর শনাক্তকরণ পরীক্ষা সংশ্লিষ্ট সমীকরণসহ বর্ণনা করা হলো:

পরীক্ষণ (i): একটি পরীক্ষানলে $1-2\,mL$ মূল দ্রবণ নিয়ে তাতে দুই- তিন ফোঁটা NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে ক্ষারকীয় $Cu(OH)_2$ এর হালকা নীল বর্ণ অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে যার মধ্যে অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে গাঢ় নীল বর্ণের দ্রবণ তৈরি করে। এতে দ্রবণে কপার আয়নের উপস্থিতি প্রমাণিত হয়।

$CuSO_4 + NH_4OH(\text{অল্প}) \rightarrow Cu(OH)_2 \cdot CuSO_4 + (NH_4)_2SO_4$
হালকা নীল অধঃক্ষেপ

$Cu(OH)_2 \cdot CuSO_4 + (NH_4)_2SO_4 + NH_4OH \rightarrow 2[Cu(NH_3)_4]SO_4 + 8H_2O$
[গাঢ় নীল দ্রবণ (সোয়েটজার বিকারক) (টেট্রাঅ্যামমিন কপার (II) সালফেট)]

পরীক্ষণ (ii): একটি পরীক্ষা নলে $1-2\,mL$ মূল দ্রবণ নিয়ে তাতে কয়েক ফোঁটা পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড যোগ করলে লালচে বাদামি বর্ণের কপার ফেরোসায়ানাইড এর অধঃক্ষেপ পড়ে। এতে Cu^{2+} এর উপস্থিতি প্রমাণিত হয়।

$2CuSO_4(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow Cu_2[Fe(CN_6] \downarrow + 2K_2SO_4(aq)$
লালচে বাদামি অধঃক্ষেপ

(ঘ) উদ্দীপকের (ii) নং এ সংঘটিত বিক্রিয়া:

$CaCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow CaCrO_4 + 2KCl$

$CaCrO_4 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CrO_4^{2-}$

মিশ্রণের পূর্বে Ca^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.1M$

মিশ্রণের পূর্বে Ca^{2+} আয়নের আয়তন, $V_1 = 15mL$

মিশ্রণের পরে Ca^{2+} আয়নের আয়তন, $V_2 = (15 + 20)mL = 35mL$

মিশ্রণের পরে Ca^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$\therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{15 \times 0.1}{35} = 0.043M$

আবার, মিশ্রণের পূর্বে CrO_4^{2-} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.01\ M$

মিশ্রণের পূর্বে CrO_4^{2-} আয়নের আয়তন, $V_1 = 20\ mL$

মিশ্রণের পরে CrO_4^{2-} আয়নের আয়তন, $V_2 = (15 + 20)mL = 35mL$

মিশ্রণের পরে CrO_4^{2-} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$\therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{0.01 \times 20}{35} = 5.7 \times 10^{-3}$

এখন $CaCrO_4$ এর আয়নিক গুণফল

$K_{ip}=[Ca^{2+}][CrO_4^{2-}]= 0.043 \times 5.7 \times 10^{-3} = 2.45 \times 10^{-4}$

দেয়া আছে, $K_{sp}(CaCrO_4) = 2.3 \times 10^{-2}$

যেহেতু $K_{ip}<K_{sp}$ সুতরাং, মিশ্রণে কোনো অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হবে না।

৩। **[রা. বো. ২৩]**

$25°C$ এবং $50°C$ তাপমাত্রায় AB_3 এর দ্রাব্যতা যথাক্রমে 40 এবং 60। MB এর $k_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$

(ক) উভধর্মী অক্সাইড কাকে বলে? **১**

(খ) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পানির আয়নিক গুণফলের মান বৃদ্ধি পায় কেন? **২**

(গ) $50°\ C$ তাপমাত্রায় $100\ g$ AB_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণকে $25°C$ তাপমাত্রায় শীতল করলে কী পরিমাণ দ্রব কেলাসিত হবে? **৩**

(ঘ) AB_3 এর উপস্থিতিতে MB-এর দ্রাব্যতা পরিবর্তিত হয়- বিশ্লেষণ করো। **৪**

উত্তরঃ

(ক) যে সকল অক্সাইড অম্ল ও ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে তাদের উভধর্মী অক্সাইড বলে।

(খ) পানি একটি মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ। পানির আয়নিক গুণফল, $K_w = [H^+][OH^-]$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল স্থির। তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পানির আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায়। কারণ পানির আয়নিকরণ বা বিয়োজন একটি তাপহারী বিক্রিয়া।

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-; \Delta H = +xkJmol^{-1}$

সুতরাং, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে, উভমুখী বিয়োজন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডানে স্থানান্তরিত হয়। ফলে দ্রবণে H^+ ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং K_w এর মান বেড়ে যায়।

(গ) আমরা জানি, তাপমাত্রা হ্রাস করলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। সুতরাং, $50°C$ তাপমাত্রা $100\ g$ AB_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণকে $25°C$ তাপমাত্রায় আনা হলে দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে এবং দ্রব কেলাসিত হবে। কেলাসিত দ্রবের পরিমাণ নিম্নে বের করা হলো:

$50°C$ তাপমাত্রায়:

এখানে,

দ্রাব্যতা, S_1 = 60

দ্রবণের ভর, $M_1 = 100g$

দ্রবের ভর, $m_1 = ?$

$$S_1 = \frac{100m_1}{M_1 - m_1}$$

বা, $60 = \frac{100m_1}{100 - m}$

বা, $6000 - 60m_1 = 100m_1$

বা, $m_1 = \frac{6000}{160}$

$\therefore m_1 = 37.5g$

$\therefore$ দ্রাবকের ভর, $M_1 - m_1 = (100 - 37.5)g$

$= 62.5g$

25°C তাপমাত্রায়:

এখানে,

দ্রাব্যতা, $S_2 = 40$

দ্রাবকের ভর, $M_2 - m_2 = M_1 - m_1$

$= 62.5g$

দ্রবের ভর, $m_2 = ?$

$$S_2 = \frac{100m_2}{M_2 - m_2}$$

বা, $40 = \frac{100m_2}{62.5}$

বা, $m_2 = \frac{40 \times 62.5}{100}$

$\therefore m_2 = 25g$

$\therefore$ কেলাসিত দ্রবের ভর $= (m_1 - m_2) = (37.5 - 25)g = 12.5g$

(ঘ) AB_3 এর উপস্থিতিতে MB এর দ্রাব্যতা সম আয়ন প্রভাবের কারণে হ্রাস পাবে।

AB_3 এর জলীয় দ্রবণে A^{3+} ও B^- আয়ন বিদ্যমান। অন্যদিকে, MB এর সম্পৃক্ত দ্রবণে M^+ ও B^- আয়ন বিদ্যমান। MB দ্রবণে AB_3 যোগ করলে যেহেতু B^- আয়নের পরিমাণ বৃদ্ধি পাচ্ছে তাই লা শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী সাম্যাবস্থা বামে সরবে এবং MB এর বিয়োজন হ্রাস পাবে। অর্থাৎ, MB এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে।

$AB_3 \longrightarrow A^{3+} + 3B^-$

$MB \rightleftharpoons M^+ + B^-$

নিম্নে এটি গাণিতিকভাবে প্রমাণ করা হলো:

AB_3 মিশ্রণের পূর্বে MB এর দ্রাব্যতা নির্ণয়:

$MB \rightleftharpoons M^+ + B^-$

S S S

প্রশ্নমতে,

$K_{sp}(MB) = 1.8 \times 10^{-10}$

বা, $S \times S = 1.8 \times 10^{-10}$

বা, $S = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}}$

$\therefore S = 1.3416 \times 10^{-5}$

এবার, MB এর সম্পৃক্ত দ্রবণে $0.1\,M$ AB_3 মিশ্রিত করা হলে পরিবর্তিত দ্রাব্যতা নির্ণয়ঃ

$AB_3 \longrightarrow A^{3+} + 3B^-$

$0.1M \quad 3 \times 0.1M^-$

$MB \rightleftharpoons M^+ + B^-$

$S_1 \quad S_1 \quad S_1 + 3 \times 0.1$

প্রশ্নমতে,

$K_{SP}(MB) = 1.8 \times 10^{-10}$

বা, $S_1 \times (S_1 + 0.1 \times 3) = 1.8 \times 10^{-10}$

বা, $S_1^2 + 0.3S_1 - 1.8 \times 10^{-10} = 0$

$\therefore S_1 = 6 \times 10^{-10}$ [গ্রহণযোগ্য মান নিয়ে]

এখন, $\frac{S}{S_1} = \frac{1.3416 \times 10^{-5}}{6 \times 10^{-10}} = 22360$

বা, $S = 22360\,S$

অর্থাৎ, সম আয়ন প্রভাবের দরুণ এখানে দ্রাব্যতা 22360 গুণ হ্রাস পেয়েছে। সুতরাং, AB_3 এর উপস্থিতিতে MB এর দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।

৪। **[দি. বো. ২৩]**

A মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস $= [Ar]3d^5 4s^1$। 25° সে. তাপমাত্রায় 10mL 4.5×10^{-3}M $A(NO_3)_3$ দ্রবণে 1 mL $0.1M\ KOH$ দ্রবণ যোগ করা হলো। 25°C তাপমাত্রায় $A(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 6.7×10^{-31}।

(ক) পানির আয়নিক গুণফল কাকে বলে? **১**

(খ) খাদ্য সংরক্ষণে প্রিজারভেটিভস্ ব্যবহৃত হয় কেন? **২**

(গ) মৌলের ইলেকট্রনসমূহের শুধুমাত্র একটি কোয়ান্টাম সংখ্যায় ভিন্নতা থাকে— ব্যাখ্যা করো। **৩**

(ঘ) উদ্দীপকের দ্রবণ হতে $A(OH)_3$ অধঃক্ষিপ্ত হওয়ার সম্ভাব্যতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। **৪**

উত্তরঃ

(ক) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানিতে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+)এবং হাইড্রোক্সাইড (OH^-) আয়নের মোলার ঘনমাত্রার গুণফলই পানির আয়নিক গুণফল।

(খ) সাধারণত $30 - 45°C$ তাপমাত্রা এবং খাদ্যদ্রব্যে পানির উপস্থিতি ব্যাকটেরিয়ায় ছত্রাক এর বৃদ্ধির অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে। খাদ্যদ্রব্যকে নষ্ট হওয়া থেকে রক্ষা করার জন্য খাদ্যের সাথে পরিমিত পর্যায়ে বিভিন্ন প্রিজারভেটিভস্ ব্যবহৃত হয়। কারণ প্রিজারভেটিভস্ ব্যবহৃত না করলে খাদ্যের আয়ুষ্কাল বেশি হয় না। অল্প সময়ের মধ্যে খাদ্য নষ্ট হয়ে যায়। তাই খাদ্য সংরক্ষণের জন্য প্রিজারভেটিভস্ ব্যবহৃত হয়।

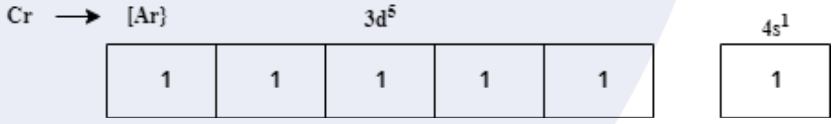
(গ) উদ্দীপকের মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-

$A \longrightarrow [Ar]3d^3 4s^1$

$A \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^l$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যাচ্ছে, A মৌলের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা $= 24$টি । অর্থাৎ মৌলটি ক্রোমিয়াম (Cr)।

ক্রোমিয়ামের 3d অরবিটালে ১টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। নিচে এদেরকে ব্লক ডায়াগ্রামের মাধ্যমে দেখানো হলো-



ক্রোমিয়ামের $3d$ অরবিটালে 20 তম থেকে 24 তম ইলেকট্রন প্রবেশ করেছে।

নিম্নে এদের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দেখানো হলো-

	n	l	m	s
$e_{20} \rightarrow$	3	2	-2	$+\frac{1}{2}$
$e_{21} \rightarrow$	3	2	-1	$+\frac{1}{2}$
$e_{22} \rightarrow$	3	2	0	$+\frac{1}{2}$
$e_{23} \rightarrow$	3	2	$+1$	$+\frac{1}{2}$
$e_{24} \rightarrow$	3	2	$+2$	$+\frac{1}{2}$

কোয়ান্টাম সংখ্যার মান থেকে দেখা যাচ্ছে, ক্রোমিয়ামের d অরবিটালে ইলেকট্রন সমূহের ম্যাগনেটিক বা চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা বাদে বাকি সবগুলো একই থাকে। অর্থাৎ উদ্দীপকের উক্তিটি যথার্থ।

(ঘ) (গ) হতে পাই, A → Cr (ক্রোমিয়াম)

সুতরাং, $A(NO_3)_3 = Cr(NO_3)_3$

মিশ্রিত অবস্থায় $Cr(NO_3)_3$ ও KNO_3 এর মধ্যে সংঘটিত বিক্রিয়া:

$Cr(NO_3)_3 + 3KOH \rightarrow Cr(OH)_3 + 3KNO_3$

মিশ্রিত দ্রবণে Cr^{3+} ও OH^- এর ঘনমাত্রা নির্ণয়:

$[Cr^{3+}]$ এর ক্ষেত্রে:

এখানে,

$Cr(NO_3)_3 \rightarrow Cr^{3+} + 3NO_3^-$

$4.5 \times 10^{-3}M \quad 4.5 \times 10^{-3}M$

$V_1 = 10mL$

$S_1 = 4.5 \times 10^{-3}M$

$V_2 = (10 + 1)mL = 11mL$

$S_2 = ?$

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

বা, $S_2 = \frac{4.5 \times 10^{-3} \times 10}{10 + 1}$

$\therefore S_2 = 4.091 \times 10^{-3}M$

$[OH^-]$ আয়নের ক্ষেত্রে:

এখানে,

$KOH \rightarrow K^+ + OH^-$

$0.1M \quad 0.1M$

$V_1 = 1mL$

$S_1 = 0.1M$

$V_2 = (1 + 10)mL = 11mL$

$S_2 = ?$

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

বা, $S_2 = \frac{1 \times 0.1}{10 + 1}$

$= 9.091 \times 10^{-3}M$

এখন, $Cr(OH)_3 \rightleftharpoons Cr^{3+} + 3OH^-$

সুতরাং, $K_{ip}[Cr(OH)_3] = [Cr^{3+}][OH^-]^3$

$= 4.091 \times 10^{-3} \times (9.091 \times 10^{-3})^3$

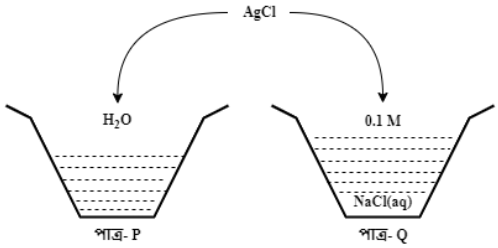
$= 3.0736 \times 10^{-9}$

দেওয়া আছে, $K_{sp}[Cr(OH)_3] = 6.7 \times 10^{-31}$

অর্থাৎ $k_{sp}[Cr(OH)_3] < K_{IP}[Cr(OH)_3]$।

সুতরাং, উদ্দীপকের দ্রবণে $A(OH)_3$ অর্থাৎ $Cr(OH)_3$ অধঃক্ষিপ্ত হবে।

৫। **[দি. বো. ২৩]**



P –পাত্রে $AgCl$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.7×10^{-10}

(ক) P –ব্লক মৌল কাকে বলে? ১

(খ) pH স্কেল $0 - 14$ এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? ২

(ঘ) P পাত্রে Cr^- আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের P ও Q পাত্রে $AgCl$ এর দ্রাব্যতার মানের পার্থক্য হওয়ার সম্ভাব্যতা কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) যেসব মৌলের বহিঃস্থ শক্তিস্তরের সর্বশেষ ইলেকট্রন p-অরবিটালে প্রবেশ করে তাদের p-ব্লক মৌল বলে।

(খ) কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু লঘু দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হতে পারে না।

দ্রবণে $[H^+] = 1\ M$ হলে,

$pH = -\log(1) = 0$

দ্রবণে $[OH^-] = 1\ M$ হলে,

$pOH = -\log(1) = 0$

$\therefore \quad pH = 14 - pOH = 14 - 0 = 14$

তাই, pH স্কেল $0 - 14$ এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

(গ) P-পাত্রে AgCl এর দ্রবণ নেয়া হয়েছে। নিচে P-পাত্রে AgCl এর দ্রবণে Cl^- এর দ্রাব্যতা নির্ণয় করা হল:

ধরি, AgCl এর দ্রাব্যতা = S

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

S S S

প্রশ্নমতে, $K_{sp}(AgCl) = 1.7 \times 10^{-10}$

বা, $S \times S = 1.7 \times 10^{-10}$

বা, $S = \sqrt{1.7 \times 10^{-10}}$

$\therefore S = 1.3038 \times 10^{-5}$

P-পাত্রে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[Cl^-] = S = 1.3038 \times 10^{-5}$

(ঘ) উদ্দীপকের P ও Q পাত্রে দ্রাব্যতার মানের পার্থক্য হওয়ার কারণ হলো, সম আয়ন প্রভাব,

উদ্দীপকের P-পাত্রে পানিতে দ্রবীভূত AgCl এর দ্রবণ দেখানো হয়েছে, যেখানে তার দ্রাব্যতা, $S = 1.3038 \times 10^{-5}$ [(গ) হতে] অন্যদিকে, Q পাত্রে $0.1\ M\ NaCl$ দ্রবণে দ্রবীভূত AgCl কে দেখানো হয়েছে। 0.1 M NaCl দ্রবণে দ্রবীভূত AgCl এর দ্রাব্যতা P-পাত্র অপেক্ষা কম হবে। কারণ, এখানে সমআয়ন হিসেবে উভয় যৌগে Cl^- উপস্থিত। ফলে AgCl এর বিয়োজন উৎপাদনের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে। লা শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থা তখন বামে সরবে এবং AgCl এর বিয়োজন হ্রাস পাবে। অর্থাৎ, AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে। নিম্নে তা গাণিতিকভাবে প্রমাণ করা হলো,

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

0.1M 0.1 M

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl$

S_1 S_1 $(S_1 + 0.1)$

প্রশ্নমতে, $K_{sp}(AgCl) = 1.7 \times 10^{-10}$

বা, $S_1 \times (S_1 + 0.1) = 1.7 \times 10^{-10}$

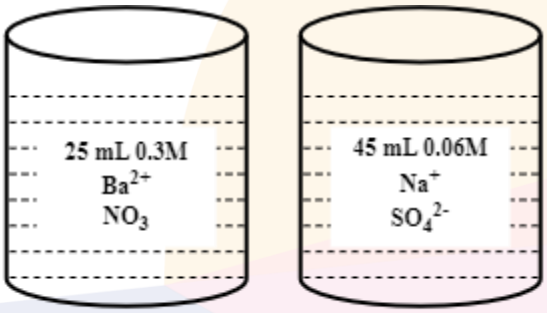
বা, $s_1^2 + 0.1S_1 - 1.7 \times 10^{-10} = 0$

বা, $S_1 = 1.7 \times 10^{-9}$ [গ্রহণযোগ্য মান নিয়ে]

এখন, $\frac{S_1}{S} = \frac{1.7 \times 10^{-9}}{1.3038 \times 10^{-3}} = \frac{17}{130380} = \frac{1}{7669.411}$

অর্থাৎ, Q পাত্রে দ্রাব্যতা P পাত্রের তুলনার 7669.411 গুণ কম হবে।

৬। **[কু. বো. ২৩]**



পাত্র- A (সম্পৃক্তদ্রবণ) পাত্র-B (দ্রবণ)

25°C তাপমাত্রায় $Ba(NO_3)_2$ এর $K_{sp} = 4.64 \times 10^{-3}$, $BaSO_4$ এর $K_{sp} = 1.08 \times 10^{-10}$

(ক) অন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন কাকে বলে? ১

(খ) HF ও HCl এর মধ্যে কোনটি তীব্র অ্যাসিড? ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) B পাত্রের অম্লীয় মূলকের শনাক্তকারী পরীক্ষা লেখো। ৩

(ঘ) B পাত্রের দ্রবণ সম্পূর্ণভাবে A পাত্রে মিশ্রিত করলে কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) একই অণুর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন থাকলে তাকে অন্তঃআপরিক হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

(খ) যে সব অ্যাসিডের বিয়োজন ধ্রুবকের (K_a)মান বেশি, সেগুলোকে তীব্র অ্যাসিড বলা হয়। HCl এর K_a এর মান বেশি এবং এটি একটি তীব্র, অ্যাসিড। জলীয় দ্রবণে HCl প্রায় সম্পূর্ণভাবে বিয়োজিত হয়। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে হাইড্রোজেন পরমাণু সহজেই বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় $(H^{\delta+} - Cl^{\delta-})$।

