Engineering Weekly 06 [Set 01]

Math: ত্রিকোনমিতিক অনুপাত + সংযুক্ত কোণের ত্রিকোণমিতিক অনুপাত + বিপরীত ত্রিকোনমিতিক ফাংশন ও ত্রিকোণমিতিক সমীকরণ Physics: তরঙ্গ + আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব Chemistry: মৌলের পর্যাবৃত্ত ধর্ম ও রাসায়নিক বন্ধন (রাসায়নিক বন্ধন)

পূর্ণমান: ৬০০ **সময়:** ৩ ঘণ্টা

Mathematics

২০০ নম্বর

P-1 | Q-1

১. প্রমাণ করো যে, $\cos 20° \cos 40° \cos 60° \cos 80° = \frac{1}{16}$। (Prove that $\cos 20° \cos 40° \cos 60° \cos 80° = \frac{1}{16}$.) **১০**

P-1 | Q-2

২. যদি $\sin\alpha + \sin\beta = a$ এবং $\cos\alpha + \cos\beta = b$ হয়, তবে প্রমাণ করো যে, $\cos(\alpha+\beta) = \frac{b^2-a^2}{b^2+a^2}$। (If $\sin\alpha + \sin\beta = a$ and $\cos\alpha + \cos\beta = b$, prove that $\cos(\alpha+\beta) = \frac{b^2-a^2}{b^2+a^2}$.) **১০**

P-2 | Q-3

৩. $A + B + C = \pi$ হলে প্রমাণ করো যে, $\cos^2 A + \cos^2 B + \cos^2 C = 1 - 2\cos A \cos B \cos C$। (If $A + B + C = \pi$, prove that $\cos^2 A + \cos^2 B + \cos^2 C = 1 - 2\cos A \cos B \cos C$.) ১০

P-2 | Q-4

৪. সমাধান করো: $\tan\theta + \tan 2\theta + \tan 3\theta = 0$। (Solve: $\tan\theta + \tan 2\theta + \tan 3\theta = 0$.) ১০

P-3 | Q-5

৫. সমাধান করো: $\sqrt{3}\cos x + \sin x = \sqrt{2}$, যখন $0 \le x \le 2\pi$। (Solve: $\sqrt{3}\cos x + \sin x = \sqrt{2}$, where $0 \le x \le 2\pi$.) ১০

P-3 | Q-6

৬. যদি $\cos^{-1}\frac{x}{a} + \cos^{-1}\frac{y}{b} = \theta$ হয়, তবে প্রমাণ করো যে, $\frac{x^2}{a^2} - \frac{2xy}{ab}\cos\theta + \frac{y^2}{b^2} = \sin^2\theta$। (If $\cos^{-1}\frac{x}{a} + \cos^{-1}\frac{y}{b} = \theta$, prove that $\frac{x^2}{a^2} - \frac{2xy}{ab}\cos\theta + \frac{y^2}{b^2} = \sin^2\theta$.) ১০

P-4 | Q-7

৭. প্রমাণ করো যে, $\tan\left(\frac{\pi}{4}+\frac{1}{2}\cos^{-1}\frac{a}{b}\right)+\tan\left(\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}\cos^{-1}\frac{a}{b}\right)=\frac{2b}{a}$। (Prove that $\tan\left(\frac{\pi}{4}+\frac{1}{2}\cos^{-1}\frac{a}{b}\right)+\tan\left(\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}\cos^{-1}\frac{a}{b}\right)=\frac{2b}{a}$.) ১০

P-4 | Q-8

৮. $\triangle ABC$ এ $a=2, b=\sqrt{6}$ এবং $c=\sqrt{3}+1$ হলে ত্রিভুজটির কোণগুলো নির্ণয় করো। (In $\triangle ABC$, if $a=2, b=\sqrt{6}$ and $c=\sqrt{3}+1$, find the angles of the triangle.) ১০

P-5 | Q-9

৯. $\triangle ABC$ এ যদি $\cos A + \cos B = 4 \sin^2 \frac{C}{2}$ হয়, তবে প্রমাণ করো যে, ত্রিভুজটির বাহুগুলো a, c, b সমান্তর প্রগমনে আছে। (In $\triangle ABC$, if $\cos A + \cos B = 4 \sin^2 \frac{C}{2}$, prove that the sides a, c, b are in arithmetic progression.) ১০

P-5 | Q-10

১০. সমীকরণটি সমাধান করো: $\tan^{-1} \sqrt{x(x+1)} + \sin^{-1} \sqrt{x^2+x+1} = \frac{\pi}{2}$। (Solve the equation: $\tan^{-1} \sqrt{x(x+1)} + \sin^{-1} \sqrt{x^2+x+1} = \frac{\pi}{2}$.) ১০

