MCQ ৫০ নম্বর

১. খ. বিশুদ্ধ পানিতে দ্রাব্যতা $NaCl$ দ্রবণের চেয়ে প্রায় 7450 গুণ বেশি

ব্যাখ্যা: বিশুদ্ধ পানিতে $S_{water} = \sqrt{K_{sp}} \approx 1.34 \times 10^{-5}\ M$।
$0.1\ M\ NaCl$-এ সম-আয়ন প্রভাবে $S_{NaCl} = \frac{K_{sp}}{0.1} = 1.8 \times 10^{-9}\ M$।
অনুপাত ≈ 7450 গুণ, অর্থাৎ সম-আয়ন প্রভাব দ্রাব্যতা তীব্রভাবে হ্রাস করে।

২. খ. হ্যাঁ, অধঃক্ষেপ পড়বে

ব্যাখ্যা: মেশানোর পর $[Ba^{2+}] = 0.01\ M$, $[SO_4^{2-}] = 0.025\ M$।
$K_{ip} = 0.01 \times 0.025 = 2.5 \times 10^{-4} \gg K_{sp}(1.1 \times 10^{-10})$, তাই অধঃক্ষেপ পড়বে।

৩. ক. নার্নস্ট বণ্টন সূত্র

ব্যাখ্যা: দ্রাবক নিষ্কাশন পদ্ধতি নার্নস্ট বণ্টন সূত্রের ওপর প্রতিষ্ঠিত, যা বলে যে দুটি অমিশ্রণীয় দ্রাবকে একটি দ্রাবের বণ্টন অনুপাত নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ধ্রুবক থাকে।

৪. ঘ. উপরের সবগুলোই

ব্যাখ্যা: $Na^+(10e^-)$, $Ne(10e^-)$ — সমান।
$Cl^-(18e^-)$, $Ar(18e^-)$ — সমান।
$Al^{3+}(10e^-)$, $F^-(10e^-)$ — সমান।
তিনটি জোড়াই আইসো-ইলেকট্রনিক, তাই সঠিক উত্তর 'উপরের সবগুলোই'।

৫. খ. 0 থেকে 1 (অন্তর্ভুক্ত)

ব্যাখ্যা: $R_f = \frac{\text{দ্রাব দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক ফ্রন্ট দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$। যেহেতু দ্রাব দ্রাবক ফ্রন্টের চেয়ে বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে না, তাই R_f সর্বদা 0 থেকে 1 এর মধ্যে (বা সমান) থাকে।

৬. ঘ. K^+: হালকা বেগুনি থেকে গোলাপি; Na^+: সোনালী হলুদ থেকে অদৃশ্য

ব্যাখ্যা: K^+ খালি চোখে হালকা বেগুনি শিখা দেয়, যা কোবাল্ট নীল কাচের মধ্য দিয়ে আরও স্পষ্ট গোলাপি/হালকা বেগুনি দেখায় (কোবাল্ট কাচ হলুদ আলো শোষণ করে সোডিয়ামের হস্তক্ষেপ দূর করে)।
Na^+ খালি চোখে উজ্জ্বল সোনালী হলুদ দেখায়, কিন্তু কোবাল্ট নীল কাচ সেই হলুদ আলো সম্পূর্ণ শোষণ করে ফেলায় তা অদৃশ্য হয়ে যায়।

৭. খ. ধাতব ক্লোরাইড বেশি উদ্বায়ী বলে সহজে শিখায় বাষ্পীভূত হয়

ব্যাখ্যা: ধাতব ক্লোরাইড যৌগ সাধারণত অন্যান্য লবণের (যেমন সালফেট, কার্বনেট) তুলনায় বেশি উদ্বায়ী হওয়ায় শিখায় সহজেই বাষ্পীভূত হয়ে ধাতুর বৈশিষ্ট্যসূচক বর্ণ প্রকাশ করে; তাই গাঢ় HCl দিয়ে প্রলেপ তৈরি করা হয়।