সমযোজী HCl অণুতে কিছুটা আয়নিক চরিত্রের সৃষ্টি হয়। HF এর K_a এর মান অনেক কম। জলীয় দ্রবণে HF এর বিয়োজনে সৃষ্ট H_3O^+ বা H^+ এবং F^- আয়ন মুক্ত ভাবে বিচরণ করে না, বরং তারা আয়ন যুগল হিসেবে থাকে এবং HF এর বিয়োজনের পরিমাণ খুবই কম। $H_2O + HF \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$ = এজন্য HF দুর্বল অ্যাসিড।

(গ) উদ্দীপকের B পাত্রের অম্লীয় মূলকটি হল: SO_4^{2-}। নিচে SO_4^{2-} এর শনাক্তকারী পরীক্ষা দেখানো হল—

পরীক্ষণ-(i): $1-2\ mL$ মজুদ দ্রবণের সাথে কয়েক ফোঁটা বেরিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে, যা লঘু HCl এ দ্রবীভূত হয় না। এতে দ্রবণে SO_4^{2-} মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়া: $Na_2SO_4(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \longrightarrow 2NaNO_3(aq) + BaSO_4 \downarrow$ (s) (সাদা)

$BaSO_4(s) + HCl \leftrightarrow$ অদ্রবণীয়

পরীক্ষণ-(ii): একটি পরীক্ষানলে $1-2\ mL$ মূল দ্রবণ নিয়ে কয়েক ফোঁটা লেড অ্যাসিটেটের দ্রবণ যোগ করলে লেড সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে, যা লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয়। এতে দ্রবণে SO_4^{2-} আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়া: $Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow 2CH_3COONa + PbSO_4 \downarrow$

সাদা অধঃক্ষেপ

$PbSO_4 + HNO_3$ (লঘু) $\longrightarrow$ কোন বিক্রিয়া ঘটে না

পরীক্ষণ-(ii): একটি পরীক্ষানলে $1-2\ mL$ মূল দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে কয়েক ফোঁটা $BaCl_2$ এর দ্রবণ যোগ করলে $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে, যা মূল দ্রবণে SO_4^{2-} আয়নের উপস্থিতি প্রমাণ করে।

রাসায়নিক বিক্রিয়াঃ $Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + 2NaCl$

সাদা অধঃক্ষেপ

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B পাত্র একত্রিত করলে সংঘটিত বিক্রিয়া:

$Ba(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaNO_3$

মিশ্রিত দ্রবণে $BaSO_4$ এর আয়নিকরণ গুণফল অর্থাৎ, K_{ip} যদি $BaSO_4$ এর দ্রাব্যতা গুণফল অর্থাৎ, K_{sp} এর চেয়ে বেশি হয় তবে অধঃক্ষেপ পড়বে নতুবা পাড়বে না ।

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$

মিশ্রণের পূর্বে Ba^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.3M$

মিশ্রণের পূর্বে Ba^{2+} আয়নের আয়তন, $V_1 = 25mL$

মিশ্রণের পরে Ba^{2+} আয়নের আয়তন, $V_2 = (25 + 45)mL = 70mL$

মিশ্রণের পরে Ba^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$$V_1S_1 = V_2S_2 \therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{25 \times 0.3}{70} = 0.107M$$

আবার, মিশ্রণের পূর্বে SO_4^{2-} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.06\ M$

মিশ্রণের পূর্বে SO_4^{2-} আয়নের আয়তন, $V_1 = 45mL$

মিশ্রণের পরে SO_4^{2-} আয়নের আয়তন, $V_2 = (25 + 45)mL = 70mL$

মিশ্রণের পূর্বে SO_4^{2-} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2 \therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{45 \times 0.06}{70} = 0.0386M$

$\therefore K_{ip}(BaSO_4) = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 0.107 \times 0.0356 = 4.18 \times 10^{-3}$

দেওয়া আছে, $K_{sp}(BaSO_4) = 1.08 \times 10^{-10}$

যেহেতু $K_{ip} > K_{sp}$, সেহেতু B পাত্রের দ্রবণ A পাত্রে মিশ্রিত করলে $BaSO_4$এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

৭। **[চ. বো. ২৩]**

১ম পাত্র	২য় পাত্র
$35mL, 6 \times 10^{-3}M$ $CaCl_2$ দ্রবণ $25°C$	$35mL, 6 \times 10^{-3}M$ NaF দ্রবণ, $25°C$

$[25°C$ এ CaF_2 এর $K_{sp} = 4.0 \times 10^{-11}]$

(ক) মল্ট ভিনেগার কী? ১

(খ) Fe^{2+} এবং Fe^{3+} আয়নের মধ্যে কোনটি বেশি সুস্থিত? ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) A-পাত্রের অম্লীয় মূলক শনাক্তকরণের পরীক্ষা সমীকরণসহ দেখাও। ৩

(ঘ) A এবং B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণে কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) মল্ট হল অংকুরিত বার্লি বা অন্য কোন শস্যের দানার সাথে ফারমেন্টেশনের দ্বারা উৎপন্ন $(6-10)\%$ ইথানয়িক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ।

(খ) ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) একটি বিজারক। এটি জারক পদার্থ দ্বারা সহজে জারিত হয়। ফেরাস লবণের জলীয় দ্রবণকে বায়ুতে উন্মুক্ত রাখলে বায়ুর O_2 দ্বারা তা সহজে জারিত হয়ে ফেরিক লবণে (Fe^{3+}) পরিণত হয়।

$2Fe^{2+} + \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + H_2O$

অপরদিকে ফেরিক লবণ জারক পদার্থ হওয়ায় এটি O_2 দ্বারা জারিত হয় না। এজন্য Fe^{2+} এর তুলনায় Fe^{3+} দ্রবণের স্থায়িত্ব বেশি হয় ।

(গ) A পাত্রের অম্লীয় মূলকটি হলোঃ Cl^-। নিম্নে Cl^- আয়নের শনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ দেখানো হলো:

মূল দ্রবণে কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে সিলভার ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে, যা লঘু HNO_3 দ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH -এ সহজে দ্রবণীয়। যা দ্রবণে Cl^- (ক্লোরাইড) আয়ন এর উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

রাসায়নিক বিক্রিয়া: $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgCl(s) \downarrow$ [সাদা অধঃক্ষেপ]

$AgCl + 2NH_4OH(aq) \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$ [দ্রবণীয়] $+2H_2O$

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে সংঘটিত বিক্রিয়া:

$CaCl_2 + 2NaF \rightarrow 2NaCl + CaF_2$

$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^-$

মিশ্রণের পূর্বে Ca^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 6 \times 10^{-3}M$

মিশ্রণের পূর্বে Ca^{2+} আয়নের আয়তন, $V_1 = 35mL$

মিশ্রণের পরে Ca^{2+} আয়নের আয়তন, $V_2 = (35 + 35)mL = 70mL$

মিশ্রণের পরে Ca^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2 \therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{35 \times 6 \times 10^{-3}}{70} = 3 \times 10^{-3}M$

আবার,

মিশ্রণের পূর্বে F^- আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 6 \times 10^{-3}M$

মিশ্রণের পূর্বে F^- আয়নের আয়তন, $V_1 = 35mL$

মিশ্রণের পরে F^- আয়নের আয়তন, $V_2 = (35 + 35)mL = 70mL$

মিশ্রণের পরে F^- আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

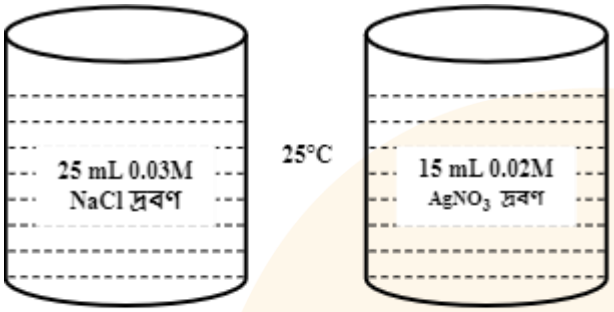
$V_1S_1 = V_2S_2 \therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{35 \times 6 \times 10^{-3}}{40}M = 3 \times 10^{-3}M$

$\therefore k_{ip}(CaF_2) = [Ca^{2+}][F^-]^2 = 2.7 \times 10^{-8}$

দেওয়া আছে, $K_{sp}(CaF_2) = 4 \times 10^{-11}$

যেহেতু $K_{ip} > K_{sp}$, সুতরাং, A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে CaF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

৮। [সি. বো. ২৩]



$AgCl$ এর $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$

(ক) IR-রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্যটির ব্যাপ্তি কত? ১

(খ) $FeCl_2$ এর গলনাংক $FeCl_3$ অপেক্ষা বেশি কেন? ২

(গ) উদ্দীপকের 'A' পাত্রের দ্রবণের অ্যানায়নটি শনাক্তকরণ পরীক্ষা ব্যাখ্যা করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের 'A' ও 'B' পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হবে কিনা দ্রাব্যতার নীতির আলোকে যাচাই কর। ৪

উত্তরঃ

(ক) IR রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যাপ্তি $780 - 10^6nm$।

(খ) $FeCl_2$ ও $FeCl_3$ এ Fe -এর জারণ সংখ্যা যথাক্রমে +2 ও +3। উভয় ক্ষেত্রে অ্যানায়ন ক্লোরিন। Fe^{2+} অপেক্ষা Fe^{3+} এর ধনাত্মক চার্জ বেশি হওয়ায় আকার ছোট। ফলে অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের ওপর Fe^{2+} অপেক্ষা Fe^{3+}-এর দিকে বেশি বিকৃত হবে। অর্থাৎ পোলারাইজেশন বেশি হবে। ফলে $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ -এর সমযোজী ধর্ম বৃদ্ধি পাবে। আবার সমযোজী যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক আয়নিক যৌগ অপেক্ষা কম হয়। ফলে $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$-এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক কম হবে।

(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের দ্রবণের অ্যানায়নটি হল - Cl^-

Cl^- আয়নের শনাক্তকারী পরীক্ষা:

টেস্টটিউবে $2-1\,mL$ Cl^- আয়নের কোন লবণের দ্রবণ নিয়ে তাতে কয়েক ফোঁটা $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে $AgCl$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH দ্রবণে সহজেই দ্রবণীয় হয়।

$Cl^- + AgNO_3 \longrightarrow AgCl \downarrow + NO_3^-$

সাদা অধঃক্ষেপ

$AgCl + NH_4OH \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + H_2O$

দ্রবণীয়

এই পরীক্ষা দিয়ে Cl^- আয়নের শনাক্তকরণ করা হয়।

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B পাত্র মিশ্রিত করলে সংঘটিত বিক্রিয়া:

$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

$AgCl(aq) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$

মিশ্রণের পূর্বে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.03M$

মিশ্রণের পূর্বে Cl^- আয়নের আয়তন, $V_1 = 25mL$

মিশ্রণের পরে Cl^- আয়নের আয়তন, $V_2 = (25 + 15)mL = 40mL$

মিশ্রণের পরে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$$V_1S_1 = V_2S_2 \therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{25 \times 0.03}{40} M = 0.01875M$$

আবার, মিশ্রণের পূর্বে Ag^+ আয়নের ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.02M$

মিশ্রণের পূর্বে Ag^+ আয়নের আয়তন, $V_1 = 15mL$

মিশ্রণের পরে Ag^+ আয়নের আয়তন, $V_2 = (25 + 15)mL = 40mL$

মিশ্রণের পরে Ag^+ আয়নের ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

দ্রবণের লঘুকরণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$$V_1S_1 = V_2S_2 \therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{15 \times 0.02}{40} M = 7.5 \times 10^{-3}M$$

$\therefore k_{ip}(AgCl) = [Ag^+][Cl^-] = 7.5 \times 10^{-3} \times 0.01875 = 1.4 \times 10^{-4}$

দেওয়া আছে, $Ksp(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$

যেহেতু $K_{ip} > K_{sp}$, সুতরাং, A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে

৯। **[ঢা. বো. ২২]**

50 mL 30×10^{-3} M M_2N_3 দ্রবণ	60 mL PQ_2 দ্রবণ
পাত্র-১	পাত্র-২

MQ_3 যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল 4.5×10^{-8}

ক) সিগমা বন্ধন কাকে বলে? ১

খ) কার্বন ডাইঅক্সাইড অপোলার কেন? ২

গ) পাত্র-১ এর দ্রবণটি সম্পৃক্ত হলে M_2N_3 এর দ্রাব্যতা গুণফল হিসাব করো । ৩

ঘ) ২নং পাত্রে বিদ্যমান দ্রবণের ঘনমাত্রা কমপক্ষে কত হলে ১ ও ২ নং পাত্রের দ্রবণদ্বয় একত্রে মিশ্রিত করলে MQ_3 এর অধঃক্ষেপ পড়বে? ৪

উত্তরঃ

(ক) সমযোজী বন্ধন সৃষ্টির সময় দুটি একই বা ভিন্ন পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থানরত যোজ্যতা স্তরের দুটি অরবিটালের সামনাসামনি বা মুখোমুখি অধিক্রমণের ফলে সৃষ্ট বন্ধনই সিগমা বন্ধন ।

(খ) CO_2 এর আকৃতি সরলরৈখিক। এছাড়াও এর মধ্যে বিদ্যমান উভয় C-O বন্ধনের দূরত্ব সমান। তাই এতে ডাইপোল মোমেন্টের পরিবর্তন শূন্য হয়। ডাইপোল মোমেন্টের পরিবর্তন শূন্য বলে এটি কোন পোলারিটি প্রদর্শন করে না। ফলে এটি অপোলার ।

(গ) উদ্দীপক অনুসারে,

M_2N_3 এর দ্রাব্যতা = 3.0×10^{-3} M; ধরি, M_2N_3 এর দ্রাব্যতা, S

পাত্র-১ এর M_2N_3 দ্রবণটি নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:

$M_2N_3 \rightleftharpoons 2M^{3+} + 3N^{2-}$

S 2S 3S

$\therefore$ দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{SP} = [M^{3+}]^2 \times [N^{2-}]^3$

$= (2S)^2 \times (3S)^3$

$= 4S^2 \times 27S^3$

$= 108S^5$

$= 108 \times (3.0 \times 10^{-3})^5$

$= 2.624 \times 10^{-11}$

অতএব, M_2N_3 এর দ্রাব্যতা গুণফল $2.624 \times 10^{-11}\, mol^5\, L^{-5}$

(ঘ) MQ_3 এর অধঃক্ষেপ পড়ার জন্য পর্যাপ্ত M^{3+} ও Q^- প্রয়োজন।

এখন, ১ম পাত্রের M_2N_3 দ্রবণে M_2N_3 নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়,

$M_2N_3 \rightleftharpoons 2M^{3+} + 3N^2$

M_2N_3 এর দ্রাব্যতা 3×10^{-3} M হলে,

M^{3+} আয়নের ঘনমাত্রা, $[M^{3+}] = 2 \times 3 \times 10^{-3}M = 6 \times 10^{-3}M$

এবার, ১ ও ২ নং পাত্রের দ্রবণদ্বয়কে মিশ্রিত করলে পরিবর্তিত আয়তন = 50ml + 60mL = 110mL

$\therefore$ মিশ্রণে M^{3+} আয়নের ঘনমাত্রা :

এখানে,

১ম পাত্রে M^{3+} আয়নের,

ঘনমাত্রা, S_1 = 6 × 10 M

আয়তন, V_1 = 50ml

মিশ্রণে আয়তন, V_2 = 110mL

মিশ্রণে ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$$S_2 = \frac{S_1V_1}{V_2}$$

$$= \frac{6 \times 10^{-3} \times 50}{110}$$

$= 2.72 \times 10^{-3}M$

আবার,

২য় পাত্রের PQ_2 দ্রবণে PQ_2 নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়,

$PQ_2 \rightleftharpoons P^{2+} + 2Q^-$

ধরি, PQ_2 এর দ্রাব্যতা x M

∴ Q^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[Q^-]$ = 2x M

এখন মিশ্রণে Q আয়নের ঘনমাত্রা,

এখানে,

২য় পাত্রে Q^- আয়নের

ঘনমাত্রা, S_1 = 2x M

আয়তন, V_1 = 60ml

মিশ্রণে আয়তন, V_2 = 110 mL

মিশ্রণে ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$$S_2 = \frac{S_1V_1}{V_2}$$

$$\therefore S_2 = \frac{2x \times 60}{110}$$

$$= \frac{12}{11}x\ M$$

এবার, উদ্দীপকের পাত্রদ্বয় মিশ্রিত করলে-

M_2N_3 ও PQ_2 এর মিশ্রণে সংঘটিত বিক্রিয়া

$$M_2N_3 + 3PQ_2 \rightarrow 2MQ_3 + 3PN$$

উৎপন্ন MQ_3 নিম্নরূপে আয়নিত হয়,

$$MQ_3 \rightleftharpoons M^{3+} + 3Q^-$$

∴ MQ_3 এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = [M^{3+}][Q^{-3}]^3$

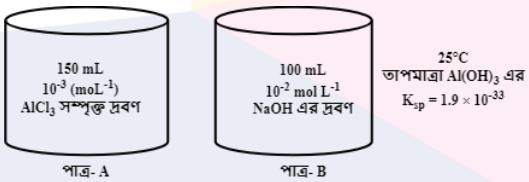
$$4.5 \times 10^{-8} = 2.72 \times 10^{-3}\left(\frac{12}{11}x\right)^3$$

বা, $x^3 = \frac{4.5\times10^{-8}\times11^3}{2.72\times10^{-3}\times12^3}$

∴ x = 0.023 M

সুতরাং, পাত্র-২ এ PQ_2 দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.023M এর বেশি হলেই মিশ্রণে MQ_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

১০। **[ম. বো. ২২]**



(ক) বাফার দ্রবণ কী? **১**

(খ) Cr(24) এর ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রমধর্মী কেন? **২**

(গ) A পাত্রের লবণের দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। **৩**

(ঘ) A এবং B পাত্রের মিশ্রণ থেকে $Al(OH)_3$ অধঃক্ষিপ্ত হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। **৪**

উত্তরঃ

(ক) যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ অ্যাসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

(খ) Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো:- Cr (24) $= 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ [প্রকৃত অস্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস]

Cr (24) $= 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \cdot 3p^6 3d^5 4s^1$ [প্রকৃত স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস]

d এর ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 10, অর্থাৎ $3d^{10}$; যেকোন অরবিটাল পূর্ণ (সম্পূর্ণ) বা অর্ধপূর্ণ থাকলে তার স্থিতিশীলতা বেশি হয়। d অরবিটালের $3d^5$ [এবং $3d^{10}$] ইলেকট্রন বিন্যাসটি অধিক সুস্থিত এবং স্থিতিশীল। কিন্তু $3d^4$ অর্ধপূর্ণতা ($3d^5$) অপেক্ষা 1 টা ইলেকট্রন কম থাকায় তার স্থিতিশীলতা বিনষ্ট হয়। তাই স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষ্যে Cr এ $4s^2$ থেকে 1 টা ইলেকট্রন $3d^4$ প্রবেশ করে $3d^5$ ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে স্থিতিশীল হয়। [d অরবিটাল কখনও 4টি ইলেকট্রন ধারণ করে না। এই কারণে Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাসে ব্যতিক্রমতা পরিলক্ষিত হয়।

(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের লবণের ($AlCl_3$) দ্রাব্যতা,

$S = 10^{-3}$ mol L^{-1}

উদ্দীপকের A পাত্রের লবণটি ($AlCl_3$) নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:

$AlCl_3 \rightleftharpoons Al^{3+} + 3Cl^-$

দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = [Al^{3+}] \times [Cl]^3$

$= S \times (3S)^3$

$= 27S^4$

$= 27 \times (10^{-3})^4$

$= 27 \times 10^{-12}$

অতএব, A পাত্রের লবণের দ্রাব্যতা গুণফল 27×10^{-12} mol^4 L^{-4}

(ঘ) $Al(OH)_3$ এর আয়নিক বিয়োজন:

$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{3+} + 3OH^-$

আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Al^{3+}][OH]^3$

যদি K_{ip}এর মান K_{sp} থেকে বড় হয় তবে $Al(OH)_3$ দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হবে।

এখন, A ও B পাত্রের দ্রবণের মিশ্রণে সংঘটিত বিক্রিয়া:

$AlCl_3 + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_3 + 3NaCl$

মিশ্রণে Al^{3+} আয়নের ঘনমাত্রা:

এখানে,

$AICI_3$ দ্রবণে Al^{3+} এর

ঘনমাত্রা, $S_1 = 10^{-3}$ $molL^{-1}$

আয়তন, V_1 = 150mL

মিশ্রণের আয়তন, V_2 = (150 + 100) mL

= 250mL

মিশ্রণের ঘনমাত্রা, S_2 = ?

আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$\therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{150 \times 10^{-3}}{250}$

$= 6 \times 10^{-4} \text{molL}^{-1}$

সুতরাং, মিশ্রণে Al^{3+} আয়নের ঘনমাত্রা $6 \times 10^{-4} \text{molL}^{-1}$

মিশ্রণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা:

আমরা জানি,

এখানে,

NaOH দ্রবণে OH এর ঘনমাত্রা,

$S_1 = 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$

আয়তন, V_1 = 100 mL

মিশ্রণের আয়তন, V_2 = 250 mL

মিশ্রণের ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$\therefore$ মিশ্রণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[OH^-] = 4 \times 10^{-3} \text{molL}^{-1}$

$\therefore$ $Al(OH)_3$, এর আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Al^{3+}][OH]^3$

$= 6 \times 10^{-4} \times (4 \times 10^{-3})^3$

$= 3.84 \times 10^{-11}$

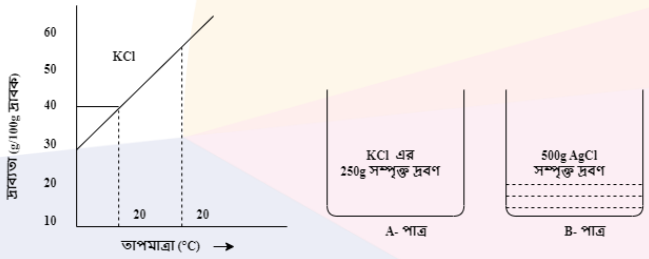
যা 25°C তাপমাত্রায় $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = 1.9 \times 10^{-33}$

অপেক্ষা বড়। অর্থাৎ, $K_{ip} > K_{sp}$

সুতরাং, মিশ্রণ থেকে $Al(OH)_3$ অধঃক্ষিপ্ত হবে।

১১। **[ম. বো. ২২]**

লেখচিত্রটি লক্ষ করো:



(ক) pH কী? ১

(খ) পানির আয়নিক গুণফল থেকে কীরূপ pH স্কেল তৈরি করা হয়? ২

(গ) A পাত্রের দ্রবণকে 50°C তাপমাত্রা থেকে 25°C তাপমাত্রায় শীতল করলে কত গ্রাম KCl লবণ কেলাসিত হবে? ৩

(ঘ) A পাত্রের দ্রবণকে B পাত্রের দ্রবণে যোগ করলে AgCl লবণের দ্রাব্যতা হ্রাস ঘটে কি? উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

উত্তরঃ

(ক) কোনো লঘু দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে ।

(খ) পানির আয়নিক গুণফল 10^{-14}। এই মান থেকে ১০ ভিত্তিক লগারিদম স্কেল ব্যবহার করে pH গণনা করা যায়। এই স্কেলে pH এর সীমা '0' থেকে '14' পর্যন্ত। তাই পানির আয়নিক গুণফল থেকে '0- 14' স্কেলের ডিজিটাল pH স্কেল তৈরি করা হয়।

(গ) আমরা জানি, তাপমাত্রার পরিবর্তনের ফলে দ্রাব্যতার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে। উদ্দীপকের তাপমাত্রার সাথে দ্রাব্যতার পরিবর্তনের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে।

উদ্দীপকের লেখচিত্রানুসারে, 50°C তাপমাত্রায় KCl এর দ্রাব্যতা 60g/100g দ্রাবক এবং 25°C তাপমাত্রায় KCl এর দ্রাব্যতা 40g/100g দ্রাবক।

দেওয়া আছে, KCl দ্রবণের ভর = 250 g

50°C তাপমাত্রার দ্রবণে দ্রবের ভর w_1g হলে,

দ্রাব্যতা, $S_{50} = \frac{\text{দ্রবের ভর} \times 100}{\text{দ্রাবকের ভর}}$

বা, $60 = \frac{w_1 \times 100}{250 - w_1}$ (50°C তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা S = 60)

বা, $15{,}000 - 60w_1 = 100w_1$

বা, $160w_1 = 15{,}000$

$\therefore w_1 = 93.75g$

$\therefore$ দ্রাবকের ভর $= (250 - 93.75)g$

$= 156.25g$

A পাত্রের KCl দ্রবণকে 50°C তাপমাত্রা থেকে 25°C তাপমাত্রায় শীতল করলে, দ্রাবকের ভর অপরিবর্তিত (156.25g) থাকে কিন্তু দ্রবের ভর পরিবর্তিত হয়। ফলে কিছু পরিমাণ KCl কেলাসিত হবে। ধরি, 25°C তাপমাত্রায় দ্রবণে দ্রবের ভর w_2 g

$\therefore$ দ্রাব্যতা, $S_{25} = \frac{w_2 \times 100}{156.25}$

বা, $40 = \frac{w_2 \times 100}{156.25}$

বা, $w_2 = \frac{40 \times 156.25}{100}$ g

= 62.5g

$\therefore$ KCl কেলাসিত হবে $= (w_1 - w_2)g = (93.75 - 62.50)g$

= 31.25 g

(ঘ) B পাত্রের দ্রবণে তথা AgCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণে A পাত্রের দ্রবণ তথা KCl দ্রবণ যোগ করলে AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে। এর কারণ নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-

(i) AgCl হলো স্বল্পদ্রাব্য লবণ। AgCl এর সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণে প্রদত্ত গতিশীল সাম্যাবস্থা রচিত হয়:

$AgCl(s) \leftrightharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$ ..... (1)

(ii) AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = [Ag^+] \times [Cl^-]$ একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় K_{sp} এর মান নির্দিষ্ট। কাজেই, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় Ag^+ ও Cl^- আয়নের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল $[Ag^+] \times [Cl^-]$ সর্বদা ধ্রুবক।

(iii) সুতরাং, Ag^+ ও Cl^- আয়নের মধ্যে কোনো একটির মোলার ঘনমাত্রার মান বৃদ্ধি করলে অপরটির মোলার মান অবশ্যই হ্রাস পাবে, নতুবা K_{sp} এর স্থির মান বজায় থাকবে না।

(iv) ধরা যাক, AgCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণে সমআয়ন সম্পন্ন তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য KCl যোগ করা হলো। এর ফলে মিশ্র দ্রবণে সমআয়নের (Cl^-) মোলার ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

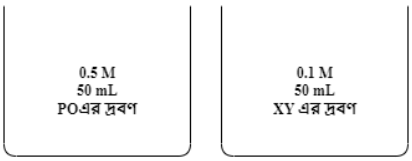
(v) লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে, K_{sp} এর মান স্থির রাখার জন্য কিছু পরিমাণ Cl^- প্রয়োজনীয় পরিমাণ Ag^+ আয়নের সঙ্গে যুক্ত হয়ে AgCl উৎপন্ন করে, যা অধঃক্ষেপ রূপে দ্রবণ থেকে পৃথক হয়। এর ফলে AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।

(vi) এই ঘটনায় 1 নং সাম্যাবস্থা বামদিকে সরে গিয়ে পুনঃপ্রতিষ্ঠিত হয় এবং নতুন সাম্যাবস্থায় Ag^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রা Cl^- আয়ন অপেক্ষা অনেক কম হয় এবং Ag^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রা AgCl এর দ্রাব্যতার সমান হয়। যদি AgCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণে KCl এর পরিবর্তে $AgNO_3$ এর জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়, তবে সেক্ষেত্রে সমআয়নের (Ag^+) প্রভাবে AgCl এর মোলার দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।

অতএব, A পাত্রের দ্রবণকে B পাত্রের দ্রবণে যোগ করলে AgCl লবণের দ্রব্যতা হ্রাস পায়।

১২। **[দি. বো. ২২]**

নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাওঃ



[PY_2 এর $K_{sp} = 1.85 \times 10^{-8}$]

[PY_2 এর $K_{sp} = 1.85^5 \times 10^{-8}$]

(ক) অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক K_a কী? ১

(খ) pH স্কেল 0 থেকে 14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? ২

(গ) ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে p^{2+} এর ঘনমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রণে PY_2 অধঃক্ষিপ্ত হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোনো অম্লের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত থাকে তাকে ঐ অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক বলা হয়। এটিকে K_a দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

(খ) কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু লঘু দ্রবণে H^+ ও OH^-এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হতে পারে না।

দ্রবণে $[H^+]$ = 1M হলে,

pH = - log (1) = 0

দ্রবণে $[OH^-]$ = IM হলে,

pOH = -log (1)=0

∴ pH = 14 pOH = 14-0 = 14

তাই, pH স্কেল 0 - 14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

(গ) উদ্দীপকে ১নং পাত্রে 0.5M 50mL PQ এর দ্রবণ এবং ২নং পাত্রে 0.1M 50mL XY এর দ্রবণ দেয়া আছে। উভয় দ্রবণ মিশ্রিত করলে p^{2+} এর ঘনমাত্রা নির্ণয় নিম্নরূপঃ

মিশ্রণের আগে,

p^{2+} দ্রবণের ঘনমাত্রা, M_1 = 0.5 M

আয়তন, V_1 = 50mL

মিশ্রণের পর,

p^{2+} দ্রবণের আয়তন, V_2 = (50 + 50) mL = 100mL; ঘনমাত্রা, M_2 =?

আমরা জানি,

$$M_1V_1 = M_2V_2$$
$$\therefore M_2 = \frac{M_1V_1}{V_2}$$
$$= \frac{0.5 \times 50}{100}$$
$$= 0.25M$$

অতএব, ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে p^{2+} এর ঘনমাত্রা 0.25 M।

(ঘ) উদ্দীপকের ১ ও ২নং পাত্রের দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো-

$$PQ + XY \longrightarrow PY_2 + X_2Q$$

'গ' হতে পাই, মিশ্রণে p^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা = 0.25 M; ধরি, মিশ্রণে Y^- আয়নের ঘনমাত্রা, = S_2

এখানে,

পাত্র-২ এ Y^- আয়নের ঘনমাত্রা, S_1 = 0.1 M

আয়তন, V_1 = 50mL

মিশ্রণে আয়তন, V_2 = 100 mL

∴ মিশ্রণে ঘনমাত্রা, S_2 = ?

আমরা জানি,

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

সুতরাং, $0.1 \times 50 = S_2 \times 100$

বা, $S_2 = \frac{0.1 \times 50}{100}$

= 0.05 M

∴ মিশ্রণে y^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা 0.05 M এখন, PY_2 এর আয়নিক বিয়োজন নিম্নরূপ:

$$PY_2 \rightleftharpoons P^{2+} + 2Y^-$$

আয়নিক গুণফল,

$$K_{ip} = [P^{2+}] \times [Y^-]^2$$
$$= 0.25 \times (0.05)^2$$
$$= 6.25 \times 10^{-4}$$

দেওয়া আছে; PY_2 এর K_{sp} = 1.85×10^{-8}

আমরা জানি, যেসব দ্রবণের আয়নিক গুণফলের মান (K_{ip}) দ্রাব্যতার গুণফলের মান (K_{sp}) এর চেয়ে বেশি হলে দ্রবণটি অধঃক্ষিপ্ত হবে।

যেহেতু, Kip > K_{sp}; সুতরাং, ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রণে PY_2-এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

১৩। **[কু. বো. ২২]**

$Cu(OH)_2$ এর $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-16}$

(ক) এটম ইকোনমি কাকে বলে? **১**

(খ) সংরক্ষণের জন্য খাদ্যকে বায়ুমুক্ত রাখতে হয়- ব্যাখ্যা করো। **২**

(গ) উদ্দীপকের আলোকে $Cu(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা হিসাব করো। **৩**

(ঘ) A ও B এর দ্রবণ দুটিকে একত্রে মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ সৃষ্টির সম্ভাব্যতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। **৪**

উত্তরঃ

(ক) এটম ইকোনমি হলো বিক্রিয়কসমূহকে সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত করার সক্ষমতা।

$$AE = \frac{\text{কাঙ্ক্ষিত উৎপাদের সংকেত ভর}}{\text{সকল বিক্রিয়কের সংকেত ভরের সমষ্টি}} \times 100\%$$

(খ) অক্সিজেনের উপস্থিতিতে খাদ্য দ্রব্যের জারণ ঘটে। ফলে খাদ্যের বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদ নষ্ট হয়। তাই খাদ্য দ্রব্য সংরক্ষণে বা পরবর্তীতে ব্যবহারে বায়ুমুক্ত রাখা হয় যাতে কৌটা বা প্যাকেট এর মধ্যে অক্সিজেন সরবরাহ বন্ধ থাকে। এতে খাদ্য মধ্যস্থিত জীবাণু ধ্বংস হয়ে যায়- কারণ অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে নতুন কোনো জীবাণুর জন্ম এবং এদের বংশবিস্তার সম্ভব হয় না। ফলে খাদ্য দ্রব্য দীর্ঘদিন ধরে খাওয়ার উপযোগী থাকে।

(গ) দেওয়া আছে;

$Cu(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-16}$

ধরি, $Cu(OH)_2$-এর দ্রাব্যতা = S

$Cu(OH)_2$ জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়ঃ

$$Cu(OH)_2 \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2OH^-$$

S S 2S

$$\therefore K_{sp} = [Cu^{2+}] \times [OH^-]^2 = S \times (2S)^2 = 4S^3$$

$$\therefore S = \left(\frac{K_{sp}}{4}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{1.0 \times 10^{-16}}{4}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 2.924 \times 10^{-6} M$$

$\therefore Cu(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা = 2.924 x 10 দ্রাব্যতা = 2924×10^{-6}

(ঘ) উদ্দীপকে A ও B পাত্রদ্বয়ের দ্রবণ মিশ্রিত করলে সংঘটিত

বিক্রিয়াটি হলো : $CuSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$

দেওয়া আছে,

$CuSO_4$ এর ঘনমাত্রা, M = 6×10^{-4} M

আয়তন, V_1 = 100mL

NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা, M_2 = 0.01 M

আয়তন, V_2 = 80 mL

ধরি, মিশ্রণে $CuSO_4$ এর ঘনমাত্রা M_3 এবং

NaOH এর ঘনমাত্রা M_4 ।

মিশ্রণের আয়তন, V = 100 + 80 = 180 ml

$CuSO_4$ দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$M_1 V_1 = M_3 \times V$

বা, $M_3 = \frac{M_1 V_1}{V} = \frac{6\times10^{-4}\times100}{180} = 3.33 \times 10^{-4}M$

$\therefore [CuSO_4] = [Cu^{2+}] = 3.33 \times 10^{-4}M$

আবার, NaOH দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$M_2V_2 = M_4 \times V$

বা, $M_4 = \frac{M_2V_2}{V} = \frac{0.01\times80}{180}$

$= 4.44 \times 10^{-3}M$

$\therefore [NaOH] = [OH^-] = 4.44 \times 10^{-3}M$

এখন, $Cu(OH)_2$ এর বিয়োজন বিক্রিয়া: $Cu(OH)_2 \rightleftharpoons Cu^{2+} \cdot +2OH^-$

আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Cu^{2+}] \times [OH^-]^2$

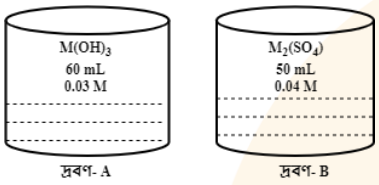
$= 3.33 \times 10^{-4} \times (4.44 \times 10^{-3})^2$

$= 6.58 \times 10^{-9}$

দেওয়া আছে, $Cu(OH)_2$ এর $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-16}$

যেহেতু, $K_{ip} > K_{sp}$; সুতরাং, A এবং B দ্রবণ দুটিকে একত্রে মিশ্রিত করলো $CuOH)_2$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

১৪। **[চ. বো. ২২]**



$K_{sp}[M_2(SO_4)_3] = 1.75 \times 10^{-11}$

(ক) বর্ণালি কাকে বলে? ১

(খ) সবুজ রসায়নের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) উদ্দীপকের A-দ্রবণে OH^- এর ঘনমাত্রা g/L এককে হিসাব করো। ৩

(ঘ) দ্রবণদ্বয় মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) সূর্যের আলোর বিচ্ছুরণের ফলে সৃষ্ট বিভিন্ন তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোর তথা বিভিন্ন বর্ণের সমাহারই হলো বর্ণালি ।

(খ) সবুজ রসায়নের প্রয়োজনীয়তা হলো:

i. এর দ্বারা ক্ষতিকর রাসায়নিক থেকে পরিবেশকে মুক্ত রাখা যায় ।

ii. ক্যান্সার সৃষ্টিকারী রাসায়নিক অসবুজ হয় না বলে খাদ্য নিরাপত্তা নিশ্চিত হয় ।

iii. দূষিত গ্যাসের নির্গমন হয় না বললেই চলে, তাই বায়ুবাহিত রোগের সম্ভাবনা কমে যায়।

iv. বিকল্প রাসায়নিকের ব্যবহারের ফলে অপচয় কম হয় এবং অর্থ সম্পদের ব্যয়ভারও কমে যায়।

(গ) উদ্দীপকের A দ্রবণটি $M(OH)_3$

দেওয়া আছে, $M(OH)_3$ এর ঘনমাত্রা 0.03 M

$M(OH)_3$ নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:

$M(OH)_3 \rightleftharpoons M^{3+} + 3OH^-$

0.03 $3 \times 0.03 = 0.09M$

অর্থাৎ দ্রবণে OH^-আয়নের ঘনমাত্রা = $0.09\ molL^{-1}$

OH^- এর গ্রাম আণবিক ভর = $16 + 1 = 17\ gmol^{-1}$

$\therefore$ ঘনমাত্রা $= \frac{0.09mol}{L} = \frac{0.09mol \times 17gmol^{-1}}{L} = 1.53gL^{-1}$

অতএব, উদ্দীপকে A দ্রবণে OH এর ঘনমাত্রা $1.53gL^{-1}$

(ঘ) দ্রবণ দুটি মিশ্রিত করলে সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো-

$2M(OH)_3 + 3M'_2SO_4 \longrightarrow M_2(SO_4)_3 + 6M'OH$

মনে করি, মিশ্রণে $M(OH)_3$ ও M'_2SO_4 -এর ঘনমাত্রা যথাক্রমে S_1 ও S_2 । মিশ্রণের আয়তন = 60+50 = 110mL

$M(OH)_3$ মিশ্রিত দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$60 \times 0.03 = S_1 \times 110$

$\therefore S_1 = \frac{60 \times 0.03}{110} = 0.016M$

$\therefore M(OH)_3 = [M^{3+}] = 0.016M$

আবার, মিশ্রিত $M_2(SO_4)_3$ দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$0.04 \times 50 = S_2 \times 110$

বা, $S_2 = \frac{0.04 \times 50}{110}$

$\therefore S_2 = 0.018\ M$

অর্থাৎ, $[SO_4^{2-}] = 3 \times [M_2(SO_4)_3]$

$= 3 \times 0.018 = 0.054\ M$

এখন, $M_2(SO_4)_3$ নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়: $M_2(SO_4)_3 \rightleftharpoons 2M^{3+} + 3SO_4^{2-}$

আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [M^{3+}]^2 \times [SO_4^{2-}]^3$

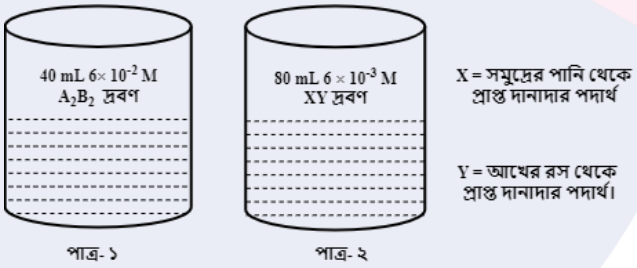
$= (0.016)^2 \times (0.054)^3 = 4.03 \times 10^{-8}$

দেওয়া আছে, $M_2(SO_4)_3$ এর $K_{sp} = 1.75 \times 10^{-11}$ ।

যেহেতু $K_{ip} > K_{sp}$

সুতরাং দ্রবণদ্বয় মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে।

১৫। **[য. বো. ২২]**



AY_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = 4.8 \times 10^{-7}$

(ক) অ্যান্টি অক্সিডেন্ট কী? ১

(খ) PH_3 অপেক্ষা NH_3 অধিক ক্ষারধর্মী; এর কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) উদ্দীপকের পাত্র-১ এবং পাত্র-২ এর মিশ্রিত দ্রবণে B^{3-} আয়নের ঘনমাত্রা গণনা করো । ৩

(ঘ) উদ্দীপকের পাত্র-১ এবং পাত্র-২ এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে AY_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) এন্টিঅক্সিডেন্ট এক ধরনের রাসায়নিক বা কৃত্রিম খাদ্য সংরক্ষক যা মূলত খাদ্য উপাদানসমূহকে জারণ প্রক্রিয়ায় ভাঙন থেকে রক্ষা করে খাবার সংরক্ষণ করে ।