P-6 | Q-11

১১. যদি $\frac{\sin^4\theta}{a}+\frac{\cos^4\theta}{b}=\frac{1}{a+b}$ হয়, তবে প্রমাণ করো যে, $\frac{\sin^8\theta}{a^3}+\frac{\cos^8\theta}{b^3}=\frac{1}{(a+b)^3}$। (If $\frac{\sin^4\theta}{a}+\frac{\cos^4\theta}{b}=\frac{1}{a+b}$, prove that $\frac{\sin^8\theta}{a^3}+\frac{\cos^8\theta}{b^3}=\frac{1}{(a+b)^3}$.) ১০

P-6 | Q-12

১২. $\triangle ABC$ এ যদি $a^2+b^2+c^2=8R^2$ হয়, তবে প্রমাণ করো যে, ত্রিভুজটি সমকোণী। (যেখানে R হলো ত্রিভুজটির পরিব্যাসার্ধ) (In $\triangle ABC$, if $a^2+b^2+c^2=8R^2$, prove that the triangle is right-angled, where R is the circumradius.) ১০

P-7 | Q-13

১৩. সমাধান করো: $\sin^4 x + \cos^4 x = \frac{7}{2} \sin x \cos x$। (Solve: $\sin^4 x + \cos^4 x = \frac{7}{2} \sin x \cos x$.) ১০

P-7 | Q-14

১৪. $f(x) = (\sin^{-1} x)^3 + (\cos^{-1} x)^3$ ফাংশনটির সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন মান নির্ণয় করো। (Find the maximum and minimum values of the function $f(x) = (\sin^{-1} x)^3 + (\cos^{-1} x)^3$.) ১০

P-8 | Q-15

১৫. কোনো বৃত্তাংশ বাগানের বেড়া দিতে 36 m দৈর্ঘ্যের দড়ি লাগে। বাগানটির সর্বোচ্চ ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো। (A circular sector garden requires a rope of length 36 m to fence it. Find the maximum area of the garden.) ১০

P-8 | Q-16

১৬. যদি $x\cos\theta + y\sin\theta = z = x\sec\theta + y\csc\theta$ হয় এবং $x \neq y \neq z$ হয়, তবে $\sin 2\theta$ কে x, y এবং z এর মাধ্যমে প্রকাশ করো। (If $x\cos\theta + y\sin\theta = z = x\sec\theta + y\csc\theta$ and $x \neq y \neq z$, express $\sin 2\theta$ in terms of x, y and z.) ১০

P-9 | Q-17

১৭. সমাধান করো: $\tan^{-1}(x+1)+\tan^{-1}(x-1)=\tan^{-1}\frac{8}{31}$। (Solve: $\tan^{-1}(x+1)+\tan^{-1}(x-1)=\tan^{-1}\frac{8}{31}$.) **১০**

P-9 | Q-18

১৮. যদি $\theta=\frac{\pi}{20}$ হয়, তবে $\cot\theta\cdot\cot 3\theta\cdot\cot 5\theta\cdots\cot 19\theta$ এর মান কত? (If $\theta=\frac{\pi}{20}$, find the value of $\cot\theta\cdot\cot 3\theta\cdot\cot 5\theta\cdots\cot 19\theta$.) **১০**

P-10 | Q-19

১৯. $f(\theta) = \cos^2\theta - 6\sin\theta\cos\theta + 3\sin^2\theta + 2$ ফাংশনটির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান নির্ণয় করো। (Find the maximum and minimum values of the function $f(\theta) = \cos^2\theta - 6\sin\theta\cos\theta + 3\sin^2\theta + 2$.) ১০

P-10 | Q-20

২০. $-\frac{\pi}{2} < u < \frac{\pi}{2}$ হলে $V = \frac{1}{2}\tan^{-1}\frac{\sqrt{1+\sin u}-\sqrt{1-\sin u}}{\sqrt{1+\sin u}+\sqrt{1-\sin u}}$ এর সংক্ষিপ্ত রূপ কী? (If $-\frac{\pi}{2} < u < \frac{\pi}{2}$, what is the simplified form of $V = \frac{1}{2}\tan^{-1}\frac{\sqrt{1+\sin u}-\sqrt{1-\sin u}}{\sqrt{1+\sin u}+\sqrt{1-\sin u}}$?) ১০