৮. গ. $SO_4^{2-} + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow$ (সাদা, HCl-এ অদ্রবণীয়)

ব্যাখ্যা: SO_4^{2-} শনাক্তকরণে $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করলে সাদা $BaSO_4$ অধঃক্ষেপ পড়ে, যা লঘু HCl-এও অদ্রবণীয় থাকে — এটি SO_4^{2-}-এর নিশ্চিত পরীক্ষা। প্রথম বিকল্পটি Cl^--এর পরীক্ষা, যা এখানে সঠিক উত্তর নয়।

৯. ক. স্থির দশা: সিলিকা জেল/অ্যালুমিনা; চলনশীল দশা: পেট্রোলিয়াম ইথার/হেক্সেন

ব্যাখ্যা: সাধারণ কলাম ক্রোম্যাটোগ্রাফিতে পোলার সিলিকা জেল/অ্যালুমিনা স্থির দশা হিসেবে এবং অপোলার দ্রাবক (পেট্রোলিয়াম ইথার, হেক্সেন) চলনশীল দশা হিসেবে ব্যবহৃত হয়, যা অপোলার যৌগ পৃথকীকরণে কার্যকর।

১০. খ. সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যা অতিরিক্ত $NaOH$-এ দ্রবীভূত হয়

ব্যাখ্যা: $Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow$ (সাদা);
অতিরিক্ত $NaOH$ যোগ করলে,
$Zn(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$ (দ্রবণীয় জিংকেট)।

১১. ক. সম্পূর্ণপূর্ণ d-উপকক্ষের প্রতিসাম্য থেকে অতিরিক্ত বিনিময় শক্তি পাওয়া যায়

ব্যাখ্যা: সম্পূর্ণপূর্ণ (d^{10}) বা অর্ধপূর্ণ (d^5) d-উপকক্ষ প্রতিসম ইলেকট্রন বণ্টনের কারণে সর্বাধিক বিনিময় শক্তি (exchange energy) লাভ করে, যা অতিরিক্ত স্থিতিশীলতা দেয়— তাই একটি 4s ইলেকট্রন 3d-তে স্থানান্তরিত হয়।

১২. গ. 200 g

ব্যাখ্যা: দ্রাব্যতা 50 মানে 150 g দ্রবণে (১০০ দ্রাবক +50 দ্রাব) লবণ থাকে 50 g।
600 g দ্রবণে লবণ $= \frac{50 \times 600}{150} = 200$ g।

১৩. ক. গ্যাসীয় দ্রাবের দ্রাব্যতায়

ব্যাখ্যা: হেনরির সূত্র অনুসারে, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলে দ্রবীভূত গ্যাসের দ্রাব্যতা গ্যাসের আংশিক চাপের সমানুপাতিক ($S \propto P$)। কঠিন বা তরল দ্রাবের দ্রাব্যতার ওপর চাপের উল্লেখযোগ্য প্রভাব নেই।

১৪. ঘ. $7\,\alpha, 4\,\beta$

ব্যাখ্যা: $\Delta A = 235 - 207 = 28 \Rightarrow \alpha = \frac{28}{4} = 7$টি।
শুধু α-এ পারমাণবিক সংখ্যা হতো $92 - 2(7) = 78$;
প্রকৃত $Z = 82$, তাই $\beta = 82 - 78 = 4$টি।

১৫. ক. 12 মিনিট

ব্যাখ্যা: $\frac{1}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^5 \Rightarrow n = 5$টি অর্ধায়ু।
$t_{1/2} = \frac{60}{5} = 12$ মিনিট।

১৬. ক. $1.26 \times 10^{-17}\,M$

ব্যাখ্যা: $Ag_2S \rightleftharpoons 2Ag^+ + S^{2-}$; $K_{sp} = (2S)^2(S) = 4S^3$।
$S = \left(\frac{8 \times 10^{-51}}{4}\right)^{1/3} \approx 1.26 \times 10^{-17}\,M$।