(খ) সাধারণত কোনো যৌগের ক্ষারকত্ব উক্ত যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণুর ইলকট্রন ঘনত্বের উপর নির্ভর করে। কেন্দ্রীয় যে পরমাণুর ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি সেটি সহজেই জলীয় দ্রবণে ইলেকট্রন জোড় দান করতে পারে এবং সেটি তীব্র ক্ষার হিসেবে কাজ করে। NH_3 ও PH_3 উভয় যৌগই ক্ষার এবং এদের কেন্দ্রীয় পরমাণু মুক্ত জোড় ইলেকট্রন বহন করে। NH_3 যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণু N (নাইট্রোজেনের). এর আকার PH_3 যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণু P (ফসফরাস) এর চেয়ে ছোট তাই তুলনামূলক ভাবে N এর ইলেকট্রন ঘনত্ব P এর চেয়ে বেশি। এ কারণে NH_3 যৌগ সহজেই জলীয় দ্রবণে ইলেকট্রন জোড় দান করে PH_3 এর তুলনায় তীব্র ক্ষার হিসেবে আচরণ করে।

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত পাত্র-১ ও পাত্র-২ এর মিশ্রণদ্বয়ের দ্রবণে B^{3-} আয়নের ঘনমাত্রা নিম্নরূপ :

দেওয়া আছে, মিশ্রণের পূর্বে A_3B_2 এর ঘনমাত্রা, $M_1 = 6 \times 10^{-2}$ M

মিশ্রণের পূর্বে A_3B_2 -এর আয়তন, $V_1 = 40$ mL

ধরি, মিশ্রণের পর A_3B_2 এর ঘনমাত্রা $M_2 = ?$

মিশ্রণের আয়তন, $V_2 = 40 + 80 = 120$mL

দেওয়া আছে,

$M_1 = 6 \times 10^{-2}$M

$V_1 = 40$mL

আমরা জানি,

$M_1V_1 = M_2V_2$

$M_2 = \frac{M_1V_1}{V_2}$

$= \frac{6 \times 10^{-2} \times 40}{120} = 0.02$M

অতএব, মিশ্রণের পর A_3B_2 এর ঘনমাত্রা 0.02 M. এখন, A_3B_2 নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:

$$A_3B_2 \rightleftharpoons 3A^{2-} + 2B^{3-}$$

অর্থাৎ, $0.02MA_3B_2 \equiv 2 \times 0.02MB^{3-}$ আয়ন

$= 0.04\ MB^{3-}$ আয়ন

∴ মিশ্রণের B- আয়নের ঘনমাত্রার 0.04 M ।

(ঘ) পাত্র দুইটি মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়—

$A_3B_2 + XY \rightarrow AY_2 + X_3B$

দেওয়া আছে, AY_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল,

$K_{sp} = 4.8 \times 10^{-7}$

মনে করি, মিশ্রণের A_3B_2 এর ঘনমাত্রা S_1 M এবং

XY এর ঘনমাত্রা S_2 M ।

মিশ্রণের আয়তন = 40 + 80

= 120 mL

'গ' থেকে পাই, $[A_3B_2] = S_1 = 0.02$ M

যেহেতু, $3[A_3B_2] = [A^{2+}]$

∴ $[A^{2+}] = 3 \times 0.02$ M = 0.06 M

XY দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$80 \times 6 \times 10^{-3} = S_2 \times 120$

বা, $S_2 = \frac{80 \times 6 \times 10^{-3}}{120}$

∴ S_2 = 0.004 M

যেহেতু, [XY] = [Y]

∴ [Y] = 0.004M

এখন, AY_2 নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়: $AY_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2Y^-$

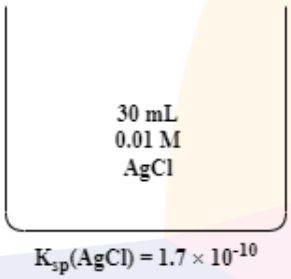
আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [A^{2+}] \times [Y]^2$

$=0.06 \times (0.004)^2$

$= 9.6 \times 10^{-7}$

যেহেতু, $K_{ip} > K_{sp}$; সুতরাং, AY_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

১৬। **[ব. বো. ২২]**



K_{sp} (AgCl) $= 1.7 \times 10^{-10}$

(ক) অরবিটাল কী? ১

(খ) PCl_5 একটি অষ্টক সম্প্রসারণ যৌগ — ব্যাখ্যা করো । ২

(গ) উদ্দীপকের অম্লীয় আয়নের শনাক্তকারী পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ । ৩

(ঘ) উদ্দীপকের দ্রবণে 0.1M HCl যোগ করলে দ্রাব্যতা গুণফলের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কিনা- বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে সেসব স্থানই হলো অরবিটাল ।

(খ) অষ্টক পূরণ বলতে বোঝায় কেন্দ্রীয় পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে আটটি ইলেকট্রন থাকবে। PCl_5 এর ক্ষেত্রে P এর সর্ববহিঃস্থ স্তরের ১টি ইলেকট্রন 5টি Cl পরমাণুর ১টি ইলেকট্রনের সাথে বন্ধন গঠন করে। ফলে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা দাঁড়ায় 10টি (8 এর চেয়ে বেশি)। তাই এটি একটি অষ্টক সম্প্রসারণ যৌগ (কেন্দ্রীয় পরমাণুর সর্ববহিস্থ স্তরে আটটির বেশি ইলেকট্রন থাকায়)।

(গ) উদ্দীপকে AgCl দ্রবণ দেখানো হয়েছে। AgCl কে বিশ্লেষণ করলে পাই, $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

এখানে, অম্লীয় মূলক হচ্ছে Cl^-। নিম্নে Cl^- আয়নের শনাক্তকারী পরীক্ষা দেয়া হলো:

Cl^-আয়নের শনাক্তকারী পরীক্ষা:

টেস্টটিউবে 2-1 mL Cl^- আয়নের কোন লবণের দ্রবণ নিয়ে তাতে কয়েক ফোটা $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করলে AgCl এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH দ্রবণে সহজেই দ্রবণীয় হয়।

$$Cl^- + AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{সাদা অধঃক্ষেপ}}{AgCl\downarrow} + NO_3^-$$

$$AgCl + NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{দ্রবণীয়}}{[Ag(NH_3)_2]Cl} + H_2O$$

এই পরীক্ষা দিয়ে Cl^-আয়ণের শনাক্তকরণ করা হয়।

(ঘ) AgCl দ্রবণে 0.1M HCl দ্রবণ যোগ করলে সমআয়নের প্রভাবে AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে।

ধরি, এই হ্রাসকৃত দ্রাব্যতা S_1 $molL^{-1}$

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

$S_1 \quad S_1 \quad S_1$

দ্রবণে Ag^+ আয়নের ঘনমাত্রা S_1 এবং সমআয়নের প্রভাবে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা $0.1 + S_1$।

সুতরাং মিশ্র দ্রবণের $K_{sp} = [Ag^+] \times [Cl^-] = S_1 \times (0.1 + S_1)$

প্রশ্নমতে, $S_1 \times (0.1 + S_1) = 1.7 \times 10^{-10}$

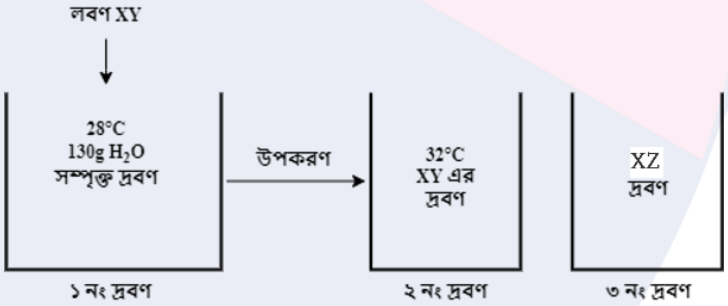
$\therefore S_1^2 + 0.1S_1 - 1.7 \times 10^{-10} = 0$

$\therefore S_1 = 1.7 \times 10^{-9}M$

অর্থাৎ সমআয়ন প্রভাবের কারণে AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পেয়ে $1.7 \times 10^{-9}M$ $molL^{-1}$ হবে।

আবার, আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা গুণফলের মান নির্দিষ্ট। তাই তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকায় দ্রাব্যতা গুণফল অপরিবর্তিত থাকবে।

১৭। **[ঢা. বো. ২১]**



(XZ এর $K_{sp} = 4 \times 10^{-11} mol^2L^{-2}$)

[28°C এবং 32°C তাপমাত্রায় XY লবণটির দ্রাব্যতা যথাক্রমে 35 এবং 45]

(ক) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা কী? ১

(খ) সাম্য ধ্রুবকের মান কখনো শূন্য বা অসীম হয় না কেন? ২

(গ) ২নং দ্রবণকে সম্পৃক্ত করতে কী পরিমাণ অতিরিক্ত দ্রব যোগ করতে হবে—গণনা করো। ৩

(ঘ) 0.01M XY দ্রবণ, ৩ নং দ্রবণে যোগ করা হলে XZ-এর দ্রাব্যতার কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিক যুক্তি দাও । ৪

উত্তরঃ

(ক) উভমুখী রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যখন সম্মুখ বিক্রিয়ার বেগ এবং পশ্চাৎ বিক্রিয়ার বেগ সমান হয় তখন সেই অবস্থাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।

(খ) একটি উভমুখী বিক্রিয়া: $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে । কেননা $K_c = \frac{[C][D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A][B]} = 0$। কিন্তু

সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

(গ) উদ্দীপক অনুযায়ী,

28°C তাপমাত্রায় XY লবণের দ্রাব্যতা 35। অর্থাৎ,

100 g দ্রাবকে দ্রব আছে = 35g

∴ 130 g দ্রাবকে দ্রব আছে= $\frac{35\times130}{100}$g = 45.5

সুতরাং, ১ নং দ্রবণে,28°C তাপমাত্রায় দ্রব্য আছে 45.5 g এবং দ্রবণ আছে = (45.5 +130) g = 175.5 g ।

ধরি,

২ নং দ্রবণকে সম্পৃক্ত করতে অতিরিক্ত x g পরিমাণ দ্রব লাগবে । তাহলে, দ্রবের পরিমাণ = (45.5 + x) g .....(i)

দ্রবণের পরিমাণ = (175.5 + x) g

উদ্দীপক অনুযায়ী, 32°C তাপমাত্রায় XY লবণের দ্রাব্যতা 45 ।

অর্থাৎ, 145 g দ্রবণে দ্রব থাকবে = 45 g

∴ (175.5 + x) g দ্রবণে দ্রব থাকবে = $\frac{45\times(175.5+x)}{145}$g

(i) নং হতে পাই,

$$\frac{45 \times (175.5 + x)}{145} = 45.5 + x$$

বা, $7897.5 + 45x = 6597.5 + 145x$

বা, $145x - .45x = 7897.5 - 6597.5$

বা, $100x = 1300$

বা, $x = 13g$

সুতরাং, ২ নং দ্রবণকে সম্পৃক্ত করতে অতিরিক্ত 13g XY লবণ যোগ করতে হবে।

(ঘ) ধরি, ৩ নং দ্রবণে XZ এর দ্রাব্যতা = S $molL^{-1}$

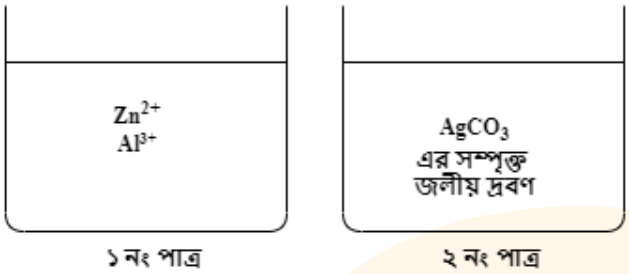
$$XZ \longrightarrow X^{2+} + Z^{2-}$$
$$S \quad S$$
$$K_{sp} = [X^{2+}][Z^{2-}]$$
$$4 \times 10^{-11} = S \times S = S^2$$
$$S = \sqrt{4 \times 10^{-11}} = 6.32 \times 10^{-6} M$$

আবার, 0.01 M, XY দ্রবণে XZ এর দ্রাব্যতা S'M

$$XZ \longrightarrow X^{2+} + Z^{2-}$$
$$\dot{S}' + 0.01S'$$
$$S'^2 = [X^{2+}][Z^{2-}] = S'(S' + 0.01) = S'^2 + 0.01S$$
$$\therefore 4 \times 10^{-11} = 0.01S'$$
$$S^{-2} = 4 \times 10^{-9} M$$

সুতরাং, 0.01M XY দ্রবণে XZ এর দ্রাব্যতা সমআয়ন প্রভাবের জন্য কমে যাবে।

১৮। **[ঢা. বো. ২১]**



$Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$ এবং Ag_2CO_3 এর K_{sp} যথাক্রমে 3.0×10^{-17} ও 3.0×10^{-34} এবং 8.5×10^{-12}

ক. ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক K_b কী ? ১

খ. তরল অবস্থায় ইথানয়িক অ্যাসিড পলিমার গঠন করে— ব্যাখ্যা করো। ২

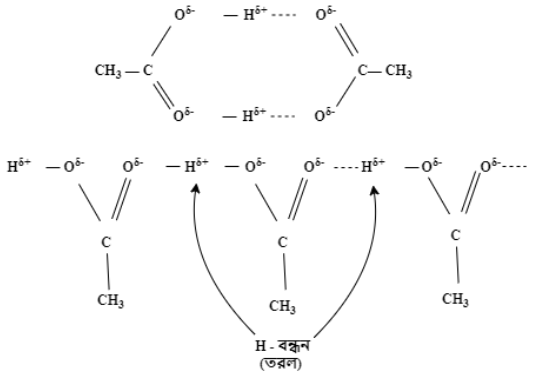
গ. ২নং পাত্রে Ag^+ আয়নের ঘনমাত্রা হিসাব করো। ৩

ঘ. ১ নং পাত্রের দ্রবণে NHCI এর উপস্থিতিতে NH_4OH যোগ করা হলে কোন আয়নটি আগে অধঃক্ষিপ্ত হবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে উপস্থিত কোন ক্ষারকের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে, তাকে ঐ ক্ষারকের বিয়োজন ধ্রুবক বলে।

(খ) ইথানয়িক অ্যাসিড অণুতে 'O' এবং 'H' পরমাণুর তড়িৎঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে ডাইপোল সৃষ্টি হয়। ফলে H-বন্ধন দ্বারা সংযোজন ঘটে। সংযোজন 'ঘটতে পারে দুটি অণুর মধ্যে। ফলে ডাইমার $(CH_3COOH)_2$ সৃষ্টি হয় যা ইথানয়িক অ্যাসিডের গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। কিন্তু, বহুসংখ্যক CH_3COOH ডাইপোল H-বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে বড় আণবিক গুচ্ছও তৈরি হয়, $(CH_3COOH)_n$ এটি ঘটলে ইথানয়িক অ্যাসিড তরল অবস্থা প্রাপ্ত হয় অর্থাৎ স্ফুটনাঙ্ক উচ্চ হয়। যেমন-



(গ) মনে করি, উদ্দীপকে 2নং পাত্রে Ag_2CO_3 এর দ্রাব্যতা Smol/L

Ag_2CO_3 এর বিয়োজন বিক্রিয়া:

$Ag_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CO_3^{2-}$ (aq)

Ag^+ এর ঘনমাত্রা $[Ag^+]$ = 2Smol/L

CO_3^{2-}এর ঘনমাত্রা $[CO_3^{2-}]$ = Smol/L

∴ দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = [Ag^+]^2 \cdot [CO_3^{2-}] = (2S)^2 \times S = 4S^3$

বা, $4S^3$ = Ksp [উদ্দীপক অনুসারে, $Ksp = 8.5 \times 10^{-12}$]

বা, $S = \sqrt[3]{\frac{8.5\times10^{-12}}{4}}$

বা, $S = 1.285^1 \times 10^{-4}$mol/L

সুতরাং, ২নং পাত্রে Ag^+ আয়নের ঘনমাত্রা $2S = 2 \times 1{:}285 \times 10^{-4}$ mol/L $= 2.57 \times 10^{-4}$mol/L

(ঘ) উদ্দীপকের ১নং পাত্রের Zn^{2+} এবং Al^{3+} আয়নের মধ্যে Alt আয়নটি আগে অধঃক্ষিপ্ত হবে।

আমরা জানি, কোনো লবণ বা দ্রবের আয়নিক গুণফল যখন তার দ্রাব্যতার গুণফলকে অতিক্রম করবে তখন সেই দ্রবটি দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হবে। উল্লিখিত আয়নদ্বয় NHCI এর উপস্থিতিতে NH_4OH এর সাথে নিম্নরূপে বিক্রিয়া করে।

$Al^{3+} + 3NH_4OH \longrightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$

$Zn^{2+} + NH_4OH \longrightarrow 2Zn(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$

$Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতার গুণফল, $K_{sp} = 3.0 \times 10^{-34}$

$Zn(OH)_2$ এর দ্রাব্যতার গুণফল, $K_{sp} = 3 \times 10^{-17}$

অর্থাৎ $Al(OH)_3$এর Ksp এর মান $Zn(OH)_2$ এর Ksp এর মান অপেক্ষা অনেক ক্ষুদ্র। তাই উল্লিখিত ক্ষারীয় মাধ্যমে $Al(OH)_3$ এর আয়নিক গুণফলের মান খুব সহজে তার দ্রাব্যতার গুণফলের মানকে অতিক্রম করে অধঃক্ষিপ্ত হবে।

NH_4CI এর উপস্থিতিতে NHOH এর বিয়োজনমাত্রা সম আয়ন প্রভাবে হ্রাস পাবে।

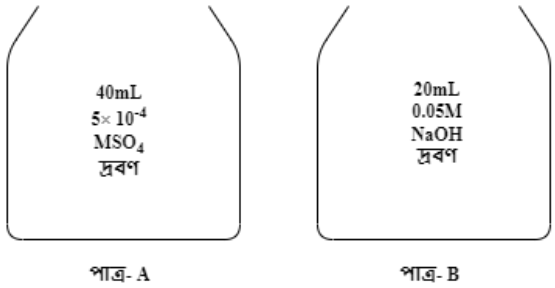
$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$NH \cdot Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$,

এরপর দ্রবণে যে সামান্য পরিমাণ OH^- আয়ন থাকবে তার সাথে Al^{3+} বিক্রিয়া করে $Al(OH)_3$ গঠন করে দ্রাব্যতার গুণফলকে অতিক্রম করে অধঃক্ষিপ্ত হবে। পক্ষান্তরে $Zn(OH)_2$ এর দ্রাব্যতার গুণফল তুলনামূলকভাবে বেশি হওয়ার সামান্য পরিমাণ OH এর সাথে বিক্রিয়া করে অধঃক্ষিপ্ত হতে একটু সময় নিবে।

ফলে Al^{3+} এবং Zn^{2+} এর মধ্যে Al^{3+} আগে অধঃক্ষিপ্ত হবে।

১৯। [ম. বো. ২১]



$[M(OH)_2$ এর $K_{sp} = 6.5 \times 10^{-6}]$

(ক) ভরক্রিয়া সূত্রটি লেখো । ১

(খ) O^{2+} অপেক্ষা N^{3-} এর আকার বড় কেন? ২

(গ) উদ্দীপকের M^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ পরীক্ষাটি সমীকরণসহ লেখো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

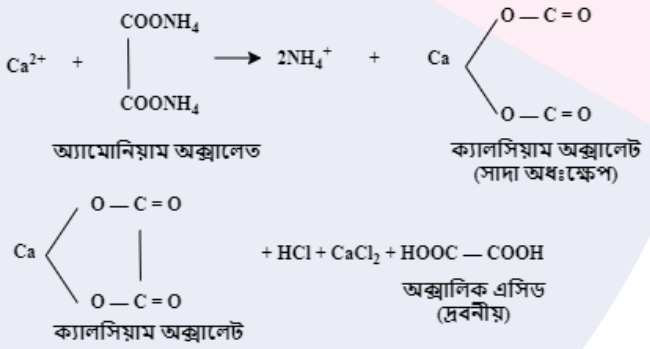
(ক) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক ।

(খ) আমরা জানি, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ের বাম থেকে যত ডানে যাওয়া যায় মৌলের আকার তত কমতে থাকে। এজন্য নাইট্রোজেন (N) অক্সিজেন (O) অপেক্ষা বড়। O^{2-} এবং N^{3-} এ সমান সংখ্যক ইলেকট্রন থাকায় তাদের আকার সমান থাকার কথা। কিন্তু নাইট্রোজেন পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা কম থাকার কারণে কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ বল অক্সিজেন পরমাণু অপেক্ষা কম থাকে। ফলে নাইট্রোজেন পরমাণু অপেক্ষাকৃত কম সংকুচিত হয়। এজন্যই O^{2-} অপেক্ষা N^{3-} এর আকার বড় ।

(গ) উদ্দীপকের M এর পারমাণবিক ভর হলো 40। সুতরাং, যৌগটি হলো $CaCl_2$ এবং ক্যাটায়ন হলো Ca^{2+} ।

Ca^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ পরীক্ষা:

একটি টেস্টটিউবে 1-2 mL মূল দ্রবণ নিয়ে উক্ত দ্রবণটিতে কয়েক ফোঁটা অ্যামোনিয়াম অক্সালেট ($NH_4OOC\text{-}COONH_4$) দ্রবণ যোগ করলে, ক্যালসিয়াম অক্সালেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে, যা কিনা HCl এ দ্রবীভূত হয়। এতে করে দ্রবণে Ca^{2+} আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত হয়।.