P-11 | Q-21

২১. একটি অগ্রগামী শব্দ তরঙ্গের সমীকরণ $y = 0.16 \sin(0.2\pi t + \delta)$ m, যেখানে সকল রাশি SI এককে প্রকাশিত। $t = 0$ সময়ে কণার সরণ $y = 0.08$ m এবং কণাটি ধনাত্মক দিকে গতিশীল। তরঙ্গের পর্যায়কাল $T = 10$ s। $t = 2$ s সময়ে কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ এবং গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির অনুপাত $\frac{E_k}{E_p}$ নির্ণয় করো। (The equation of a progressive sound wave is $y = 0.16 \sin(0.2\pi t + \delta)$ m, all quantities in SI units. At $t = 0$ the displacement of the particle is $y = 0.08$ m and it is moving in the positive direction. The period is $T = 10$ s. Find the displacement, velocity, acceleration and the ratio $\frac{E_k}{E_p}$ of kinetic to potential energy of the particle at $t = 2$ s.) ১০

P-11 | Q-22

২২. A ও B দুটি সুরশলাকা প্রতি সেকেন্ডে 10 টি বিট সৃষ্টি করে। A সুরশলাকা থেকে উৎপন্ন শব্দের তীব্রতা 1.01×10^5 Wm^{-2} এবং বিস্তার 0.02 m। মাধ্যমের ঘনত্ব 1.25 kgm^{-3}, শব্দের বেগ 350 ms^{-1} এবং B সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 161 Hz। A সুরশলাকাটিতে মোম লাগিয়ে এর ভর কত শতাংশ বৃদ্ধি করলে এটি B-এর সাথে প্রতি সেকেন্ডে 5 টি বিট সৃষ্টি করবে? (Two tuning forks A and B produce 10 beats per second. The intensity of sound from A is 1.01×10^5 Wm^{-2} and its amplitude is 0.02 m. The density of the medium is 1.25 kgm^{-3}, the speed of sound is 350 ms^{-1} and the frequency of B is 161 Hz. By what percentage must the mass of A be increased by loading it with wax so that it produces 5 beats per second with B?) ১০

P-12 | Q-23

২৩. 100 cm দীর্ঘ একটি খাড়া নল সম্পূর্ণ পানিপূর্ণ করে এর খোলা মুখে 512 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকা ধরে নিচের মুখ দিয়ে পানি ধীরে ধীরে বের করা হচ্ছে। বাতাসে শব্দের বেগ 330 ms^{-1}। প্রান্তীয় ত্রুটি উপেক্ষা করে, নলটির পানি খালি হওয়ার সময় কতবার অনুনাদ সৃষ্টি হবে এবং প্রথম দুটি অনুনাদের ক্ষেত্রে বায়ুপৃষ্ঠ হতে পানি তলের গভীরতা কত হবে নির্ণয় করো। (A vertical tube 100 cm long is completely filled with water, and a tuning fork of frequency 512 Hz is held at its open top while water is slowly drained from the bottom. The speed of sound in air is 330 ms^{-1}. Neglecting end correction, find how many times resonance occurs as the tube empties, and the depth of the water level below the air surface for the first two resonances.) ১০

P-12 | Q-24

২৪. একটি টিভিতে খেলা দেখার সময় টিভির শব্দের তীব্রতা ছিল 1×10^{-6} Wm^{-2}। পাশে একটি ব্লেন্ডার চালু করা হলো যার শব্দ তীব্রতা স্তর 85 dB। এরপর টিভির শব্দ বাড়িয়ে তীব্রতা স্তর 78 dB-এ উন্নীত করা হলো। ব্লেন্ডার ও পরিবর্তিত টিভি একসাথে চললে কক্ষে মোট সম্মিলিত শব্দ তীব্রতা স্তর কত হবে? ($I_0 = 10^{-12}$ Wm^{-2}) (While watching a game, the TV sound intensity was 1×10^{-6} Wm^{-2}. A blender with sound intensity level 85 dB is switched on nearby. Then the TV volume is raised to an intensity level of 78 dB. What is the total combined sound intensity level in the room, in dB, when the blender and the changed TV run together?) ১০

P-13 | Q-25

২৫. বায়ু ও পানিতে 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.16 m। বায়ুতে শব্দের বেগ 352 ms^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ নির্ণয় করো এবং উভয় মাধ্যমে 1 km দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের সময়ের পার্থক্য কত হবে তা হিসাব করো। (A sound wave of frequency 300 Hz has wavelengths in air and water that differ by 4.16 m. If the speed of sound in air is 352 ms^{-1}, find the speed of sound in water and the difference in the time sound takes to travel 1 km in the two media.) ১০