১৭. ক. Mn^{2+} বেশি

ব্যাখ্যা: $Mn^{2+} = [Ar]3d^5$, অসংযুগ্ম = 5টি, $\mu = \sqrt{5 \times 7} = 5.92\,BM$।
$Cr^{3+} = [Ar]3d^3$, অসংযুগ্ম = 3টি, $\mu = \sqrt{3 \times 5} = 3.87\,BM$।
সুতরাং Mn^{2+}-এর অসংযুগ্ম ইলেকট্রন ও চৌম্বকত্ব উভয়ই বেশি।

১৮. গ. 12.35

ব্যাখ্যা: $Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2OH^-$; $K_{sp} = 4S^3 \Rightarrow S = \left(\frac{5.5 \times 10^{-6}}{4}\right)^{1/3} \approx 0.0111\,M$।
$[OH^-] = 2S = 0.0222\,M \Rightarrow pOH = -\log(0.0222) \approx 1.65$।
$pH = 14 - 1.65 = 12.35$।

গ. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি অনুযায়ী গণনাকৃত

১৯. গতিশক্তি প্রকৃত বন্ধন শক্তির চেয়ে বহুগুণ বেশি

ব্যাখ্যা: নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ ($\sim 10^{-15}\,m$) ধরে হাইজেনবার্গের নীতি প্রয়োগ করলে ইলেকট্রনের ন্যূনতম গতিশক্তি প্রায় কয়েক হাজার MeV আসে, যেখানে প্রকৃত নিউক্লিয়ার বন্ধন শক্তি প্রতি নিউক্লিয়নে মাত্র কয়েক MeV — এই অসামঞ্জস্যই প্রমাণ করে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসে আবদ্ধ থাকতে পারে না।

২০. ঘ. আইসো-ইলেকট্রনিক

ব্যাখ্যা: CO: $6 + 8 = 14$ ইলেকট্রন; CN^-: $6 + 7 + 1 = 14$ ইলেকট্রন; N_2: $7 + 7 = 14$ ইলেকট্রন।
প্রতিটি প্রজাতির মোট ইলেকট্রন সংখ্যা সমান হওয়ায় এরা পরস্পর আইসো-ইলেকট্রনিক।

২১. গ. $K_{sp} = 108S^5$

ব্যাখ্যা: $M_3X_2 \rightleftharpoons 3M^{2+} + 2X^{3-}$; $[M^{2+}] = 3S$, $[X^{3-}] = 2S$।
$K_{sp} = (3S)^3(2S)^2 = 27S^3 \times 4S^2 = 108S^5$।

২২. খ. 1459 nm

ব্যাখ্যা: ব্র্যাকেট সারিতে $n_1 = 4$। সিরিজ সীমায় $n_2 = \infty$:
$\frac{1}{\lambda} = \frac{R_H}{4^2}$
$\lambda = \frac{16}{R_H} \approx 1.459 \times 10^{-6}\,m = 1459\,nm$।

২৩. ক. $CaCO_3$

ব্যাখ্যা: আয়নিক যৌগের হাইড্রেশন এনথালপি ল্যাটিস এনথালপি থেকে বেশি হলে যৌগটি পানিতে দ্রবণীয় হয়। $CaCO_3$-এর ল্যাটিস শক্তি খুব বেশি হওয়ায় তা হাইড্রেশন শক্তির চেয়ে বেশি হয় এবং এটি পানিতে অদ্রবণীয় থাকে।

২৪. গ. 2.55 eV

ব্যাখ্যা: $E_2 = \frac{-13.6}{4} = -3.4\,eV$; $E_4 = \frac{-13.6}{16} = -0.85\,eV$।
শোষিত শক্তি $= E_4 - E_2 = -0.85 - (-3.4) = 2.55\,eV$।

