MCQ ৫০ নম্বর

১. খ. 50 mL
ব্যাখ্যা: মোল NaOH = $0.025\,\text{L} \times 0.1\,\text{M} = 0.0025\,\text{mol}$। প্রশমনে মোল HCl = মোল NaOH = $0.0025\,\text{mol}$
$V\,(\text{HCl}) = \frac{0.0025}{0.05} = 0.05\,\text{L} = 50\,\text{mL}$

২. ক. 4.74
ব্যাখ্যা: হেন্ডারসন-হ্যাসেলবাখ সমীকরণ: $\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]}\right) = 4.74 + \log\left(\frac{0.1}{0.1}\right) = 4.74 + 0 = 4.74$

৩. খ. ফেনোলফথ্যালিন **(Phenolphthalein)**
ব্যাখ্যা: দুর্বল এসিড-সবল ক্ষার টাইট্রেশন-এ তুল্যতা বিন্দুতে তৈরি লবণ (যেমন CH_3COONa) হাইড্রোলাইসিস করে ক্ষারীয় দ্রবণ (pH প্রায় 8-9) তৈরি করে। ফেনোলফথ্যালিনের pH সীমা (8.3-10.0) এই সীমার মধ্যে পড়ে বলে এটি উপযুক্ত, কিন্তু মিথাইল অরেঞ্জ (pH সীমা 3.1-4.4) তুল্যতা বিন্দুর অনেক আগেই রঙ পরিবর্তন করবে, তাই এটি অনুপযুক্ত।

৪. খ. 4.56
ব্যাখ্যা: HCl যোগ করলে তা CH_3COO^--এর সাথে বিক্রিয়া করে CH_3COOH-এ পরিণত হয়:
$CH_3COO^- + H^+ \rightarrow CH_3COOH$
নতুন $CH_3COOH = 0.5 + 0.1 = 0.6\,\text{mol}$, নতুন $CH_3COONa = 0.5 - 0.1 = 0.4\,\text{mol}$
$\text{pH} = 4.74 + \log\left(\frac{0.4}{0.6}\right) = 4.74 - 0.176 = 4.56$

৫. ক. **pOH=2, pH=12**
ব্যাখ্যা: NaOH সবল ক্ষার, $[OH^-] = 0.01\,\text{M} = 1 \times 10^{-2}\,\text{M}$। $\text{pOH} = -\log(1 \times 10^{-2}) = 2$। $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2 = 12$।

৬. ক. $-92\,\text{kJ}$
ব্যাখ্যা: ভাঙা বন্ড: $N \equiv N + 3(\text{H-H}) = 946 + 3(436) = 946 + 1308 = 2254\,\text{kJ}$
গঠিত বন্ড: 2 mol NH_3-এ মোট 6টি N-H বন্ড = $6(391) = 2346\,\text{kJ}$
$\Delta H = 2254 - 2346 = -92\,\text{kJ}$

৭. ক. $-396\,\text{kJ}$
ব্যাখ্যা: লক্ষ্য বিক্রিয়ায় শুধু 1 mol SO_3 আছে, তাই (ii)-কে 2 দিয়ে ভাগ করতে হবে: $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3, \Delta H = -99\,\text{kJ}$
লক্ষ্য বিক্রিয়া = (i) + [(ii)/2]
$\Delta H = -297 + (-99) = -396\,\text{kJ}$

৮. গ. HC
ব্যাখ্যা: K_a-এর মান যত বড়, এসিড তত বেশি বিয়োজিত হয়, অর্থাৎ তত বেশি শক্তিশালী। এখানে HC-এর K_a (1.3×10^{-3}) সবচেয়ে বড়, তাই HC সবচেয়ে শক্তিশালী এসিড।

৯. খ. $-2219.9\,\text{kJ}$
ব্যাখ্যা: $\Delta H_{\text{reaction}} = \Sigma\Delta H_f(\text{উৎপাদ}) - \Sigma\Delta H_f(\text{বিক্রিয়ক})$
$= [3(-393.5) + 4(-285.8)] - [(-103.8) + 5(0)]$
$= [-1180.5 - 1143.2] - [-103.8]$
$= -2323.7 + 103.8 = -2219.9\,\text{kJ}$
(O_2-এর $\Delta H_f = 0$, কারণ এটি মৌলের স্থিতিশীল অবস্থা)

১০. খ. $285.8\,\text{kJ}$
ব্যাখ্যা: সমীকরণ অনুযায়ী 2 mol পানি উৎপন্ন হলে $571.6\,\text{kJ}$ তাপ নির্গত হয়, তাই 1 mol-এর জন্য = $\frac{571.6}{2} = 285.8\,\text{kJ}$