P-13 | Q-26

২৬. একটি তাপীয়ভাবে নিরোধিত আবদ্ধ পাত্রে 3 mol এক-পারমাণবিক হিলিয়াম (He) গ্যাস 67°C তাপমাত্রায় এবং 2 mol দ্বি-পারমাণবিক নাইট্রোজেন (N_2) গ্যাস 27°C তাপমাত্রায় মিশানো হলো। মিশ্রণটি তাপীয় সাম্যাবস্থায় পৌঁছানোর পর মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা এবং হিলিয়াম অণুর মূল-গড়-বর্গ (RMS) বেগ নির্ণয় করো। (In a thermally insulated closed container, 3 mol of monoatomic helium (He) gas at 67°C is mixed with 2 mol of diatomic nitrogen (N_2) gas at 27°C. After the mixture reaches thermal equilibrium, calculate the final temperature of the mixture and the root-mean-square (RMS) speed of the helium molecules.) ১০

P-14 | Q-27

২৭. একটি 500 m^3 আয়তনের উন্মুক্ত কক্ষের বায়ুর তাপমাত্রা সকালবেলা 17°C থেকে দুপুরে রোদের কারণে বেড়ে 27°C হলো। কক্ষের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ অপরিবর্তিত থাকলে (1.013×10^5 Pa) (i) কক্ষ থেকে বের হয়ে যাওয়া বায়ুর অণুর সংখ্যা এবং (ii) কক্ষে অবশিষ্ট বায়ুর মোট রৈখিক গতিশক্তি নির্ণয় করো। (The air temperature of an open room of volume 500 m^3 rises from 17°C in the morning to 27°C at noon due to sunshine. If the atmospheric pressure remains constant (1.013×10^5 Pa), determine (i) the number of air molecules that escape from the room, and (ii) the total linear kinetic energy of the air remaining inside the room.) ১০

P-14 | Q-28

২৮. 300 K তাপমাত্রায় এবং 2.5×10^5 Nm^{-2} চাপে অক্সিজেন (O_2) গ্যাসের অণুসমূহের কার্যকর ব্যাস 2.0×10^{-10} m। ম্যাক্সওয়েলের বণ্টন সূত্রানুসারে (i) গড় মুক্ত পথ (λ) এবং (ii) প্রতি সেকেন্ডে একটি অণুর গড় ধাক্কার সংখ্যা (সংঘর্ষ কম্পাঙ্ক) নির্ণয় করো। (At a temperature of 300 K and a pressure of 2.5×10^5 Nm^{-2}, the effective diameter of oxygen (O_2) molecules is 2.0×10^{-10} m. According to Maxwell's distribution law, calculate (i) the mean free path (λ) and (ii) the average number of collisions per second for a single molecule (collision frequency).) ১০

P-15 | Q-29

২৯. কোনো একদিন শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে শুষ্ক বাল্বের পাঠ 30°C এবং সিক্ত বাল্বের পাঠ 28°C। 30°C তাপমাত্রায় গ্লেইশারের গুণক 1.65। 26°C, 28°C এবং 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 25.25 mm Hg, 28.45 mm Hg এবং 31.85 mm Hg। (i) ওই দিনের শিশিরাঙ্ক ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় করো এবং (ii) ঘরের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50%-এ নামিয়ে আনতে প্রতি ঘনমিটার বায়ু হতে কত গ্রাম বাষ্প অপসারণ করতে হবে? (On a certain day, the dry bulb and wet bulb readings of a hygrometer are 30°C and 28°C. Glaisher's factor at 30°C is 1.65. The saturated vapour pressures at 26°C, 28°C and 30°C are 25.25 mm Hg, 28.45 mm Hg and 31.85 mm Hg respectively. Calculate (i) the dew point and the relative humidity on that day, and (ii) how many grams of water vapour per cubic metre of air must be removed to lower the relative humidity to 50% at constant room temperature?) ১০

P-15 | Q-30

৩০. কত তাপমাত্রায় এক-পারমাণবিক আদর্শ গ্যাসের একটি অণুর গড় স্থানান্তরণ গতিশক্তি $\lambda = 5000\ \text{Å}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটনের শক্তির সমান হবে? [দেওয়া আছে: বোল্টজম্যান ধ্রুবক $k = 1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$, প্লাঙ্কের ধ্রুবক $h = 6.63 \times 10^{-34}\ Js$, আলোর বেগ $c = 3 \times 10^{8}\ ms^{-1}$] (At what temperature will the average translational kinetic energy of a monoatomic ideal gas molecule equal the energy of a photon of wavelength $\lambda = 5000\ \text{Å}$? [Given: Boltzmann constant $k = 1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$, Planck's constant $h = 6.63 \times 10^{-34}\ Js$, speed of light $c = 3 \times 10^{8}\ ms^{-1}$]) ১০