২৫. ঘ. 4.761 Å

ব্যাখ্যা: $r_n = r_1 \times n^2$; $r_3 = 0.529 \times 3^2 = 0.529 \times 9 = 4.761$ Å।

২৬. ঘ. 1094 nm, প্যাশ্চেন সারি

ব্যাখ্যা: $n_2 = 3$ পর্যন্ত পতনে প্যাশ্চেন সারি উৎপন্ন হয়।
$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2}\right) = 1.09678 \times 10^7(0.1111 - 0.0278)$
$\lambda \approx 1.094 \times 10^{-6}\,m = 1094\,nm$।

২৭. ক. $1.98 \times 10^{-12}\,m$

ব্যাখ্যা: $\lambda = \frac{h}{m_p v} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{1.67 \times 10^{-27} \times 2 \times 10^5}$
$\lambda \approx 1.98 \times 10^{-12}\,m$।

২৮. খ. 4×10^{-8}

ব্যাখ্যা: $CuBr \rightleftharpoons Cu^+ + Br^-$; $K_{sp} = S^2 = (2 \times 10^{-4})^2 = 4 \times 10^{-8}$।

২৯. গ. 172.97 g

ব্যাখ্যা: 50°C-এ 185 g দ্রবণে 85 g লবণ থাকে।
500 g দ্রবণে লবণ $= \frac{85}{185} \times 500 = 229.7$ g; দ্রাবক $= 270.3$ g।
10°C-এ ওই দ্রাবকে ধারণক্ষমতা $= \frac{21}{100} \times 270.3 = 56.76$ g।
অধঃক্ষিপ্ত $= 229.7 - 56.76 \approx 172.97$ g।

৩০. গ. 8.9×10^{-4} M

ব্যাখ্যা: $Zr_3(PO_4)_4 \rightleftharpoons 3Zr^{4+} + 4PO_4^{3-}$; $[Zr^{4+}] = 3S$, $[PO_4^{3-}] = 4S$।
$K_{sp} = (3S)^3(4S)^4 = 27S^3 \times 256S^4 = 6912S^7 = 3.1 \times 10^{-18}$
$S = \left(\frac{3.1 \times 10^{-18}}{6912}\right)^{1/7} \approx 8.9 \times 10^{-4}$ M।

৩১. খ. 4.8×10^{-9} g

ব্যাখ্যা: $K_{sp} = 27S^4 = 1.09 \times 10^{-36} \Rightarrow S = \left(\frac{1.09 \times 10^{-36}}{27}\right)^{1/4} \approx 4.48 \times 10^{-10}$ M।
0.1 L-এ মোল = 4.48×10^{-11} mol; ভর = $4.48 \times 10^{-11} \times 106.9 \approx 4.8 \times 10^{-9}$ g।

৩২. ঘ. NH_4Cl, $(NH_4)_2CO_3$

ব্যাখ্যা: NH_4Cl ও $(NH_4)_2CO_3$ উভয়েই NH_4^+ আয়ন সরবরাহ করে, যা সম-আয়ন হিসেবে কাজ করে (যেমন NH_4OH-এর বিয়োজন দমনে ব্যবহৃত হয়)।

৩৩. ঘ. উচ্চ চাপে দ্রুত পৃথকীকরণ ও উচ্চ বিশ্লেষণ ক্ষমতা দেয়

ব্যাখ্যা: HPLC-তে উচ্চ চাপ প্রয়োগ করে অতি সূক্ষ্ম দানাদার স্থির দশার মধ্য দিয়ে দ্রাবক দ্রুত চালনা করা হয়, যার ফলে দ্রুত ও উচ্চ বিশ্লেষণ ক্ষমতাসম্পন্ন পৃথকীকরণ সম্ভব হয়।

৩৪. ঘ. চকলেট বাদামি এবং গাঢ় নীল (প্রুশিয়ান ব্লু)