সিদ্ধান্ত: Ca^{2+} আয়ন উপস্থিত।

[বি. দ্র.: প্রদত্ত প্রশ্নের উদ্দীপকের পাত্র A তে ব্যবহৃত M ধাতুর পারমাণবিক ভর উল্লেখ না থাকায় এটির পারমাণবিক ভর 40 বিবেচনা করা হলো।

(ঘ) পাত্র A ও পাত্র-B এর দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করলে বিক্রিয়াটি হবে নিম্নরূপ:

$$CaSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Ca(OH)_2 + Na_2SO_4$$

মিশ্রণে M^{2+} এর প্রকৃত ঘনমাত্রা:

$V_1 = 40mL$

$S_1 = 5 \times 10^{-4} \cdot M$

$V_{total} = (20 + 40)mL$

$= 60mL$

$S_2 = ?$

$V_{total}\, S_2 = V_1 S_1$

বা, $S_2 = \dfrac{V_1 S_1}{V_{total}}$

বা, $S_2 = \dfrac{40 \times 5 \times 10^{-4}}{60}$

$\therefore S_2 = 3.33 \times 10^{-4} M$

মিশ্রণে OH আয়নের প্রকৃত ঘনমাত্রা :

$V_1 = 20mL$

$S_1 = 5 \times 10^{-2} M'$

$V_{total} = (20 + 40)mL$

$= 60mL$

$S_2 = ?$

$V_{total}\, S_2 = V_1 S_1$

বা, $S_2 = \dfrac{V_1 S_1}{V_{total}}$

বা, $S_2 = \dfrac{20 \times 0.05}{60}$

$= 0.0167M$

$Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2OH^-$

$K_{ip} = [Ca^{2+}][OH]^2$

$= 3.33 \times 10^{-4} \times (0.0167)^2.$

$= 9.28 \times 10^{-8}$

$K_{sp} = 6.5 \times 10^{-6}$

যেহেতু, $K_{ip} < K_{sp}$

কাজেই, $M(OH)_2$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে না।

২০। **[রা. বো. ২১]**

(ক) অরবিটাল কী? **১**

(খ) HNO_3 এবং H_2SO_3 এর মধ্যে কোনটি অধিক সবল অ্যাসিড? ব্যাখ্যা করো। **২**

(গ) পাত্র-১ এর দ্রবণে ক্লোরাইড (Cl^-) আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) পাত্র-২ ও পাত্র-৩ এর দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কি না— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয় ।

(খ) H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে HNO_3 অধিক অম্লীয়। কারণ, আমরা জানি, যে অ্যাসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান যত বেশি সেই অ্যাসিড তত বেশি অম্লীয় হয়।

এখানে, H_2SO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু S এর জারণ মান +4। আবার HNO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু N এর জারণ মান +5। যেহেতু কেন্দ্রীয় পরমাণু হিসেবে সালফারের তুলনায় নাইট্রোজেনের জারণ মান বেশি। সেহেতু H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে HNO_3 অধিকতর অম্লীয় হবে।

(গ) প্রদত্ত ১ নং পাত্রের দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

এখানে $[Ag^+] = [Cl^-] = s$ কেননা সম্পৃক্ত দ্রবণে AgCl বিয়োজিত হয়ে সমান ঘনমাত্রার Ag^+ এবং Cl^-আয়ন উৎপন্ন করবে।

তাই দ্রাব্যতার গুণফলের সূত্রানুসারে লেখা যায়, $K_{so} = [Ag^+][Cl^-] = S^2$

বা, $1.5 \times 10^{-10} = S^2$

$\therefore S = 1.225 \times 10^{-5}M$

সুতরাং, উপরোক্ত গণনানুসারে দ্রবণে CI এর ঘনমাত্রা $1.225 \times 10^{-5}M$

(ঘ) পাত্র-২ এবং পাত্র-৩ এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে নিম্নলিখিত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়:

$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + KNO_3$

দেওয়া আছে, AgCl এর $K_{sp} = 1.5 \times 10^{-10} mol^2/L^2$।

এখন, এই উৎপন্ন AgCl এর দ্রাব্যতার গুণফল এর চেয়ে আয়নিক গুণফল বেশি হলে এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

সুতরাং মিশ্রিত দ্রবণের মোট আয়তন, v = (100 + 100) mL

= 200mL

পাত্র-৩ এ Ag^+ এর ঘনমাত্রা, S_1 = 0.01 M

পাত্র-২ এ Cl এর ঘনমাত্রা, S_1 = 0.02 M

Ag^+ এর ঘনমাত্রা নির্ণয়:

এখানে,

Ag^+ এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা, S_1 = 0.01 M

Ag^+ এর শেষ ঘনমাত্রা, S_2 =?

Ag^+ এর প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 100 m

Ag^+ এর শেষ আয়তন, V_2 = 200m

আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$\therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{100 \times 0.01}{200} M$

$= 5 \times 10^{-3} M$

Cl^- এর ঘনমাত্রা নির্ণয়: আমরা জানি,

এখানে,

Cl^- এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা, S_1 = 0.02 M

Cl^- এর শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

Cl^- এর প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 100 mL

Cl^- এর শেষ আয়তন, V_2 = 200mL

আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$\therefore S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{100 \times 0.02}{200} M$

$= 0.01M$

$\therefore AgCl$ এর আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Ag^+][Cl].$

$= 0.01 \times 5 \times 10^{-3}$

$= 5 \times 10^{-5} mol^2/L^2$

যেহেতু $K_{ip} > K_{sp}$ তাই গণনানুসারে মিশ্রিত দ্রবণে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

২১। **[দি. বো. ২১]**

$Mg(OH)_2$ এর দ্রব্যতা 8.25×10^{-3} gL^{-1}	1.0×10^{-4}M Na_2CO_3	5.0×10^{-5}M $BaCl_2$
X	Y	Z

[$BaCO_3$ এর $K_{sp} = 5.5 \times 10^{-10}$]

(ক) লা-শাতেলিয়ার নীতিটি লেখো। ১

(খ) HNO_3 এবং $HClO_4$ এর মধ্যে কোনটি শক্তিশালী অ্যাসিড? ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) $Mg(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল হিসাব করো। ৩

(ঘ) Y এবং Z পাত্রের দ্রবণ দুটিকে একত্রে মিশ্রিত করলে কোনো অধঃক্ষেপ সৃষ্টির সম্ভাবনা আছে কিনা? বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে 'যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

(খ) আমরা জানি, যে অ্যাসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান যত বেশি সেই অ্যাসিড তত বেশি শক্তিশালী। জারণ মান +5 এবং $HClO_4$ এর Cl এর জারণ মান +7। যেহেতু $HClO_4$ এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান HNO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান অপেক্ষা বড়; কাজেই $HClO_4$ অ্যাসিডটি HNO_3 অ্যাসিড অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী।

(গ) $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^-$

ধরি,

$Mg(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা S M এবং দ্রাব্যতা গুণফল = K_{sp}

$[Mg2^+]$ = s এবং $[H^-]$ - 2s

$k_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2$

বা, $K_{sp} = S \times (2S)^2$

বা, $K_{sp} = 4S^3$ ..... (i)

$Mg(OH)_2$ এর আণবিক ভর = $(24 + 16 \times 2 + 2 \times 1) = 58$

∴ দ্রাব্যতা, $S = \frac{8.25 \times 10^{-3}}{58} mol/L$

$= 1.422 \times 10^{-4} mol/L$

S এর মান (i) এ বসিয়ে পাই,

$K_{sp} = 4 \times (1.422 \times 10^{-4})^3$

$= 1.15 \times 10^{-11}$

সুতরাং, $Mg(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.15×10^{-11}

(ঘ) উদ্দীপকের Y ও Z পাত্রের দ্রবণ দুটিকে একত্রে মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া ঘটবে,

$Na_2CO_3 + BaCl_2 \rightarrow BaCO_3 + 2NaCl$

জলীয় Y ও Z দ্রবণ নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়—

$Na_2CO_3 \rightleftharpoons 2Na^+ + CO_3^{2-}; [CO_3^{2-}] = 1 \times 10^{-4} M$

$BaCl_2 \rightleftharpoons Ba^{2+} + 2Cl^-; [Ba^{2+}] = 5 \times 10^{-5} M$

ধরে নেই উভয় পাত্রের দ্রবণের আয়তন = xmL

মিশ্রিত দ্রবণের আয়তন = (x + x) mL = 2xmL

মিশ্রণের পর,

CO_3^{2-} এর ঘনমাত্রা, $[CO_3^{2-}] = \frac{1 \times 10^{-4} \times x}{x+x}$

$= 5 \times 10^{-5} M$

Ba^{2+} এর ঘনমাত্রা, $[Ba^{2+}] = \frac{5 \times 10^{-5} \times x}{x+x}$

$= 2.5 \times 10^{-5} M$

অতএব, $BaCO_3$ এর আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Ba^{2+}][CO_3^{2-}]$

$= (2.5 \times 10^{-5}) \times (5 \times 10^{-5})$

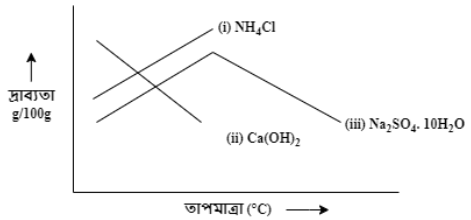
$= 1.25 \times 10^{-9}$

$K_{sp} = 5.5 \times 10^{-10}$

যেহেতু, $K_{ip} > K_{sp}$ সেহেতু সম আয়তনের Y ও Z পাত্রের দ্রবণ যোগ করলে অধঃক্ষেপ তৈরি হবে।

২২। [কু. বো. ২১]

নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ করো ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও ।



(i) নং যৌগটির 300g সম্পৃক্ত দ্রবণকে 65°C হতে 15°C তাপমাত্রায় শীতল করা হলো। 15°C ও 65°C তাপমাত্রায় যৌগটির দ্রাব্যতা যথাক্রমে 20 ও 50।

(ক) ভিনেগার কী? ১

(খ) H_3PO_4 ও HNO_3 এর মধ্যে কোনটি বেশি শক্তিশালী ও কেন? ২

(গ) 15°C তাপমাত্রায় শীতল করলে (i) নং যৌগটির কী পরিমাণ অধঃক্ষেপ পড়বে তা হিসাব করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের যৌগগুলোর দ্রাব্যতার পরিবর্তনের ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের (CH_3COOH) 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে ।

(খ) কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মানের উপর অক্সিঅ্যাসিডের তীব্রতা নির্ভর করে। জারণ মান যত বেশি হবে তীব্রতা তত বেশি হবে। আবার জারণ মান একই হলে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট হবে সেটি তত তীব্র হবে। HNO_3 ও H_3PO_4 এডিসদ্বয়ে কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা একই হওয়ার সত্ত্বেও HNO_3 তীব্র অ্যাসিড। কারণ N এর আকার ছোট হওয়ায় এখানে চার্জ ঘনত্ব বেশি। ফলে তীব্রতা বেশি হয়।

(গ) উদ্দীপক অনুসারে,

(i) নং যৌগটি NH_4CI, 65°C তাপমাত্রায় NH_4CI এর দ্রাব্যতা 50 ।

অর্থাৎ,

150 গ্রাম NH_4Cl দ্রবণে দ্রব আছে = 50g

∴ 300 গ্রাম NH_4Cl দ্রবণে দ্রব আছে = $= \frac{50\times300}{150}g = 100g$

∴ দ্রাবক আছে (300 – 100) g = 200g ।

আবার, 15°C তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা 20। অর্থাৎ সম্পৃক্ত দ্রবণে

100g দ্রাবকে NH_4Cl দ্রব আছে = 20g

∴ 200g দ্রাবকে NH_4Cl দ্রব আছে $= \frac{20\times200}{100}$ g

= 40g

∴ অধঃক্ষেপ পড়বে (100 - 40) = 60g

(ঘ) উদ্দীপকের চিত্রানুযায়ী তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে NH_4CI এর দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়, $Ca(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা হ্রাস পায় এবং $Na_2SO_4.10H_2O$ এর দ্রাব্যতা প্রথমে বেড়ে পরে কমতে থাকে।

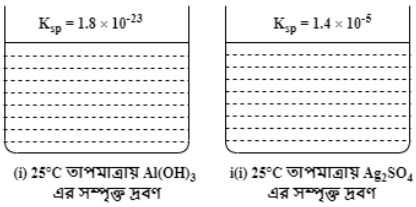
দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাপক এবং বিভিন্নমুখী। তাপমাত্রার পরিবর্তনের ফলে সব দ্রবের দ্রাব্যতা একইভাবে পরিবর্তিত হয় না। কোন কোন ক্ষেত্রে তরল দ্রাবকে একটি দ্রব দ্রবীভূত করলে তাপ শোষিত হয়। যেমন পানিতে চিনি বা গ্লুকোজ, NH_4CI

দ্রবীভূত করলে দ্রবণ শীতল হয়ে যায়। এ ধরনের সিস্টেমকে তাপহারী সিস্টেম বলে। এক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে তরল দ্রাবকে কোন দ্রবের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। আবার কোনো কোনো ক্ষেত্রে তরল দ্রাবকে দ্রব দ্রবীভূত করলে তাপ নির্গত হয়। যেমন পানিতে $Ca(OH)_2$ দ্রবীভূত করলে গরম হয়ে যায়। এ ধরনের সিস্টেমের নাম তাপ উৎপাদী সিস্টেম। তাপ উৎপাদী প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়

এর বাইরেও কিছু সিস্টেম আছে যেখানে তাপমাত্রা বাড়লে দ্রাব্যতা প্রথমে বৃদ্ধি পায় ও পরে হ্রাস পায়। যেমন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে 32°C পর্যন্ত পানিতে গ্লুবার লবণের ($Na_2SO_4.\ 10H_2O$) দ্রাব্যতা প্রথমে

বৃদ্ধি পায় এবং 32°C এর পর দ্রাব্যতা হ্রাস পেতে থাকে। এর কারণ হলো, কেলাস পানিযুক্ত লবণটির পানিতে দ্রাব্যতা তাপহারী হওয়ার কারণে তখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পানিতে অনার্দ্র Na_2SO_4 এর দ্রাব্যতা হ্রাস পায় ।

২৩। **[চ. বো. ২১]**



(i) 25°C তাপমাত্রায় $Al(OH)_3$ এর সম্পৃক্ত দ্রবণ　　i(i) 25°C তাপমাত্রায় Ag_2SO_4 এর সম্পৃক্ত দ্রবণ

(i) 25°C তাপমাত্রায় $Al(OH)_3$ এর সম্পৃক্ত দ্রবণ　　(ii) 25°C তাপমাত্রায় Ag_2SO_4 এর সম্পৃক্ত দ্রবণ

(ক) অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে? ১

(খ) ক্যালসিয়াম পরমাণুর 19তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে গমন করে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) দ্রবণ (ii) এর মধ্যে বিদ্যমান অম্লীয় মূলকটির উপস্থিতি তুমি কীভাবে নিশ্চিত করবে? বিক্রিয়াসহ লেখো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন দ্রবটি পানিতে অধিকতর দ্রবণীয়, গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

(খ) Ca এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো-

$Ca(20) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^2$

Ca এর ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় যে, Ca এর 19 তম এবং 20তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে। এর কারণ হলো- 3d 4s অরবিটালের শক্তির পার্থক্য। ইলেকট্রন বিন্যাসের নীতি অনুযায়ী, ইলেকট্রন প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে। আবার কোনো অরবিটালের শক্তি বেশি না কম তা উক্ত অরবিটালের (n + 1) এর মান থেকে জানা যায়। 3d অরবিটালের ক্ষেত্রে $(n+l)$ এর মান (3 + 2) = 5, যা 4s অরবিটালের ক্ষেত্রের মান (4 + 0) = 4 এর চেয়ে বেশি হওয়ায়, 3d অরবিটালের শক্তি 4s অরবিটালের চেয়ে বেশি হয়। এ কারণে 19তম এবং 20তম ইলেকট্রন উচ্চ শক্তির অরবিটাল 3d তে না গিয়ে নিম্ন শক্তির অরবিটাল 4s এ প্রবেশ করে।

(গ) উদ্দীপকে দ্রবণ (ii) নং হলো $Ag_2\ SO_4$ । $Ag_2\ SO_4$ এর অম্লীয় মূলকটি SO_4^{2-}

SO_4^{2-} আয়ন শনাক্তকরণ: পরীক্ষণ (a): 1–2 mL মজুদ দ্রবণের সাথে কয়েক ফোঁটা বেরিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে, যা লঘু HCl এ দ্রবীভূত হয় না। এতে, দ্রবণে SO_4^{2-} মূলকের উপস্থিতি নিশ্চিত হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়া: $Na_2SO_4(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \longrightarrow 2NaNO_3(aq) + BaSO_4 \downarrow$ (s) (সাদা)

$$BaSO_4(s) + HCl \longrightarrow \text{অদ্রবণীয়}$$

পরীক্ষণ-(b): একটি পরীক্ষানলে 1-2 mL মূল দ্রবণ নিয়ে কয়েক ফোঁটা লেড অ্যাসিটেটের দ্রবণ যোগ করলে লেড সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে, যা লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয়। এতে দ্রবণে SO_4^{2-} আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়া: $Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2\ Pb \longrightarrow 2CH_3COONa + PbSO_4 \downarrow$

$PbSO_4 + HNO_3$ (লঘু) $\rightarrow$ কোন বিক্রিয়া ঘটে না।

(ঘ) উদ্দীপকে (i) নং দ্রবণের $Al(OH)_3$ এর $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-33}$ ।

$Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা S ধরে পাই,

$[Al^{3+}] = S\ mol/L$

$[OH^-] = 3S\ mol/L$

$K_{sp} = [Al^{3+}][OH]^3$

বা, $K_{sp} = S \times (3S)^3$

বা, $K_{sp} = 2.7S^4$

বা, $S = \sqrt[4]{\frac{1.8 \times 10^{-33}}{27}}$

বা, $S = 2.857 \times 10^{-9}$

সুতরাং, $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা $2.857 \times 10^{-9}\ M$

আবার, (ii) নং পাত্রে Ag_2SO_4 দ্রবণের $K_{sp} = 1.4 \times 10^{-5}$ ।

এখানে,

$[A^+] = 2S mol/L$

$[SO_4^{2-}] = S mol/L$

ধরি, Ag_2SO_4 এর দ্রাব্যতা = S

$\therefore K_{sp} = [Ag^+]^2[SO_4^{2-}]$

বা, $K_{sp} = (2S)^2 \times S$

বা, $4S^3 = 1.4 \times 10^{-5}$

বা, $S = \sqrt[3]{\frac{1.4 \times 10^{-5}}{4}}$

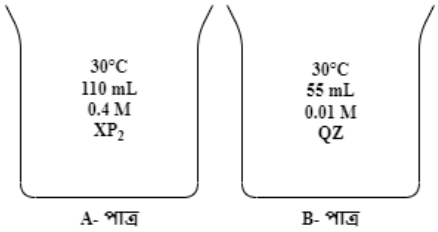
$= 1.52 \times 10^{-2} M$

সুতরাং, Ag_2SO_4 এর দ্রাব্যতা 1.52×10^{-2} M

যা $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা অপেক্ষা বেশি। তাই Ag_2SO_4 পানিতে অধিকতর দ্রবণীয়।

২৪। [সি. বো. ২১]

উদ্দীপকটি পর্যবেক্ষণ করো :



$[K_{sp}(XZ_2) = 8.32 \times 10^{-12}]$

(ক) Fe^{3+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস লেখো। ১

(খ) $BeCl_2$ এর আকৃতি সরলরৈখিক কেন? ২

(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের যৌগটির দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) $Fe^{3+}(26) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

(খ) $BeCl_2$ অণুতে Be হলো কেন্দ্রীয় পরমাণু। এর ইলেকট্রন বিন্যাস –

$Be(4) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^0$

$Be^3(4) \rightarrow 1s^2 2s^1 2p_x^1$

উত্তেজিত অবস্থায় $2s^2$ এর একটি ইলেকট্রন $2p_x$ এ স্থানান্তরিত হয়ে sp-সংকারিত দুটি অরবিটাল তৈরি করে। যেহেতু Be এর সর্বশেষ শক্তিস্তরে কোনো মুক্তজোড় ইলেকট্রন নাই, সেহেতু sp সংকরনের ফলে $BeCl_2$ অণু সরলরৈখিক ।

(গ) ধরি, XP_2 এর দ্রাব্যতা $S\ molL^{-1} = 0.4\ molL^{-1}$

$XP_2 \rightarrow X^{2+} + 2P^-$

S 2S

$K_{sp} = [X^{2+}][P^-]^2 = (S) \times (2S)^2 = 4S^3$

$= 4 \times (0.4)^3$

$= 2.56 \times 10^{-1}$

(ঘ) A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হবে-

$XP_2 + 2QZ = XZ_2 + 2PQ$

X^{2+} এর ক্ষেত্রে, V_1 = 110 mL

S_1 = 0.4 mL

V_2 = 110 + 55 = 165 mL

S_2 =?