১১. ক. NH_4^+ এবং H_2CO_3
ব্যাখ্যা: কোনো ক্ষার প্রোটন গ্রহণ করলে তার অনুবন্ধী এসিড তৈরি হয়। $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$ এবং $HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3$। তাই উত্তর ক।

১২. খ. $+393.5\,\text{kJ}$
ব্যাখ্যা: ল্যাভয়সিয়ে-লাপ্লাস সূত্র অনুযায়ী বিপরীত বিক্রিয়ার ΔH, মূল বিক্রিয়ার ΔH-এর সমান মানের কিন্তু বিপরীত চিহ্নের হয়। তাই $\Delta H = +393.5\,\text{kJ}$ (তাপগ্রাহী বিক্রিয়া, কারণ CO_2 ভাঙতে তাপ প্রয়োজন)।

১৩. গ. 1×10^{-5}
ব্যাখ্যা: $K_a = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \approx C\alpha^2$ (যেহেতু α খুব ছোট)।
$K_a = 0.1 \times (0.01)^2 = 0.1 \times 0.0001 = 1 \times 10^{-5}$

১৪. গ. $5.73\,\text{kJ}$
ব্যাখ্যা: মোল HCl = মোল NaOH = $0.2 \times 0.5 = 0.1\,\text{mol}$
মোট তাপ = $0.1\,\text{mol} \times 57.3\,\text{kJmol}^{-1} = 5.73\,\text{kJ}$

১৫. খ. 5.56×10^{-10}
ব্যাখ্যা: $K_a \times K_b = K_w$
$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.56 \times 10^{-10}$

১৬. ক. $-277.4\,\text{kJmol}^{-1}$
ব্যাখ্যা: $\Delta H_{\text{reaction}} = [2\Delta H_f(CO_2) + 3\Delta H_f(H_2O)] - [\Delta H_f(C_2H_5OH) + 3\Delta H_f(O_2)]$
$-1367 = [2(-393.5) + 3(-285.8)] -$

$[\Delta H_f(C_2H_5OH) + 0]$
$-1367 = -1644.4 - \Delta H_f(C_2H_5OH)$
$\Delta H_f(C_2H_5OH) = -1644.4 + 1367 = -277.4\,kJmol^{-1}$

১৭. ক. $+1.9\,kJ$
ব্যাখ্যা: হেসের সূত্র প্রয়োগ করে: C(গ্রাফাইট) $\rightarrow$ C(ডায়মন্ড) = [C(গ্রাফাইট) $\rightarrow CO_2$] − [C(ডায়মন্ড) $\rightarrow CO_2$]
$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -393.5 - (-395.4) = +1.9\,kJ$
(ধনাত্মক মান নির্দেশ করে যে গ্রাফাইট, ডায়মন্ডের চেয়ে বেশি স্থিতিশীল)

১৮. খ. মান সমান কিন্তু চিহ্ন বিপরীত **(Equal in magnitude but opposite in sign)**
ব্যাখ্যা: ল্যাভয়সিয়ে-লাপ্লাস সূত্র বলে, কোনো বিক্রিয়ার গঠন তাপ যত হয়, তার বিপরীত বিক্রিয়ার (বিয়োজন) তাপ ঠিক তত পরিমাণ কিন্তু বিপরীত চিহ্নে হয়। যেমন, গঠন বিক্রিয়া তাপোৎপাদী হলে বিয়োজন বিক্রিয়া হবে তাপগ্রাহী (একই মাত্রায়)।

১৯. গ. 1×10^{-14}
ব্যাখ্যা: যেকোনো অনুবন্ধী এসিড-ক্ষার জোড়া-এর জন্য $K_a \times K_b = K_w = 1 \times 10^{-14}$ ($25^\circ C$-এ)। এই সম্পর্কটি $pK_a + pK_b = 14$ হিসেবেও লেখা যায়।

২০. খ. **pH=8.72 (ক্ষারীয়) (pH=8.72 (basic))**
ব্যাখ্যা: তুল্যতা বিন্দুতে সম্পূর্ণ CH_3COOH, CH_3COONa-এ পরিণত হয়। নতুন ঘনত্ব = $\frac{20\times0.1}{40} = 0.05\,M$। CH_3COO^- পানির সাথে হাইড্রোলাইসিস করে: $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.56 \times 10^{-10}$
$[OH^-] = \sqrt{K_b \times C} = \sqrt{5.56 \times 10^{-10} \times 0.05} = 5.27 \times 10^{-6}\,M$
pOH=5.28, pH=14−5.28=8.72
(লক্ষণীয়: দুর্বল এসিড-সবল ক্ষার টাইট্রেশন-এ তুল্যতা বিন্দু কখনোই pH=7 হয় না, বরং ক্ষারীয় হয়)