ব্যাখ্যা: Cu^{2+} পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইডের সঙ্গে চকলেট বাদামি অধঃক্ষেপ ($Cu_2[Fe(CN)_6]$) দেয়। Fe^{3+} পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইডের সঙ্গে গাঢ় নীল (প্রুশিয়ান ব্লু, $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$) অধঃক্ষেপ দেয়।

৩৫. খ. 6টি; $m = -1, 0, +1$

ব্যাখ্যা: $l = 1$ অর্থাৎ p-উপকক্ষ, যার সম্ভাব্য $m = -1, 0, +1$ (৩টি অরবিটাল), প্রতিটিতে ২টি করে ইলেকট্রন, সর্বোচ্চ = 6টি।

৩৬. ঘ. $Z = 28$, নিকেল

ব্যাখ্যা: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$ গণনা করলে মোট ইলেকট্রন = 2 + 2 + 6 + 2 + 6 + 2 + 8 = 28টি। পারমাণবিক সংখ্যা $Z = 28$, যা নিকেল (Ni)।

৩৭. খ. হুন্ডের নীতি

ব্যাখ্যা: হুন্ডের সর্বাধিক গুণিতকতা নীতি অনুসারে সমশক্তিসম্পন্ন (ডিজেনারেট) অরবিটালে ইলেকট্রন প্রথমে এককভাবে ও সমান্তরাল স্পিনে প্রবেশ করে, যা সর্বোচ্চ স্থিতিশীলতা দেয়। তাই N-এর $2p^3$-এ তিনটি ইলেকট্রন পৃথক অরবিটালে সমমুখী স্পিনে থাকে।

৩৮. গ. $m = 0$

ব্যাখ্যা: $Mg = [Ne]3s^2$; বহিস্থ ইলেকট্রন 3s উপকক্ষে অবস্থিত, যেখানে $l = 0$। $l = 0$-এর জন্য একমাত্র সম্ভাব্য $m = 0$।

৩৯. ঘ. $n = 3, l = 1, m = -1, s = +\frac{1}{2}$

ব্যাখ্যা: $Cl(17) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; $3p^5$-এ বণ্টন: $3p_x^2\ 3p_y^2\ 3p_z^1$।
অযুগ্ম ইলেকট্রনটি $3p_z$ অরবিটালে, অর্থাৎ $n = 3, l = 1, m = -1$ (শেষ অরবিটাল, বিপরীত স্পিন), $s = +\frac{1}{2}$।

৪০. ক. $n = 3, l = 1, m = +1, s = -\frac{1}{2}$

ব্যাখ্যা: $S(16) + 2e^- \rightarrow S^{2-} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; $3p^6$ সম্পূর্ণ পূর্ণ। হুন্ডের নীতি অনুসারে শেষ (৬ষ্ঠ) ইলেকট্রনটি জোড়া সম্পূর্ণকারী, $m = +1$ অরবিটালে বিপরীত স্পিনে বসে: $n = 3, l = 1, m = +1, s = -\frac{1}{2}$।

৪১. ঘ. $^{32}_{15}P$

ব্যাখ্যা: $^{32}_{15}P$ আইসোটোপ রক্তস্বল্পতাজনিত পলিসাইথেমিয়া রোগের চিকিৎসায় এবং DNA/RNA গঠন কাঠামো পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত হয়।

৪২. খ. ভ্যাকুয়াম পাতন

ব্যাখ্যা: যেসব তরল উচ্চ তাপে নিজেদের স্ফুটনাঙ্কে বিয়োজিত হয়ে যায়, তাদের কম চাপে (হ্রাসকৃত চাপে) স্ফুটনাঙ্ক কমিয়ে ভ্যাকুয়াম পাতন পদ্ধতিতে পৃথক করা হয়।

৪৩. ঘ. হাইড্রোজেন (^1H)