আমরা জানি, $V_1S_1 = V_2S_2$

$$S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{110 \times 0.4}{165} = 0.267M$$

Z^- এর ক্ষেত্রে, V_3 = 55 mL ; S_3 = 0.01 M

V_4 = 165 mL S_4 = ?

আমরা জানি, $V_3S_3 = V_4S_4$

$S_4 = \frac{V_3S_3}{V_4} = \frac{55\times0.01}{165} = 0.0033M$

XZ_2 এর বিয়োজন—

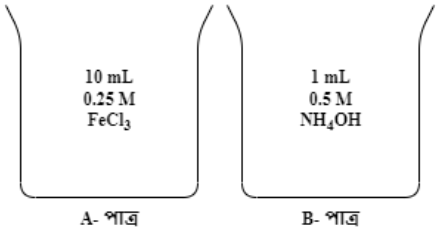
$XZ_2 \longrightarrow X^{2+} + 2Z^-$

$K_{IP} = [X^{2+}][Z] \quad = (0.267) \times (0.0033)^2$

$= 2.90 \times 10^{-6}$

XZ_2 এর $K_{ip} > K_{sp}$ । সুতরাং, XZ_2 এর অধ:ক্ষেপ পড়বে।

২৫। **[ব. বো. ২১]**



$[Fe(OH)_3$ এর $K_{sp} = 3.74 \times 10^{-38}]$

(ক) K_c বলতে কী বোঝ? ১

(খ) দ্রবণে SO_4^{2-} আয়ন কীভাবে শনাক্ত করা যায়? ২

(গ) পাত্র- A এর লবণের দ্রাব্যতা গুণফল গণনা করো । ৩

(ঘ) পাত্র A এর ধরণ পাত্র-B তে যোগ করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কি? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও । ৪

উত্তরঃ

(ক) কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় অংশগ্রহণকারী পদার্থসমূহের সক্রিয় ভরকে মোলার ঘনমাত্রার মাধ্যমে প্রকাশ করলে যে সাম্যধ্রুবক পাওয়া যায় তাকে K_c বলে।

(খ) SO_4^{2-} আয়ন শনাক্তকরণের জন্য মূল দ্রবণে $Ba(NO_3)_2$ যোগ করতে হবে। $Ba(NO_3)_2$ যৌগটি দ্রবণে যোগ করলে $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়বে। ঐ অধঃক্ষেপ যদি HCI এ দ্রবীভূত না হয় তাহলে SO_4^{2-} আয়ন নিশ্চিত । এখানে সংঘটিত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ-

$SO_4^{2-}(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + NO_3^{2-}$

(সাদা অধঃক্ষেপ)

এই সাদা অধঃক্ষেপই দ্রবণের সালফেট আয়নের (SO_4^{2-}) উপস্থিতি নিশ্চিত করে ।

(গ) ১ম পাত্রে রক্ষিত $FeCl_3$ এর ঘনমাত্রা = 0.25M

$FeCl_3$ নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়-

$FeCl_3 \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + 3Cl^-(aq)$

0.25M $\quad$ 3×0.25 M

$\therefore K_{sp} = [Fe^{3+}][Cl^-]^3$

$= (0.25) \times (0.75)^3$

$= 1.05 \times 10^{-1}$

সুতরাং, উপরোক্ত গণনা হতে প্রাপ্ত $FeCl_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল হলো, 1.05×10^{-1} ।

(ঘ) A ও B পাত্রের দ্রবণদ্বয়কে B. পাত্রে মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি সংঘটিত হবে-

$FeCl_3 + 3NH_4OH = Fe(OH)_3 + 3NH_4Cl$

দেওয়া আছে, $Fe(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল,

$K_{sp} = 3.74 \times 10^{-38}$

এখন,

মিশ্রণে Fe^{3+} এর ঘনমাত্রার ক্ষেত্রে-

$V_1 = 10mL$
$S_1 = 0.25M$
$y_2 = 10 + 1 = 11mL$
$S_2 = ?$

আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{10 \times 0.25}{11}$

$= 0.227M$

আবার,

মিশ্রণে OH এর ঘনমাত্রার ক্ষেত্রে-

$V_3 = 10mL$
$S_3 = 0.25M$
$V_4 = 10 + 1 = 11\ mL$
$S_4 = ?$

আমরা জানি,

$V_3S_3 = V_4S_4$

$S_4 = \frac{V_3S_3}{V_4} = \frac{1 \times 0.5}{11}$

$= 0.045M$

$Fe(OH)_3$ -এর বিয়োজন-

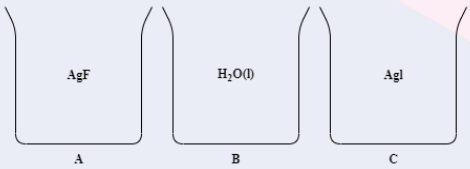
$Fe(OH)_3 \longrightarrow Fe^{3+} + 2OH^-$

$\therefore K_{ip} = [Fe^{3+}][OH^3]^3 = (0.227)(0.045)^3$

$= 2.07 \times 10^{-5}$

যেহেতু $K_{ip}[Fe(OH)_3] > K_{sp}[Fe(OH)_3]$, সেহেতু $Fe(OH)_3$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে ।

২৬। **[ব. বো. ২১]**



(ক) বিয়োজন মাত্রা কী? ১

(খ) $CaCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে কোনটি পানিতে অধিক দ্রবণীয় এবং কেন? ২

(গ) A যৌগ B-তে কীভাবে দ্রবীভূত হয়? ব্যাখ্যা করো। ৩

(ঘ) A ও C কে পৃথকভাবে B-তে যোগ করলে দ্রাব্যতার কী তারতম্য পরিলক্ষিত হবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) কোনো দ্রবণে উপস্থিত অ্যাসিড বা ক্ষারের মোল সংখ্যার যে ভগ্নাংশ বিয়োজিত হয় তাকে ঐ অ্যাসিড বা ক্ষারের বিয়োজন মাত্রা বলে।

(খ) ফাযানের নীতি অনুযায়ী আমরা জানি, যে ক্যাটায়নের আকার যত ছোট ও চার্জের মান যত বেশি হবে, ঐ যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য তত প্রকট হবে এবং উক্ত যৌগের দ্রবণীয়তা তত হ্রাস পাবে। $CaCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে Al^{3+} এর আকার Ca^{2+} অপেক্ষা ছোট। আবার, Al^{3+} এর চার্জ ঘনত্বও বেশি। সুতরাং, ফাযানের নীতি অনুসারে, $AlCl_3$ এর সমযোজী বৈশিষ্ট্য $CaCl_2$ অপেক্ষা বেশি ও Al^{3+} কর্তৃক Cl^- আয়নের পোলারায়নও বেশি হবে। অপরদিকে, $CaCl_2$ এর আয়নিক বৈশিষ্ট্য বেশি বলে পানিতে এর Ca^{2+} এবং $2Cl^-$ পানির বিপরীতধর্মী চার্জ দ্বারা সম্পূর্ণ বেষ্টিত থাকবে। তাই, $CaCl_2$ এর দ্রবণীয়তা, $AlCl_3$ লবণ অপেক্ষা বেশি হবে।

(গ) উদ্দীপকের A যৌগটি AgF এবং B যৌগটি H_2O | AgF পানিতে (H_2O) দ্রবণীয় ।

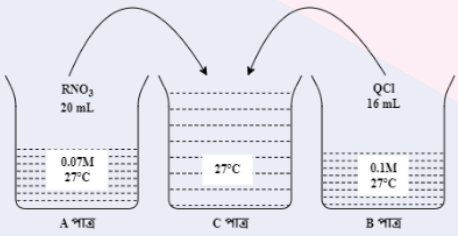
AgF একটি আয়নিক যৌগ। এটির ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক প্রান্ত রয়েছে। অন্যদিকে, পানি একটি পোলার যৌগ। পানিতে ধনাত্মক প্রান্ত (δ^+) এবং ঋণাত্মক প্রান্ত (δ^-) বিদ্যমান। এজন্য আয়নিক যৌগের জন্য পানি একটি উত্তম দ্রাবক ।

AgF পানিতে মেশালে AgF এর ক্যাটারন Ag^+ পানির ঋণাত্মক প্রান্ত (δ^-) দ্বারা আকর্ষিত হয় এবং AgF এর অ্যানায়ন F^- পানির ধনাত্মক প্রান্ত দ্বারা আকর্ষিত হয়। ফলে পানিতে AgF সহজেই দ্রুভীভূত হতে পারে। তাছাড়া, হ্যালোজেনের সাথে Ag-এর অন্য সকল যৌগ অপেক্ষা AgF এর পোলারায়ন কম হয়। এবং সমযোজী বৈশিষ্ট্য তুলনামূলক কম থাকে। এ কারণে AgF পানিতে দ্রবীভূত হয়।

(ঘ) উদ্দীপকে A যৌগটি AgF এবং C যৌগটি AgI । A ও C যৌগ দুটিকে পৃথকভাবে B(H_2O) তে যোগ করলে তাদের দ্রাব্যতার তারতম্য পরিলক্ষিত হবে।

ফাযানের নীতি অনুসারে, আয়নিক যৌগের অ্যানায়নের আকার বড় হলে, ক্যাটায়ন কর্তৃক পোলারায়নের মাত্রা বেড়ে যায়। পোলারায়ন বেড়ে গেলে, আয়নিক যৌগে সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি পায়। ফলে, পানিতে দ্রাব্যতা কমে যায়। AgF ও AgI যৌগদ্বয়ের মধ্যে $I^- > F^-$ অর্থাৎ I^- এর আকার বড়। তাই, Ag^+ কর্তৃক I^- এর ইলেকট্রন মেঘের পোলারায়ন বা বিকৃতি বেশি হবে। তাই, AgI এর সমযোজী বৈশিষ্ট্য AgF এর চেয়ে বেশি তাই, AgI এর দ্রাব্যতা, AgF এর দ্রাব্যতার চেয়ে কম হবে।

২৭। **[ঢা. বো. ১৯]**



$27°C$ তাপমাত্রায় RNO_3 এর দ্রাব্যতা $= 2.2 \times 10^{-3}$ এবং $K_{sp(RCl)} = 4.8 \times 10^{-6}$

(ক) পোলারায়ন এর সংজ্ঞা দাও। ১

(খ) 25°C তাপমাত্রায় NaCl এর দ্রাব্যতা 36। ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) A পাত্রে RNO_3 এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) C পাত্রে কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো । 8

উত্তরঃ

(ক) কোনো আয়নিক যৌগের ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের বা অ্যানায়ন কর্তৃক ক্যাটায়নের ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতিকে পোলারায়ন বলে ।

(খ) 25°C তাপমাত্রায় NaCl এর দ্রাব্যতা 36 বলতে বোঝায় 25°C তাপমাত্রায় 100 গ্রাম দ্রাবকে NaCl এর 36 গ্রাম দ্রবীভূত হয়ে একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করতে পারবে। সুতরাং, 100 গ্রাম পানিতে যদি 40 গ্রাম NaCl যোগ করা হয়, তাহলে 4.0 গ্রাম NaCl বীকারের তলায় অদ্রবীভূত অবস্থায় পড়ে থাকবে।

(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের দ্রবণের ক্ষেত্রে—

$RNO_3 \rightleftharpoons R^+ + NO_3^-$

ধরি, RNO_3এর দ্রাব্যতা = S

R^+ এর ঘনমাত্রা $[R^+]$ =S

NO_3^- এর ঘনমাত্রা $[NO_3]$ = S

∴ দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = [R^+] \times [NO_3^-]$

এখানে,

RNO_3 দ্রাব্যতা $S = 2.2 \times 10^{-3}$

$= S \times S$

$= S^2$

$= (2.2 \times 10^{-3})^2$

$= 4.84 \times 10^{-6}$

সুতরাং, A পাত্রের RNO, এর দ্রাব্যতা গুণফল 4.84×10^{-6}।

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়-

$RNO_3 + QCl \longrightarrow RCl + QNO_3$

এখন, $RNO_3 \rightleftharpoons R^+ + NO_3^-$

$20mL_{0.07M}RNO_3 \equiv 20mL0.07MR^+$

মিশ্রণের মোট আয়তন (20 + 16) mL = 36 mL

মিশ্রণে R^+ এর প্রকৃত ঘনমাত্রা:

এখানে, RNO_3 এর আদি

আয়তন, V_1 = 200mL

ঘনমাত্রা, S_1 = 0.07 M

RNO_3 এর পরিবর্তিত আয়তন, V_2 = 36mL

ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{20 \times 0.07}{36}, M$

$= 0.039M$

আবার, $QCl \rightleftharpoons Q^+ + Cl^-$

$16mL0.1MQCl \equiv 16mL0.1MCl^{-1}$

মিশ্রণ Cl^- এর প্রকৃত ঘনমাত্রা:

এখানে, QCl এর

১ম আয়তন, V_1 = 16mL

১ম ঘনমাত্রা, S_1 = 0.1 M

২য় আয়তন, V_2 = 36mL

২য় ঘনমাত্রা, S_2 = 2

$$V_1S_1 = V_2S_2$$

$$\text{বা, } S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$$

$$= \frac{16 \times 0.1}{36} M$$

$$= 0.044M$$

RCl এর আয়নিক গুণফল,

$$K_{ip} = [R^+] \times [Cl]$$

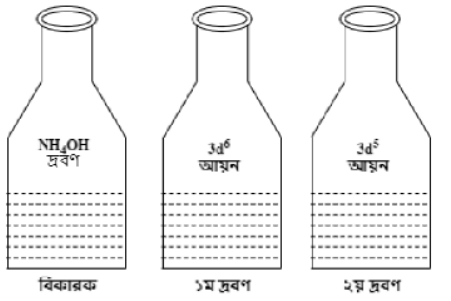
$$= (0.039) \times (0.044)$$

$$= 1.716 \times 10^{-3}$$

দেওয়া আছে RCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = 4.8 \times 10^{-6}$

যেহেতু $K_{ip} > K_{sp}$; সুতরাং, RCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

২৮। **[রা. বো. ১৯]**



(ক) হুণ্ডের নিয়ম লেখো । **১**

(খ) সম আয়ন প্রভাবের ফলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায় কেন? **২**

(গ) উদ্দীপকের বিকারক ব্যবহার করে ১ম ও ২য় দ্রবণে থাকা আয়নদ্বয় কীরূপে শনাক্ত করবে, তা সংশ্লিষ্ট সমীকরণসহ লেখো। **৩**

(ঘ) উদ্দীপকের ২য় দ্রবণে বিকারক যোগ করে প্রাপ্ত অধঃক্ষেপটির দ্রাব্যতা নির্ণয়ের পদ্ধতি বিশ্লেষণ করো। [25°C তাপমাত্রায় $K_{sp} = 4.5 \times 10^{-21}$] **৪**

উত্তরঃ

(ক) একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

(খ) স্থির তাপমাত্রায় কোনো দ্রাবকে একটি দ্রব যোগ করতে থাকলে প্রথম দিকে তা দ্রবীভূত হয় এবং পরে এক পর্যায়ে দ্রবটি আর দ্রবীভূত না হয়ে নিচে জমা হতে থাকে। এ অবস্থায় যে দ্রবণ উৎপন্ন হয় তাকে সম্পৃক্ত দ্রবণ বলে। এটি একটি উভমুখী প্রক্রিয়া এবং দ্রবণের এ অবস্থাকে দ্রবণের সাম্যাবস্থা বলে। সাম্যাবস্থায় থাকাকালীন বাহির হতে আরো সম আয়ন যোগ করলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থায় বাম দিকে সরে যাবে এবং দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে। যেমন-

$$KCl(s) + H_2O \rightleftharpoons K^+(aq) + Cl^-(aq)$$

উপরোক্ত বিক্রিয়ায় বাহির হতে K^+ আয়ন যোগ করলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে এবং KCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস করবে।

(গ) উদ্দীপকের আয়নদ্বয়ের সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো- $3d^6$ ও d^5 । আয়নদ্বয়ের সম্পূর্ণ ইলেকট্রন বিন্যাস- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^0$ এবং $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^0$

আয়নদ্বয়ের ইলেকট্রন বিন্যাস করলে দেখা যায়, উদ্দীপকের আয়নগুলো হলো: $Fe^{2+}(3d^6)$, $Fe^{3+}(3d^5)$ অথবা $Mn^{2+}(3d^5)$।

NH_4OH বিকারক ব্যবহার করে এদের শনাক্তকরণ নিম্নে আলোচনা করা হলো-

Fe^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ: মূল দ্রবণে কয়েক ফোটা লঘু NH_4OH যোগ করা হয়। এতে সবুজ বর্ণের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়; যা দ্রবণে ফেরাস আয়নের উপস্থিতি প্রমাণ করে।

$$Fe^{2+}(aq) + 2NH_4OH(aq) \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+(aq)$$

সবুজ অধঃক্ষেপ

Fe^{3+} আয়ন শনাক্তকরণ: মূল দ্রবণে কয়েক ফোঁটা লঘু NH_4OH যোগ করলে যদি লালচে বাদামি বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়, তাহলে দ্রবণে ফেরিক আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত করে।.

$$Fe^{3+}(aq) + 3NH_4OH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) \downarrow + 3NH_4^+(aq)$$

লালচে বাদামি অধঃক্ষেপ

Mn^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ: মূল দ্রবণে কয়েক ফোটা লঘু NH_4OH যোগ করলে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়, যা দ্রবণে Mn^{2+} আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

$$Mn^{2+}(aq) + 2NH_4OH(aq) \rightleftharpoons Mn(OH)_2 \downarrow (s) + 2NH_4^+(aq)$$

বাদামী অধঃক্ষেপ

(ঘ) উদ্দীপকের ২য় দ্রবণের আয়নটি হয় Fe^{3+} না হয় Mn^{2+} ।

ধরি দ্রবণটি $Fe(OH)_3$, যার দ্রাব্যতা = S_1

সুতরাং,

$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3OH^-$$

S_1 $3S_1$

প্রশ্নমতে,

$$S_1 \times (3S_1)^3 = 4.5 \times 10^{-21}$$

$$\Rightarrow 27S_1^4 = 4.5 \times 10^{-21}$$

$$\Rightarrow S_1 = 3.59 \times 10^{-6}$$

Fe^{3+} হলে, দ্রবণের দ্রাব্যতা $= 3.59 \times 10^{-6} mol/L$

আবার ধরি, দ্রবণটি $Mn(OH)_2$, যার দ্রাব্যতা = S_2

সুতরাং,

$$Mn(OH)_2 \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2OH^-$$

S_2 S_2 $2S_2$

প্রশ্নমতে,

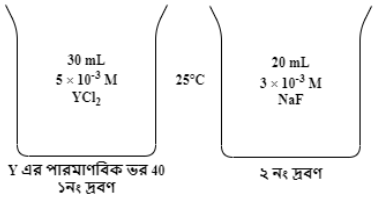
$S_2 \times (2S_2)^2 = 4.5 \times 10^{-21}$

$\Rightarrow 4S_2^3 = 4.5 \times 10^{-21}$

$\Rightarrow S_2 = 1.04 \times 10^{-7}$

Mn^{2+} হলে, দ্রবণের দ্রাব্যতা= 1.04×10^{-7}।

২৯। **[Rajshahi'2019]**



(ক) হাইড্রোজেন বন্ধন কাকে বলে? ১

(খ) পানির ডাইপোলের কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) ১নং দ্রবণের ক্যাটায়নের শনাক্তকরণের পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখো। ৩

(ঘ) ১নং ও ২নং দ্রবণ একত্রে মিলিত করলে YF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [YF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল 4×10^{-17}] ৪