২১. খ. $-184\,kJ$
ব্যাখ্যা: ΔH = (ভাঙা বন্ডের শক্তি) − (গঠিত বন্ডের শক্তি) $= (436 + 242) - 2(431) = 678 - 862 = -184\,kJ$

২২. ক. $-136.8\,kJ$
ব্যাখ্যা: লক্ষ্য বিক্রিয়া = (i) + (iii) − (ii)
$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_3 - \Delta H_2 = -1411 + (-285.8) - (-1560) = -136.8\,kJ$

২৩. ক. 9.74
ব্যাখ্যা: $pOH = pK_b + \log\left(\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{ক্ষার}]}\right) = 4.74 + \log\left(\frac{0.1}{0.3}\right) = 4.74 - 0.477 = 4.26$
$pH = 14 - pOH = 14 - 4.26 = 9.74$

২৪. ক. **pH=1.30**
ব্যাখ্যা: মোল HCl $= 0.1 \times 0.2 = 0.02$, মোল NaOH $= 0.1 \times 0.1 = 0.01$। অবশিষ্ট HCl $= 0.02 - 0.01 = 0.01\,mol$, মোট আয়তন $= 200\,mL = 0.2\,L$
$[H^+] = \frac{0.01}{0.2} = 0.05\,M$, $pH = -\log(0.05) = 1.30$

২৫. খ. হ্রাস পাবে **(Will decrease)**
ব্যাখ্যা: CH_3COONa থেকে অতিরিক্ত CH_3COO^- আয়ন (সমআয়ন) দ্রবণে যোগ হওয়ায়, লা শাতেলিয়ে নীতি অনুযায়ী $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ সাম্যাবস্থা বিমুখ (বামে) দিকে সরে যায়, ফলে CH_3COOH-এর বিয়োজন মাত্রা হ্রাস পায়। এটিই সমআয়ন প্রভাব।

২৬. খ. $463.4\,kJmol^{-1}$
ব্যাখ্যা: ভাঙা বন্ড $= 2(436) + 498 = 872 + 498 = 1370\,kJ$
গঠিত বন্ড $= 4 \times (O\text{-}H) = 4x$
$\Delta H = 1370 - 4x = -483.6$
$4x = 1370 + 483.6 = 1853.6$
$x = 463.4\,kJmol^{-1}$

২৭. গ. NH_4^+/NH_3
ব্যাখ্যা: কার্যকর বাফার তৈরির জন্য pK_a-এর মান লক্ষ্য pH-এর যত কাছাকাছি হয়, তত ভালো (আদর্শভাবে $pH = pK_a \pm 1$)। এখানে NH_4^+ ($pK_a = 9.25$) এবং HCN ($pK_a = 9.31$) উভয়ই কাছাকাছি, কিন্তু NH_4^+ -এর pK_a (9.25), pH=9-এর সবচেয়ে কাছাকাছি।

২৮. খ. বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী (তাপ নির্গমনকারী) **(The reaction is exothermic (heat releasing))**
ব্যাখ্যা: ΔH ঋণাত্মক মানে বিক্রিয়কের তুলনায় উৎপাদের এনথালপি কম, অর্থাৎ সিস্টেম থেকে পরিবেশে তাপ নির্গত হয় — এটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। ΔH ধনাত্মক হলে তা তাপগ্রাহী নির্দেশ করে।

২৯. ক. 2.5×10^{-5}
ব্যাখ্যা: $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1\times10^{-14}}{4\times10^{-10}} = 2.5 \times 10^{-5}$

৩০. খ. **10:1 (লবণ:এসিড) (10:1 (salt:acid))**
ব্যাখ্যা: $pH = pK_a + \log\left(\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]}\right)$
$5.74 = 4.74 + \log\left(\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]}\right)$
$\log\left(\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]}\right) = 1 \rightarrow \frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]} = 10$
তাই লবণ:এসিড = 10:1

৩১. ক. $-110.5\,kJ$
ব্যাখ্যা: লক্ষ্য বিক্রিয়া = (i) − (ii)
$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -393.5 - (-283.0) = -110.5\,kJ$
(লক্ষণীয়: CO(g)-এর গঠন তাপ সরাসরি পরীক্ষাগারে

পরিমাপ করা কঠিন, তাই এক্ষেত্রে হেসের সূত্র অপরিহার্য)