ব্যাখ্যা: মানবদেহে প্রচুর পরিমাণে বিদ্যমান পানির অণুতে থাকা প্রোটন বা হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসের (^1H) স্পিন ব্যবহার করে MRI ছবি তোলা হয়, কারণ ^1H-এর নিউক্লিয়াসে বিজোড় সংখ্যক নিউক্লিয়ন থাকায় এটি NMR সক্রিয়।

৪৪. গ. Na_2SO_4

ব্যাখ্যা: $BaCl_2$-এর সঙ্গে HCl-অদ্রবণীয় সাদা অধঃক্ষেপ নির্দেশ করে SO_4^{2-} আয়নের উপস্থিতি ($BaSO_4$ গঠন)। সোনালী হলুদ শিখা Na^+ আয়নের উপস্থিতি নির্দেশ করে। সুতরাং লবণটি Na_2SO_4।

৪৫. খ. $K_{sp} = 2916s^8$

ব্যাখ্যা: $K_3[Na_3(AlF_6)_2] \rightleftharpoons 3K^+ + 3Na^+ + 2AlF_6^{3-}$; $[K^+] = 3s$, $[Na^+] = 3s$, $[AlF_6^{3-}] = 2s$।
$K_{sp} = (3s)^3(3s)^3(2s)^2 = 27s^3 \times 27s^3 \times 4s^2 = 2916s^8$।

৪৬. খ. বাষ্পীভবনে দ্রবণ অতিপৃক্ত হয়ে লবণ কেলাসিত হয়
ব্যাখ্যা: সূর্যতাপে পানি বাষ্পীভূত হয়ে দ্রাবক কমে যাওয়ায় দ্রবণ ক্রমশ সম্পৃক্ত ও পরে অতিপৃক্ত হয়ে ওঠে, ফলে লবণ দ্রবণে ধরে রাখার ক্ষমতা অতিক্রম করে কেলাসিত হয়ে অধঃক্ষিপ্ত হয়— এটিই লবণ পৃথকীকরণের মূলনীতি।

৪৭. ক. গ্যাস দ্রাবকের সঙ্গে রাসায়নিকভাবে বিক্রিয়া করলে
ব্যাখ্যা: হেনরির সূত্র শুধুমাত্র তখনই প্রযোজ্য যখন গ্যাস দ্রাবকের সঙ্গে রাসায়নিকভাবে বিক্রিয়া করে না এবং কেবল ভৌত দ্রবীভবন ঘটে। গ্যাস দ্রাবকের সঙ্গে বিক্রিয়া করলে (যেমন $NH_3 + H_2O$) সূত্রটি প্রযোজ্য হয় না।

৪৮. খ. $\lambda = \frac{h}{mv}$
ব্যাখ্যা: ডি-ব্রগলি সমীকরণ পদার্থের তরঙ্গ-কণা দ্বৈততা প্রকাশ করে: $\lambda = \frac{h}{mv}$, যেখানে m ভর ও v বেগ।

৪৯. খ. স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য **(**$25°C$-এর বেশি বা কম**)**
ব্যাখ্যা: দুটি তরলের স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য $25°C$-এর বেশি হলে সাধারণ পাতন যথেষ্ট, কিন্তু পার্থক্য কম হলে (কাছাকাছি স্ফুটনাঙ্ক) আংশিক পাতন প্রয়োজন হয়।

৫০. ক. এটি বহু-ইলেকট্রনযুক্ত পরমাণুর সূক্ষ্ম বর্ণালী ব্যাখ্যা করতে ব্যর্থ হয়
ব্যাখ্যা: বোর মডেল হাইড্রোজেনের মতো এক-ইলেকট্রন প্রজাতির বর্ণালী সফলভাবে ব্যাখ্যা করলেও, বহু-ইলেকট্রনযুক্ত পরমাণুর সূক্ষ্ম বর্ণালী (fine spectra) ও জিম্যান প্রভাব ব্যাখ্যায় ব্যর্থ হয় — এটি এর অন্যতম প্রধান সীমাবদ্ধতা।