উত্তরঃ

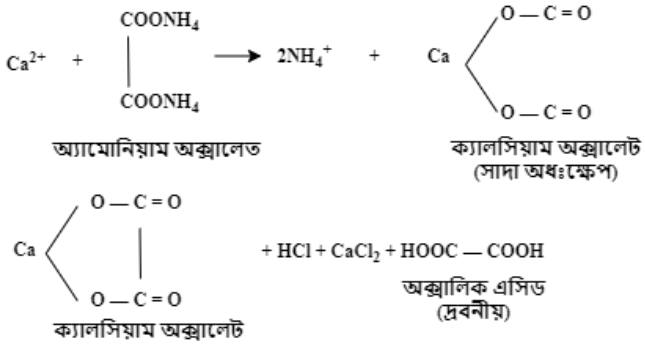
(ক) হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত দুটি পোলার সমযোজী অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে অপর অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দুর্বল আকর্ষণী বল দ্বারা সৃষ্ট বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

(খ) পানি একটি পোলার দ্রাবক এবং প্রতিটি পানির অণু পোলারিটি প্রদর্শন করে। পানিতে ডাইপোলের উপস্থিতির প্রধান কারণ হলো- হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য। উচ্চ তড়িৎ ঋণাত্মক অক্সিজেন বন্ধন ইলেকট্রনকে তীব্রভাবে আকর্ষণ করার ফলে অক্সিজেনের চারপাশে ঋণাত্মক পরিবেশের সৃষ্টি হয় এবং হাইড্রোজেনের চারপাশে ধনাত্মক চার্জের উদ্ভব হয়। এভাবে পানির অণুতে ইলেকট্রনের অসম বণ্টনের প্রেক্ষিতে ডাইপোল বা পোলারিটির সৃষ্টি হয়।

(গ) উদ্দীপকের Y এর পারমাণবিক ভর হলো 40। সুতরাং, যৌগটি হলো $CaCl_2$ এবং ক্যাটায়ন হলো Ca^{2+} ।

Ca^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ পরীক্ষা:

Ca^{2+} আয়ন শনাক্তকরণ পরীক্ষা:একটি টেস্টটিউবে 1-2 mL মূল দ্রবণ নিয়ে উক্ত দ্রবণটিতে কয়েক ফোঁটা অ্যামোনিয়াম অক্সালেট ($NH_4OOC\text{-}COONH_4$) দ্রবণ যোগ করলে, ক্যালসিয়াম অক্সালেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে, যা কিনা HCI এ দ্রবীভূত হয়। এতে করে দ্রবণে Ca^{2+} আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত হয়।



সিদ্ধান্ত: Ca^{2+} আয়ন উপস্থিত।

[বি. দ্র.: প্রদত্ত প্রশ্নের উদ্দীপকের পাত্র A তে ব্যবহৃত M ধাতুর পারমাণবিক ভর উল্লেখ না থাকায় এটির পারমাণবিক ভর 40 বিবেচনা করা হলো।

(ঘ) $Y.Cl_2$ বা $CaCl_2$ ও NaF এর দ্রবণ একত্রে মিলিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

$CaCl_2 + NaF \rightarrow CaF_2 + 2NaCl$

এখানে, $CaCl_2$ এর ক্ষেত্রে

$CaCl_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2Cl^-$

$30mL5 \times 10^{-3}MCaCl_2 \equiv 30mL5 \times 10^{-3}MCa^{2+}$

মিশ্রণে Ca^{2+} এর প্রকৃত ঘনমাত্রা:

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 30 mi

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 5 \times 10^{-3}$ M

শেষ আয়তন, V_2 = 50ml

শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{30 \times 5 \times 10^{-3}}{50}M$

$= 3 \times 10^{-3}M$

আবার, $NaF \rightleftharpoons Na^+ + F^-$

$20mL3 \times 10^{-3}MNaF \equiv 20mL_3 \times 10^{-3}MF^-$

মিশ্রণে F^- এর প্রকৃত ঘনমাত্রা :

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 20mL

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 3 \times 30^{-3}$ M

শেষ আয়তন, V_2 = 50mL

শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{20 \times 3 \times 10^{-3}}{50}M$

$= 1.2 \times 10^{-3}M$

CaF_2 এর আয়নিক সাম্যাবস্থা-

$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^-$

$\therefore$ আয়নিক গুণফল $K_{ip} = [Ca^{2+}] \times [F]^2$

$= (3 \times 10^{-3})(1.2 \times 10^{-3})^2 = 4.32 \times 10^{-9}$

দেওয়া আছে CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল 4×10^{-17}।

এখানে, K_{ip} >Ksp

সুতরাং, CaF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

৩০। **[দি. বো. ১৯]**

75 mL 3.5×10^{-2} M A_3B_2 দ্রবণ	125 mL 3×10^{-3} M XY_2 দ্রবণ
পাত্র-১	পাত্র-২

AY_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল $= 9.148 \times 10^{-7}$

(ক) ইমালসন কাকে বলে? ১

(খ) সংকর অরবিটাল পাই বন্ধন গঠন করে না কেন? ২

(গ) উদ্দীপকের পাত্র-১ এবং পাত্র-২ এর মিশ্রিত দ্রবণে B আয়নের ঘনমাত্রা গণনা করো । ৩

(ঘ) উদ্দীপকের পাত্র-১ এবং পাত্র-২ এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) ইমালসন হচ্ছে পরস্পর অমিশ্রণীয় দুটি তরল মিশ্রণ যেখানে একটি তরল (বিচ্ছুরিত, 'দশা) অপর একটি তরলে (বিচ্ছুরণ মাধ্যম) সর্বত্র ছড়িয়ে থাকে।

(খ) দুই বা ততোধিক কাছাকাছি বা সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পরস্পর সংমিশ্রিত হয়ে যে নতুন সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল উৎপন্ন হয় তাকে সংকর অরবিটাল বলে।

সংকরণে যতগুলো পারমাণবিক অরবিটাল অংশ নেয় সমশক্তিসম্পন্ন সংকর অরবিটাল উৎপন্ন হয় এং বন্ধনগুলো শক্তিশালী এবং সুদৃঢ় হয়। কিন্তু পাই বন্ধন তুলনামূলক দুর্বল হয় এই জন্যে সংকর অরবিটাল এ পাই বন্ধন গঠিত হয় না।

(গ) উদ্দীপকের পাত্র-১ ও পাত্র-২ এর দ্রবণ মিশ্রণের ক্ষেত্রে-

$A_3B_2 + 3XY_2 \rightarrow 3AY_2 + X_3B_2$

এখানে, $A_3B_2 \rightleftharpoons 3A^{2+} + 2B^{3-}$

$\therefore 75mL3.5 \times 10^{-2}MA_3B_2 \equiv 75mL(2 \times 3.5 \times 10^{-2})MB^{3-}$

মিশ্রণে B^{3-} প্রকৃত ঘনমাত্রা:

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 75mL.

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 2 \times 3.5 \times 10^{-2}M$

শেষ আয়তন, V_2 = (75 + 125) mL = 200mL

শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{75 \times 2 \times 3.5 \times 10^{-2}}{200}$

$= 0.026M$

∴ মিশ্রিত দ্রবণে B^{3-} আয়নের ঘনমাত্রা 0.026 M.

(ঘ) $A_3B_2 \rightleftharpoons 3A^{2+} + 2B^{3-}$

∴ $75mL3.5 \times 10^{-2}MA_3B_2 \equiv 75mL(3 \times 3.5 \times 10^{-2})MA^{2+}$

মিশ্রণে A^{2+} এর প্রকৃত ঘনমাত্রা,

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 75mL

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 3 \times 3.5 \times 10^{-2}M$

শেষ আয় য়তন, V_2 = (75+125) mL = 200mL

শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{75 \times 3 \times 3.5 \times 10^{-2}}{200}$

$= 3.94 \times 10^{-2}M$

আবার, $XY_2 \Longleftrightarrow X^{2+} + 2Y^-$

∴ $125mL3 \times 10^{-3}M \cdot$

$XY_2 \equiv 125mL\ (2 \times 3 \times 10^{-3})M\ Y^-$

মিশ্রণে Y^-এর প্রকৃত ঘনমাত্রা,

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 125 mL

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 2 \times 3 \times 10^{-3}M$

শেষ আয়তন, V_2 = 200mL

শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{125 \times 2 \times 3 \times 10^{-3}}{200}$

$= 3.75 \times 10^{-3}M$

∴ AY_2 এর আয়নিক সাম্যাবস্থা

$AY_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2Y^-$

∴ $K_{ip} = [A^+] \times [A^{2+}]^2$

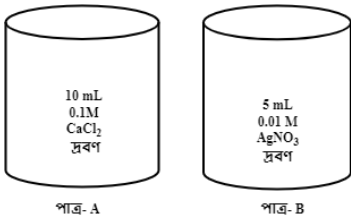
$= (3.94 \times 10^{-2}) \times (3.75 \times 10^{-3})^2$

$= 5.54 \times 10^{-7}$

দেওয়া আছে, AY_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল 9.148×10^{-7} ।

∴ $K_{sp} > K_{ip}$ সুতরাং; মিশ্রিত দ্রবণে কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে না ।

৩১। [কু. বো. ১৯]



(ক) ফার্স্ট এইড বক্স কী? ১

(খ) ল্যাবরেটরিতে হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) A পাত্রে Ca^{2+} এর পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) A ও B পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি দ্রাব্যতার ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) ল্যাবরেটরিতে ছোটোখাটো দুর্ঘটনায় প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ সম্বলিত বক্সকে ফার্স্ট এইড বক্স বলে

(খ) ল্যাবরেটরিতে হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করা উচিত কেননা, ল্যাবরেটরিতে আমরা বিভিন্ন ধরনের ক্ষয়কারক ও ক্ষতিকারক রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে থাকি। এগুলো ব্যবহারের সময় যদি কোনো না কোনো ভাবে আমাদের গায়ে লেগে যায় তবে ত্বকের ক্ষতিসহ অন্য যে কোন বড় ধরনের ক্ষতির সম্ভাবনা দেখা দেয়। যেমন- গাঢ় H_2SO_4, HNO_3 ও ক্রোমিক অ্যাসিড কোন কিছুর ওপর পড়লে তা মারাত্মকভাবে পুড়ে যায়। তাই এরূপ উপাদান ব্যবহারের সময় অবশ্যই হ্যান্ড গ্লাভস ব্যবহার করা উচিত।

(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের দ্রবণের ক্ষেত্রে

$CaCl_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2Cl^-$

$10mL\ 0.1M\ CaCl_2 \equiv 10mL\ 0.1M\ Ca^{2+}$

এখানে,

Ca^{2+} আয়নের আয়তন, V = 10mL

ঘনমাত্রা, S = 0.1 M

Ca এর আণবিক ভর M = 40

Ca^{2+} এর ভর w =?

আমরা জানি,

$$S = \frac{1000 \times w}{MV}$$

বা, $$w = \frac{SMV}{1000}$$

$$= \frac{0.1 \times 40 \times 10}{1000}$$

$$= 0.04g$$

সুতরাং, A পাত্রে Ca^{2+} এর পরিমাণ 0.04g ।

(ঘ) A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে নিম্নোক্তভাবে বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

$CaCl_2 + 2AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2AgCl$
$5mL\ 0.01M\ AgNO_3 \equiv 5mL\ 0.01M\ Ag^+$
$10mL\ 0.1M\ CaCl_2 \equiv 10mL\ 2 \times 0.1$ বা, $0.2\ MCl^-$

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 5$ mL

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.01$ M

শেষ আয়তন, $V_2 = 15$mL

শেষ ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

মিশ্রণে Ag^+ আয়নের ক্ষেত্রে

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{5 \times 0.01}{15}M$

$= 3.33 \times 10^{-3}M$

আবার মিশ্রণে,

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 10$ mL

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.02$ M

শেষ আয়তন, $V_2 = 15$ mL

শেষ ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

Cl^- আয়নের ক্ষেত্রে,

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{10 \times 0.2}{15}M$

$= 1.33 \times 10^{-1}M$

AgCl সাম্যাবস্থায় নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

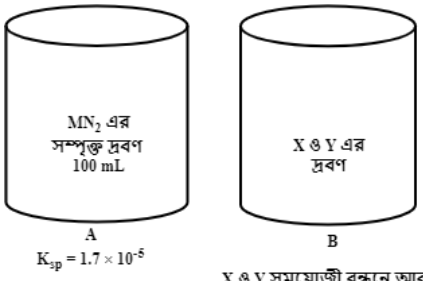
$\therefore K_{ip} = [Ag^+][Cl]$

$= (3.33 \times 10^{-3})(1.33 \times 10^{-1}) = 4.44 \times 10^{-4}$

আমরা জানি, AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = 1.7 \times 10^{-10}$

যেহেতু, $K_{ip} > K_{sp}$; সুতরাং, মিশ্রিত দ্রবণে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

৩২। [চ. বো. ১৯]



(ক) পলির বর্জন নীতি লেখো । ১

(খ) 3f অরবিটাল সম্ভব নয় কেন? ২

(গ) দ্রবণে MN_2 এর পরিমাণ মোল এককে নির্ণয় করো । ৩

(ঘ) A দ্রবণ হতে MN_2 এবং B দ্রবণ হতে 'X' পৃথকীকরণ পদ্ধতির তুলনা করো । ৪

উত্তরঃ

(ক) "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না ।"

(খ) পরমাণুতে 3f বা ৩য় শক্তিস্তরে f অরবিটালের কোনো অস্তিত্ব নেই। কারণ সাধারণত কোনো শক্তিস্তরের সর্বাধিক এটি উপস্তর থাকতে পারে। সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা l এর মান 0, 1, 2 এবং 3 হলে উপস্তরকে. s, p, d এবং f দ্বারা চিহ্নিত করা যায়। ৩য় শক্তিস্তরে n = 3 হওয়াতে l = 0, 1, 2 হবে। কিন্তু f এর জন্য l = 3 হতে হবে। তাই ৩য় শক্তিস্তরে f উপশক্তিস্তর সম্ভব নয়।

(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের দ্রবণের ক্ষেত্রে

$MN_2 \rightleftharpoons M^+ + 2N^-$

S 2S

ধরি, MN_2 এর দ্রাব্যতা = $Smol/L^{-1}$

∴ 1 M এর ঘনমাত্রা $[M^+]$ s

N এর ঘনমাত্রা $[N^-]$ =2s

MN_2 এর ক্ষেত্রে দ্রাব্যতার গুণফল-

এখানে,

$K_{sp} = 1.7 \times 10^{-5}$

$K_{sp} = [M^+][N]^2$

বা, $1.7 \times 10^{-5} = S \times (2S)^2$

বা, $1.7 \times 10^{-5} = 4S^3$

বা, $S^3 = \frac{1.7 \times 10^{-5}}{4}$

বা, $S = 0.0162 molL^{-1}$

সুতরাং, MN_2 এর দ্রাব্যতা 0.0162 mol L^{-1} অর্থাৎ

1L বা 1000 mL দ্রবণে আছে 0.0162 mol

100 mL " " $= \frac{0.0162 \times 100}{1000} = 0.00162 mol$

দ্রবণে MN_2 এর পরিমাণ 0.00162 mol।

(ঘ) উদ্দীপকের A দ্রবণ থেকে MN_2 পৃথকীকরণের পদ্ধতির নাম হলো কেলাসন বা অধঃক্ষেপণ পদ্ধতি এবং B দ্রবণ হতে X পৃথকীকরণের পদ্ধতির নাম হলো পাতন পদ্ধতি। কেলাসন ও পাতন পদ্ধতির তুলনা নিম্নে দেখানো হলো:

কেলাসন পদ্ধতি:

i. এ পদ্ধতিতে কঠিন উপাদানকে মিশ্রণ হতে বিশুদ্ধ কেলাস হিসেবে পৃথক করা হয় ।

ii. জৈব পদার্থের ক্ষেত্রে এ পদ্ধতি অধিক ব্যবহৃত হয়।

iii. যৌগটিকে উপযুক্ত দ্রাবকে দ্রবীভূত করে উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রবণকে সম্পৃক্ত করে নেয়া হয়।

iv. দ্রবণকে পরিস্রাবণ করে অদ্রবণীয় কঠিন ভেজাল উপাদানকে অপসারিত করা হয়।

v. পরিস্ফুত দ্রবণকে তাপ প্রয়োগে অতি ঘন দ্রবণে পরিণত করা হয়।

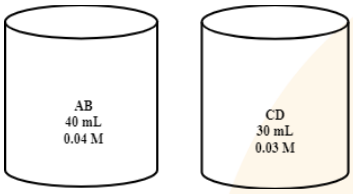
vi. দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করা হয়। ফলে পাত্রের নিচে ধীরে ধীরে: কেলাস উৎপন্ন হতে থাকে।

পাতন: যে প্রক্রিয়া কোনো মিশ্রণ থেকে একটি তরল উপাদানকে তাপ প্রয়োগে বাষ্পে পরিণত করে ঐ বাষ্পকে শীতলীকরণ ও ঘনীভবনের মাধ্যমে পুনরায় তরলে পরিণত করা হয় তাকে পাতন বলে।

অর্থাৎ পাতন = বাষ্পীভবন + ঘনীভবন ।

কঠিন ও তরলের মিশ্রণ থেকে তরলকে এবং একাধিক তরল পদার্থের উপাদানসমূহকে তাদের স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্যের উপর নির্ভর করে পাতন প্রক্রিয়ার সাহায্যে পৃথক করা যায়। তরল মিশ্রণের উপাদানসমূহের স্ফুটনাঙ্কের তফাৎ যত বেশি হয় পৃথকীকরণ তত সহজ ও কার্যকরী হয়। সাধারণত মিশ্রণের দুটি উপাদানের স্ফুটনাঙ্কের ব্যবহার $30^{\circ}C$ এর বেশি হলে পাতন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। পাতন সাধারণত আংশিক পাতন, বাষ্পপাতনও নিম্নপাতন ইত্যাদি বিভিন্ন রকমের হয়।

৩৩। **[চ. বো. ১৯]**



B এর ইলেকট্রন বিন্যাস ns^2np^5 । B মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি একই শ্রেণিতে তার পূর্ববর্তী মৌল অপেক্ষা বেশি। CB এর $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$

(ক) ক্রোমাটোগ্রাফি কী? ১

(খ) জিঙ্ক রঙিন যৌগ গঠন করে না কেন? ২

(গ) দ্রবণে B আয়নটি কীভাবে শনাক্ত করবে? ৩

(ঘ) AB ও CD মিশ্রিত করলে কোনো অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হবে কিনা-ব্যাখ্যা করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

(খ) যে সকল মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। Zn এর সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস,

$Zn^{2+} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^0$

এখানে, d অরবিটাল সম্পূর্ণ পূর্ণ, আংশিক পূর্ণ নয়। সুতরাং, d অরবিটালটি ইলেকট্রন দ্বারা পরিপূর্ণ থাকার কারণে ইলেকট্রনের d-d স্থানান্তর প্রক্রিয়া হতে পারে না ফলে জিংক আয়ন তথা জিংক রঙিন যৌগ গঠন করে না।

(গ) উদ্দীপকের B মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস ns^2np^5 সুতরাং, মৌলটি হবে 17 নং গ্রুপের মৌল আবার, এর ইলেকট্রন আসক্তি একই শ্রেণিতে তার পূর্ববর্তী মৌল অপেক্ষা বেশি তাই, B মৌলটি হলো ক্লোরিন।

Cl^- আয়নের শনাক্তকরণ পরীক্ষা:

প্রস্তুতকৃত মূল দ্রবণে কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে সিলভার ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।$HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + HNO_3(aq)$; $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + HNO_3(aq)$

উৎপন্ন AgCl এর সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 এসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু NH_4OH দ্রবণের সাথে সহজেই ডাই অ্যাম্মিন সিলভার (1) ক্লোরাইড $[Ag(NH_3)_2]CI$ নামক জটিল যৌগ উৎপন্ন করে। ফলে, অধঃক্ষেপ দ্রবণীয় ও বর্ণহীন হয়।

$AgCl(s) + 2NH_4OH(aq) \rightarrow [Ag(NH_3)]Cl(aq) + 2H_2O(l)$

(ঘ) উদ্দীপকের দ্রবণদ্বয় মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়-

AB + CD CB + AD

এখন AB এর ক্ষেত্রে-

$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$

$\therefore$ 40mL 0.04M AB $\equiv$ 40mL 0.04MB^-

মিশ্রণে B^- আয়নের প্রকৃত ঘনমাত্রা:

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 40mL

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, S_1 = 0.04 M

শেষ আয়তন, V_2 = 70mL

শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{40 \times 0.04}{70}$

$= 0.0229M$

আবার,

CD এর ক্ষেত্রে,

$CD \rightleftharpoons C^+ + D^-$

30mL 0.03 CD $\equiv$ 30mL 0.03 M C^+

মিশ্রণে C^+ এর প্রকৃত ঘনমাত্রা:

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, V_1 = 30mL

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, S_1 = 0.03 M

শেষ আয়তন, V_2 = 70mL

শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{30 \times 0.03}{70}$

$= 0.0128M$

$\therefore$ মিশ্রণে CB এর আয়নিক গুণফল

$K_{ip} = [C^+] \times [B]$

$= 0.0128 \times 0.0229$

$= 2.931 \times 10^{-4}$

দেওয়া আছে, দ্রাব্যতা গুণফল 1.8×10^{-10}

যেহেতু $K_{ip} >$ Ksp; সুতরাং, মিশ্রণে CB এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

৩৪। **[সি. বো. ১৯]**

প্রতীকী মৌল বাহিরের স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস

$X \longrightarrow 3d^{10}4s^1$

$Y \longrightarrow 3s^2 3p^5$

$Z \longrightarrow 3s^1$

X এবং Y দ্বারা গঠিত বর্ণহীন যৌগ B যার $K_{sp} = 1.75 \times 10^{-5}(molL^{-1})^2$ 25°C তাপমাত্রায় ।

(ক) হ্যাজার্ড সিম্বল কাকে বলে? ১

(খ) p উপস্তরে সর্বোচ্চ ছয়টি ইলেকট্রন থাকতে পারে— পলির বর্জন নীতি অনুযায়ী ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) 25°C তাপমাত্রায় B এর সম্পৃক্ত দ্রবণে Y এর ঘনমাত্রা কত— হিসেব করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের B এর 0.003 M দ্রবণে সমআয়তন 0.004M ZY যোগ করলে অধঃক্ষেপ হবে কিনা— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) বিপদজ্জনক রাসায়নিক দ্রব্যের জন্য ব্যবহৃত সুনির্দিষ্ট সতর্কীকরণ চিহ্নকে হ্যাজার্ড সিম্বল বা প্রতীক বলে ।

(খ) p উপস্তরের জন্য l = 1 m = -1, 0, +1 অর্থাৎ অরবিটাল সংখ্যা 3টি। পলির বর্জন নীতি অনুসারে প্রতিটি অরবিটালে সর্বোচ্চ দুটি ইলেকট্রন থাকতে পারে যদি তাদের ঘূর্ণন বিপরীতমূখী হয়। তাই pa উপস্তরে সর্বমোট ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 3 × 2 = 6টি।

(গ) উদ্দীপকের X ও Y এর বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে, $3d^{10}4s^1, 3s^2 3p^5$ এদের পূর্ণ ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-

$X \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 (Cu)$

$Y \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 (Cl)$

সুতরাং, X ও Y মৌলদ্বয় হলো কপার এবং ক্লোরিন।

অর্থাৎ, B যৌগটি হলো CuCl কারণ CuCl হলো বর্ণহীন যৌগ।

$CuCl \rightarrow Cu^+ + Cl^-$

CuCl এর দাব্যতা S হলে সম্পৃক্ত দ্রবণের ক্ষেত্রে, $[Cu^+] = SmolL^{-1}$ এবং $[Cl^-] = S\ molL^{-1}$

$K_{sp} = S^2$

$\Rightarrow 1.75 \times 10^{-5} = S^2$

$\Rightarrow S^2 = 1.75 \times 10^{-5}$

$\therefore S = 4.18 \times 10^{-3}$

∴Y অর্থাৎ Cl এর ঘনমাত্রা $= 4.18 \times 10^{-3} mol\ L^{-1}$

(ঘ) উদ্দীপকের Z মৌলের পূর্ণ ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$(Na)

সুতরাং, উদ্দীপকের Z মৌলটি হলো সোডিয়াম (Na) এবং ZY যৌগটি হলো NaCl B দ্রবণ অর্থাৎ CuCl দ্রবণে NaCl যোগ করলে সমআয়ন প্রভাব ঘটবে।

CuCl এর ক্ষেত্রে,

$\underset{0.003M}{CuCl} \rightleftharpoons \underset{0.003M}{Cu^+} + \underset{0.003M}{Cl^-}$

NaCl এর ক্ষেত্রে,

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

0.004 M 0.004 M 0.004 M

যেহেতু সম আয়তনের NaCl ও CuCl যোগ করা হয়েছে, তাই প্রত্যেক দ্রবণের আয়তন V হলে মিশ্রিত দ্রবণের আয়তন হবে 2V।

Cu^+ আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয়:

এখানে,

Cu^+ এর আদি আয়তন, $V_1 = V$

মিশ্রিত দ্রবণের আয়তন, $V_2 = 2V$

Cu^+ এর আদি ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.003$ M

Cu^+ এর শেষ ঘনমাত্রা, S_2 =?

আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{V \times 0.003}{2V} M$

$= 1.5 \times 10^{-3}$M

Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয়:

মিশ্রিত Cl^- আয়নের প্রাথমিক ঘনমাত্রা হবে (0.003 + 0.004) M = 0.007 M

এখানে,

Cl^- এর আদি আয়তন, V_1 = v

Cl^- এর শেষ আয়তন, V_2 = 2V

Cl^- এর আদি ঘনমাত্রা, S_1 = 0.007M

Cl^- এর শেষ ঘনমাত্রা, S_2 = ?

আমরা জানি,

$V_1S_1 = V_2S_2$

$S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{V \times 0.007}{2V}$M

$= 3.5 \times 10^{-3}$M

সুতরাং, CuCl এর আয়নিক গুণফল

$K_{ip} = [Cu^+] \times [Cl^-]$

$= (1.5 \times 10^{-3}) \times (3.5 \times 10^{-3}) mol^2L^{-2}$

$= 5.25 \times 10^{-6} mol^2L^2$

যেহেতু $K_{ip} < K_{sp}$, কাজেই মিশ্রণে অধঃক্ষেপ পড়বে না।

৩৫। **[য. বো. ১৯]**

CuS ও NiS এর দ্রাব্যতা গুণফল যথাক্রমে 4×10^{-38} এবং 1.5×10^{-24}। একজন ছাত্র Cu^{2+} ও Ni^{2+} এর মিশ্র দ্রবণ থেকে একটি আয়নকে অধঃক্ষেপণ দ্বারা পৃথক করতে উক্ত মিশ্র দ্রবণে লঘু HCl যোগ করার পর H_2S গ্যাস চালনা করল।

(ক) প্রভাবক সহায়ক কাকে বলে? ১

(খ) Na^+ গঠিত হয়, কিন্তু Na^{2+} গঠিত হয় না- ব্যাখ্যা করো । ২

(গ) উদ্দীপক অনুসারে NiS এর দ্রাব্যতা নির্ণয় করো । ৩

(ঘ) আয়ন পৃথকীকরণে উদ্দীপকের ছাত্রটি দ্বারা অনুসৃত নীতিটি পর্যালোচনা করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) যে সব পদার্থ নিজে প্রভাবক হিসেবে কাজ করতে পারে না কিন্তু কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা বৃদ্ধি করে দেয় তাদেরকে প্রভাবক সহায়ক বলে।

(খ) Na পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, ৩য় পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণু অপেক্ষা বেশি হওয়ায়, Na এর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি কম হয় । Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস Ne এর অনুরূপ হওয়ায় ইলেকট্রন বিন্যাসটি স্থিতিশীল হয়। Na^+ আয়নের ব্যাসার্ধ (0.095 nm) এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.157 nm অপেক্ষা কম। তাই Na^+ এর বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় ফলে Na^+ আয়নস্থ বহিঃস্থ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন অপসারণে প্রচুর শক্তির (4562 kJ/mol) প্রয়োজন হয় বিধায় Na^+ হতে আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে Na^+ গঠন সম্ভবপর নয়।

(গ) NiS এর সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণে গঠিত সাম্যাবস্থা হলো-

$NiS \rightleftharpoons Ni^{2+} + S^{2-}$

ধরি দ্রবণে NiS এর দ্রাব্যতা = X

∴ দ্রবণে Ni2+ এর ঘনমাত্রা, $[Ni^{2+}] = X$

" S^2-এর " $[s^2] = x$

NiS এর দ্রাব্যতা গুণফল $Ksp = 1.5 \times 10^{-24}$

আমরা জানি, $Ksp = [Ni^{2+}] \times [2] = X \times X = X^2$

বা, $X = \sqrt{K_{sp}}$

$= \sqrt{1.5 \times 10^{-24}}$

$= 1.225 \times 10^{-12}$

সুতরাং, উদ্দীপকের NiS এর দ্রাব্যতা $1.225 \times 10^{-12} molL^{-1}$

(ঘ) উদ্দীপকের Cu^{2+} ও Ni^{2+} এর মিশ্র দ্রবণ থেকে একটি আয়নকে অধঃক্ষেপণ দ্বারা পৃথক করার নীতিটি হলো দ্রাব্যতা গুণফলের নীতি নিচে নীতিটি উদ্দীপকের আলোকে, পর্যালোচনা করা হলো:

নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোনো লবণের দ্রবণে লবণটি দ্রবীভূত বা অধঃক্ষিপ্ত হবে কি-না তা নির্ভর করে ঐ উষ্ণতায় লবণটির দ্রাব্যতা গুণফলের মানের ওপর। যদি দ্রবণে উপস্থিত কোনো লবণের সংগঠক আয়নগুলোর যথোপযুক্ত মোলার ঘনমাত্রার গুণফল ঐ উষ্ণতায় লবণটির দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করে যায়, তাহলে লবণটি অধঃক্ষিপ্ত হবে। যদি ঐ গুণফলের মান লবণটির দ্রাব্যতা গুণফলের মানকে অতিক্রম করতে না পারে, তাহলে লবণটি দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে। এটিই দ্রাব্যতা গুণফলের নীতি নামে পরিচিত। দ্রাব্যতা গুণফলের উপর ভিত্তি করে ধাতবমূলকগুলোকে I, II, IIIA, III, IV ও V গ্রুপে বিভক্ত করা হয়েছে। Cu^{2+} হলো গ্রুপ II এবং Ni^{2+} হলো গ্রুপ IIIB এর অন্তর্ভুক্ত।

উদ্দীপকের CuS ও NiS এর দ্রাব্যতা গুণফল বিবেচনা করলে দেখা যাচ্ছে যে NiS এর দ্রাব্যতা CuS এর তুলনায় অনেক বেশি। স্বল্প দ্রাব্যতা বিশিষ্ট Cus থেকে Nis হতে পৃথক করার জন্য সমআয়ন প্রভাব প্রয়োগ করা হয়।

$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$

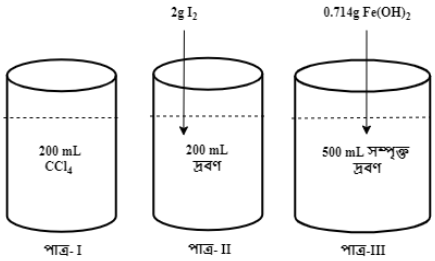
$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

HCI এর বিয়োজিত H^+ দ্রবণে উপস্থিত থাকার কারণে $2H^+$ আয়নের সমআয়নের প্রভাবে H_2S বিয়োজন মাত্রা মারাত্মকভাবে হ্রাস পায়। অর্থাৎ HCI এর উপস্থিতির কারণে H_2S বিয়োজন রহিত হয়। দ্রবণে S^{2-} এর মাত্রা কম হওয়াতে Cu^{2+} এর দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করে। কিন্তু Ni^{2+} আয়ন ও S^{2-} আয়নের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল NiS এর উচ্চ দ্রব্যতার গুণফলকে অতিক্রম করতে পারে না। ফলে দ্রবণে Ni^{2+} ও Cu^{2+} উপস্থিত থাকলেও কেবল CuS অধঃক্ষিপ্ত হয় ।

এভাবে সমআয়ন প্রভাবের মাধ্যমে Cu^{2+} পৃথক করলে দ্রবণে Ni^{2+} অবশিষ্ট থাকে।

অতএব, HCI এর H^+ এর সমআয়ন প্রভাবকে কাজে লাগিয়ে ছাত্রটি Cu^{2+} আয়নকে পৃথক করলো।

৩৬। **[ব. বো. ১৯]**



মি. 'X', 1 নং পাত্রের সম্পূর্ণ দ্রাবক নিয়ে একবারে এবং মি. 'Y' I নং পাত্রের দ্রাবককে সমান চার ভাগে ভাগ করে চার বারে II নং পাত্র হতে I_2 নিষ্কাশন করেন ।

(ক) অরবিটাল কাকে বলে? ১

(খ) R_f এর সর্বোচ্চ মান 1 ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) III নং পাত্রের দ্রবের দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) I_2 নিষ্কাশনে কোন প্রক্রিয়াটি লাভজনক গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

উত্তরঃ

(ক) নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা (৯০-৯৫)% থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয় ।

(খ) R_f হলো উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত ।

$$R_f = \frac{\text{উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$$

R_f এর মান সর্বদা 1 অপেক্ষা কম হবে কেননা কোন যৌগ দ্রাবক অপেক্ষা অধিক পথ অতিক্রম করতে পারে না। আবার R_f এর মান সর্বনিম্ন শূন্যও হতে পারে।

(গ) এখানে,

ভর, w = 0.7148

আয়তন, V = 500mL

$Fe(OH)_2$ এর আণবিক ভর M = 89.85

ঘনমাত্রা S = ?

আমরা জানি,

$$S = \frac{w \times 1000}{MV}$$
$$= \frac{0.714 \times 1000}{89.85 \times 500}$$
$$= 1.59 \times 10^{-2}\text{M}$$

∴ সম্পৃক্ত $Fe(OH)2$ দ্রবণের ঘনমাত্রা $1.59 \times 10^{-2}\text{M}$ ।

$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{2+} = 2OH^-$

$1.59 \times 10^{-2}\text{M}$ $1.59 \times 10^{-2}\text{M}$ $2(1.59 \times 10^{-2})$

∴ Fe^{2+} এর ঘনমাত্রা, $[Fe^{2t}] = 1.59 \times 10^{-2}\text{M}$

OH^- এর ঘনমাত্রা; $[OH] = 2(1.59 \times 10^{-2})\text{M}$

∴ দ্রাব্যতার গুণফল $K_{sp} = [Fe^{2+}] \times [OH]^2$

$= (1.59 \times 10^{-2}) \times (2 \times 1.59 \times 10^{-2})^2$

$= 1.6 \times 10^{-5}\text{mol}^3\text{L}^{-3}$

সুতরাং, III নং পাত্রের দ্রবের দ্রাব্যতা গুণফল $1.6 \times 10^{-5}\text{mol}^3\text{L}^{-3}$ ।

(ঘ) ১ম দ্রাবক পানির আয়তন $V_1 = 200\text{mL}$। আয়োডিনের প্রাথমিক ভর $X_0 = 2\text{g}$ I_2

200 mL CCl_4 একবার ব্যবহার করে একবারে নিষ্কাশন করলে $nV_2 = 200\text{mL}$; $n = 5$ হলে $V_2 = 40\text{mL}$

অনিষ্কাশিত I_2 এর ভর $X_m = ?$

আমরা জানি, CCl_4 পানির বণ্টন গুণাঙ্ক $K_D = 80$

∴ পানি ও CCl_4 এর বণ্টন গুণাঙ্ক, $K_D = \frac{1}{80}$

একবার নিষ্কাশনের বেলায় $X_m = X_o\left[\frac{K_D \cdot V_1}{K_D V_1 + nV_2}\right]$

$= 2 \cdot \left[\frac{(0.0125 \times 200)}{(0.0125 \times 200) + 5 \times 40}\right]$

$= 0.02469$

অনিষ্কাশিত I_2 এর পরিমাণ 0.02469 g

∴ নিষ্কাশিত % পরিমাণ $= \frac{(2-0.02469) \times 100}{2} = 98.76\%$

আবার,

প্রতি 50 mL CCl_4 প্রতিবার ব্যবহার করে চারবার নিষ্কাশনের ক্ষেত্রে অবশিষ্ট I_2 থাকে $X_2 = ?$

এক্ষেত্রে সমীকরণটি হলো-

$$X_2 = X_0\left[\frac{K_D V_1}{K_D V_1 + V_2}\right]^4$$
$$= 2\left[\frac{(0.0125 \times 200)}{(0.0125 \times 200) + 50}\right]^4$$
$$= (2 \times 0.0476)^4\text{g} = (1.02 \times 10^{-5})\text{g}$$

চার বার নিষ্কাশনের % পরিমাণ

$$= \frac{2 - 1.02 \times 10^{-5} \times 100}{2}\% = 99.99\%$$

সুতরাং একবারে 200 mL CCl_4 সহযোগে নিষ্কাশনের পরিমাণ 98.76% কিন্তু 50ml করে চার বারে 200mL CCl_4 ব্যবহারে নিষ্কাশনের পরিমাণ 99.99% যা পূর্বের চেয়ে বেশি। তাই চার বার 50 mL করে CCl_4 ব্যবহার লাভজনক।

চেষ্টা করে দেখো তো!

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

১) $20^\circ C$ এবং $50^\circ C$ তাপমাত্রায় XY লবণের দ্রাব্যতা যথাক্রমে 35 এবং 82 হলে ঐ লবণের 100 g সম্পৃক্ত দ্রবণকে $50^\circ C$ তাপমাত্রা হতে $20^\circ C$ তাপমাত্রায় শীতল করলে কী পরিমাণ লবণ কেলাসিত হবে?

(ক) 12.82g (খ) 16.82g (গ) 20.82g (ঘ) 25.82g

২) কোন জোড়টিতে সমআয়ন প্রভাব ঘটবে?

i. HCl, HNO_3 ii. H_2S, HCl iii. $NH_4Cl, (NH_4)_2CO_3$

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩) $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ দ্বারা কোন আয়ন সনাক্ত করা যায়?

i. Zn^{2+} ii. Cu^{2+} iii. Fe^{3+}

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৪) কোনটিকে পাতন প্রক্রিয়ায় বিবেচনা করা হয়?

(ক) গলনাঙ্ক (খ) স্ফুটনাঙ্ক (গ) দ্রাব্যতা (ঘ) ঘনমাত্রা

৫) পেট্রোলিয়াম বিশোধনের কোন ভৌত প্রক্রিয়াটি ব্যবহৃত হয়?

(ক) পাতন (খ) আংশিক পাতন (গ) বাষ্প পাতন (ঘ) ঊর্ধ্বপাতন

৬) $(NaCl + NH_4Cl)$ এর মিশ্রণ থেকে উপাদান পৃথকীকরণ পদ্ধতি হলো-

(ক) পাতন (খ) কেলাসন (গ) আংশিক কেলাসন (ঘ) ঊর্ধ্বপাতন

৭) বিভাজন ক্রোমাটোগ্রাফি হলো-

i. পাতলা স্তর ক্রোমাটোগ্রাফি ii. গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফি iii. পেপার ক্রোমাটোগ্রাফি

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সৃজনশীল

১। $25°C$ তাপমাত্রায় $Fe(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.74×10^{-38}

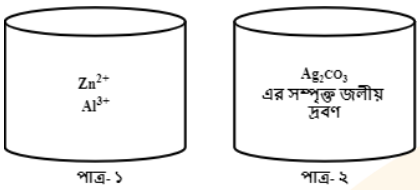
(ক) অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে? ১

(খ) ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিন অপেক্ষা বেশি ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) পাত্র I এর দ্রবের দ্রাব্যতা গ্রাম/লিটার এককে নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) যদি পাত্র- II ও III এর দ্রবণদ্বয়কে একত্রে মিলানো হলে, কোনো অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২।



$Zn(OH)_2, Al(OH)_3$ এবং Ag_2CO_3 এর K_{sp} যথাক্রমে 3.0×10^{-17}, $\times 10^{-34}$ এবং 8.5×10^{-12}।

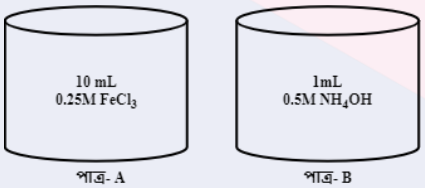
(ক) জিম্যান প্রভাব কী? ১

(খ) UV রশ্মি দ্বারা কীভাবে জাল নোট শনাক্ত করা হয়? ২

(গ) পাত্র-২ এ Ag^+ আয়নের ঘনমাত্রা গণনা করো। ৩

(ঘ) পাত্র-১ এর দ্রবণে NH_4Cl এর উপস্থিতিতে যদি NH_4OH যোগ করা হয়, তাহলে কোন আয়ন আগে অধঃক্ষিপ্ত হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩।



$Fe(OH)_3$ এর $K_{sp} = 3.74 \times 10^{-38}$

(ক) Cu এর ইলেকট্রনবিন্যাস লেখো। ১

(খ) 2.5% $NaOH$ এর pH কত? ২

(গ) A -পাত্রের দ্রবণের দ্রাব্যতা গুণফল হিসাব করো ৩

(ঘ) A -পাত্রের দ্রবণের সাথে B-পাত্রের ধরণ যোগ করলে কোন অধঃক্ষেপ পড়বে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

shikho

ফেসবুক পেইজে লাইক দিয়ে এবং
ইউটিউব চ্যানেলে সাবস্ক্রাইব করে
ফ্রিতে শিখতে থাকো।

Facebook

Youtube