৩২. গ. 7
ব্যাখ্যা: $25^\circ C$-এ $K_w = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$। বিশুদ্ধ পানিতে $[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w} = 1 \times 10^{-7}\,M$। তাই $pH = -\log(1 \times 10^{-7}) = 7$।

৩৩. ক. $-798\,kJ$
ব্যাখ্যা: ভাঙা বন্ড: $4(C\text{-}H) + 2(O=O) = 4(414) + 2(498) = 1656 + 996 = 2652\,kJ$
গঠিত বন্ড: $2(C=O) + 4(O\text{-}H) = 2(799) + 4(463) = 1598 + 1852 = 3450\,kJ$
$\Delta H = 2652 - 3450 = -798\,kJ$

৩৪. ক. শুধু প্রাথমিক ও চূড়ান্ত অবস্থার উপর নির্ভর করে; শক্তির নিত্যতা সূত্র (তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র)-এর প্রয়োগ **(Depends only on the initial and final states; an application of the law of conservation of energy (1st law of thermodynamics))**
ব্যাখ্যা: হেসের সূত্র বলে, এনথালপি একটি অবস্থা অপেক্ষক, তাই মোট ΔH শুধু বিক্রিয়ক ও উৎপাদের প্রাথমিক ও চূড়ান্ত অবস্থার উপর নির্ভর করে, মধ্যবর্তী পথের উপর নয়। এটি মূলত শক্তির নিত্যতা সূত্র (তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র)-এরই একটি ফলাফল।

৩৫. খ. 2.87
ব্যাখ্যা: দুর্বল এসিড-এর জন্য $[H^+] = \sqrt{K_a \times C} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}} = 1.342 \times 10^{-3}\,M$
$pH = -\log(1.342 \times 10^{-3}) = 2.87$

৩৬. ক. 4.56
ব্যাখ্যা: $NaOH$, CH_3COOH-এর সাথে বিক্রিয়া করে CH_3COONa তৈরি করে। তৈরি হওয়া $CH_3COONa = 0.2\,mol$, অবশিষ্ট $CH_3COOH = 0.5 - 0.2 = 0.3\,mol$। এটি একটি বাফার দ্রবণ।
$pH = 4.74 + \log\left(\frac{0.2}{0.3}\right) = 4.74 - 0.176 = 4.56$

৩৭. খ. 7
ব্যাখ্যা: মোল HCl = মোল $NaOH = 0.05 \times 0.1 = 0.005\,mol$, সমান পরিমাণ হওয়ায় সম্পূর্ণ প্রশমন ঘটে এবং শুধু $NaCl$ (সবল এসিড-সবল ক্ষার-এর লবণ) তৈরি হয়, যা হাইড্রোলাইসিস করে না। তাই $pH = 7$।

৩৮. গ. 4.74
ব্যাখ্যা: তরলীকরণে CH_3COOH ও CH_3COONa উভয়ের ঘনত্ব সমান হারে কমে, তাই তাদের অনুপাত ($\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]}$) অপরিবর্তিত থাকে। হেন্ডারসন-হ্যাসেলবাখ সমীকরণ অনুযায়ী pH শুধু এই অনুপাতের উপর নির্ভর করে, তাই তরলীকরণে pH প্রায় অপরিবর্তিত থাকে — এটিই বাফারের একটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য।

৩৯. খ. **pH=10.98**
ব্যাখ্যা: $[OH^-] = \sqrt{K_b \times C} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.05} = \sqrt{9 \times 10^{-7}} = 9.49 \times 10^{-4}\,M$
$pOH = -\log(9.49 \times 10^{-4}) = 3.02$,
$pH = 14 - 3.02 = 10.98$

৪০. গ. $-20\,kJ$
ব্যাখ্যা: হেসের সূত্র অনুযায়ী ধাপগুলো যোগ করা যায়: $A \to B \to C$, তাই $\Delta H(A \to C) = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 30 + (-50) = -20\,kJ$

৪১. খ. **6.98**
ব্যাখ্যা: এখানে HCl-এর ঘনত্ব ($1 \times 10^{-8}\,M$) পানির নিজস্ব $[H^+]$ ($1 \times 10^{-7}\,M$)-এর তুলনায় খুবই কম, তাই পানির স্বতঃ-আয়নীকরণ উপেক্ষা করা যায় না।
সঠিক সমীকরণ: $[H^+]^2 - C[H^+] - K_w = 0$
$[H^+] = \frac{C + \sqrt{C^2 + 4K_w}}{2} = \frac{1 \times 10^{-8} + \sqrt{1 \times 10^{-16} + 4 \times 10^{-14}}}{2} \approx 1.05 \times 10^{-7}\,M$
$pH = -\log(1.05 \times 10^{-7}) \approx 6.98$। অর্থাৎ pH 7-এর সামান্য কম হবে, কিন্তু 8 হবে না।

৪২. গ. HCO_3^-
ব্যাখ্যা: HCO_3^- প্রোটন দান করে CO_3^{2-} (অনুবন্ধী ক্ষার) গঠন করতে পারে, আবার প্রোটন গ্রহণ করে H_2CO_3 (অনুবন্ধী এসিড) গঠন করতে পারে। তাই এটি উভধর্মী। Na^+ ও Cl^- নিষ্ক্রিয় স্পেক্টেটর আয়ন, আর CH_4-এর কোনো এসিড-ক্ষার ধর্ম নেই।

৪৩. খ. 2.22
ব্যাখ্যা: $[H^+] = \sqrt{K_a \times C} = \sqrt{1.8 \times 10^{-4} \times 0.2} = \sqrt{3.6 \times 10^{-5}} = 6.0 \times 10^{-3}\,M$
$pH = -\log(6.0 \times 10^{-3}) = 2.22$

৪৪. ক. $-75.1\,kJmol^{-1}$
ব্যাখ্যা: $\Delta H_{reaction} = [\Delta H_f(CO_2) + 2\Delta H_f(H_2O)] - [\Delta H_f(CH_4) + 2\Delta H_f(O_2)]$
$-890 = [(-393.5) + 2(-285.8)] - [\Delta H_f(CH_4) + 0]$
$-890 = -965.1 - \Delta H_f(CH_4)$
$\Delta H_f(CH_4) = -965.1 + 890 = -75.1\,kJmol^{-1}$

৪৫. খ. 12.30
ব্যাখ্যা: মোল $HCl = 0.020 \times 0.1 = 0.002$, মোল $KOH = 0.030 \times 0.1 = 0.003$। অবশিষ্ট $KOH = 0.003 - 0.002 = 0.001\,mol$, মোট আয়তন $= 50\,mL = 0.05\,L$
$[OH^-] = \frac{0.001}{0.05} = 0.02\,M$, $pOH = -\log(0.02) = 1.70$, $pH = 14 - 1.70 = 12.30$

৪৬. খ. **pH = 6,** নিরপেক্ষ **(pH = 6, neutral)**

ব্যাখ্যা: $[H^+] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 \times 10^{-12}} = 1 \times 10^{-6}\,M$, তাই $pH = 6$। যদিও $pH < 7$, কিন্তু যেহেতু $[H^+] = [OH^-]$ তাই পানি তখনও রাসায়নিকভাবে নিরপেক্ষ — তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পানির স্বতঃ-আয়নীকরণ বৃদ্ধি পেয়ে K_w বেড়ে যায়, ফলে নিরপেক্ষ বিন্দুর pH কমে যায়।

৪৭. খ. 3
ব্যাখ্যা: HCl একটি সবল এসিড, তাই $[H^+] = 0.001\,M = 1 \times 10^{-3}\,M$। $pH = -\log(1 \times 10^{-3}) = 3$।

৪৮. ক. $[H^+] = 1 \times 10^{-11}\,M$**, pH=11**
ব্যাখ্যা: $[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-3}} = 1 \times 10^{-11}\,M$। $pH = -\log(1 \times 10^{-11}) = 11$।

৪৯. খ. যা প্রোটন গ্রহণ করে **(Which accepts a proton)**
ব্যাখ্যা: ব্রনস্টেড-লাউরি তত্ত্ব অনুযায়ী, ক্ষার হলো প্রোটন গ্রহীতা (H^+ গ্রহণকারী), আর এসিড হলো প্রোটন দাতা। এই সংজ্ঞা আরহেনিয়াস তত্ত্বের চেয়ে ব্যাপক, কারণ এতে OH^- ছাড়া অন্য পদার্থও (যেমন NH_3) ক্ষার হিসেবে বিবেচিত হতে পারে।

৫০. খ. সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে **pH**-এর উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন **(Significant change in pH upon addition of a small amount of acid or base)**
ব্যাখ্যা: বাফার দ্রবণ সাধারণত একটি দুর্বল এসিড ও তার অনুবন্ধী ক্ষার অথবা একটি দুর্বল ক্ষার ও তার অনুবন্ধী এসিডের সমন্বয়ে গঠিত। এতে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH-এর উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন প্রতিরোধ করে এবং pH প্রায় স্থির থাকে।