P-16 | Q-31

৩১. 27°C তাপমাত্রায় ও 1.013×10^5 Pa চাপে একটি ঘনকীয় পাত্রে নাইট্রোজেন (N_2) গ্যাস আবদ্ধ আছে। ধরে নাও, সকল অণু মূল-গড়-বর্গ বেগে (RMS speed) চলাচল করছে। পাত্রের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ($1\ m^2$) দেয়ালের সাথে ধাক্কার কারণে প্রতি সেকেন্ডে কত সংখ্যক অণুর সংঘর্ষ ঘটে? [নাইট্রোজেনের আণবিক ভর $M = 28 \times 10^{-3}\ kgmol^{-1}$] (Nitrogen ($N_2$) gas is contained in a cubic vessel at 27°C and 1.013×10^5 Pa pressure. Assume all molecules move at the RMS speed. Determine the number of molecular collisions per second per unit area ($1\ m^2$) of the container wall. [Molar mass of nitrogen $M = 28 \times 10^{-3}\ kgmol^{-1}$]) ১০

P-16 | Q-32

৩২. একটি স্থির তরঙ্গ $y = 5 \sin \frac{\pi x}{3} \cos 40\pi t$ সমীকরণে কম্পিত হয়, যেখানে x, y এর একক cm এবং t এর একক s। যে দুটি তরঙ্গের সমন্বয়ে কম্পনটি সৃষ্ট, তাদের বিস্তার ও বেগ কত? (A stationary wave is represented by $y = 5 \sin \frac{\pi x}{3} \cos 40\pi t$, where x and y are in cm and t is in s. What are the amplitude and the speed of the two waves whose superposition produces this vibration?) ১০

P-17 | Q-33

৩৩. দেখাও যে, শব্দের তীব্রতা স্তর 2 dB বৃদ্ধি পেলে তীব্রতা প্রায় 58% বৃদ্ধি পায়। (Show that if the sound intensity level increases by 2 dB, the intensity increases by about 58%.) ১০

P-17 | Q-34

৩৪. সমুদ্রের তলদেশে কোনো উৎস হতে 800 Hz কম্পাঙ্কের কোনো শব্দ সৃষ্ট হয়ে 1 km উচ্চতায় পৌঁছাতে 3.333 s সময় লাগলে শব্দের উৎস পানির কত নিচে অবস্থান করছে? বায়ু ও পানিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 1.85 m, বায়ুর তাপমাত্রা 34°C। (A sound of frequency 800 Hz produced by a source at the sea bed takes 3.333 s to reach a height of 1 km. How far below the water surface is the source? The difference between the wavelengths in air and in water is 1.85 m and the air temperature is 34°C.) ১০

P-18 | Q-35

৩৫. STP তে অণুর ব্যাস 1.8 Å ধরে, 10^{-6} mm পারদ চাপে নিষ্কাশিত চেম্বারের গ্যাসের মুক্তপথ নির্ণয় করো। (Taking the molecular diameter as 1.8 Å at STP, find the mean free path of the gas in a chamber evacuated to a pressure of 10^{-6} mm of mercury.) ১০

P-18 | Q-36

৩৬. একটি 4 m দীর্ঘ স্টেজের দুই প্রান্তে দুটি স্পিকার A ও B স্থাপন করা হলো, যার প্রতিটির ক্ষমতা 1 mW। স্টেজের মধ্যবিন্দু P হতে সোজাসুজি 3 m দূরে O বিন্দুতে একজন শ্রোতা দাঁড়িয়ে আছেন। (ক) শুধুমাত্র স্পিকার A চালু থাকলে O বিন্দুতে শব্দ তীব্রতা ও তীব্রতা স্তর কত হবে? (খ) উভয় স্পিকার চালু করার পর তীব্রতা স্তর প্রারম্ভিক তীব্রতা স্তরের দ্বিগুণ হবে কি না গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ($I_0 = 10^{-12}$ Wm^{-2}) (Two speakers A and B, each of power 1 mW, are placed at the two ends of a 4 m long stage. A listener stands at point O, 3 m straight out from the midpoint P of the stage. (a) With only speaker A on, find the sound intensity and intensity level at O. (b) Verify mathematically whether the intensity level doubles when both speakers are on.) ১০

P-19 | Q-37

৩৭. যখন একজন ব্যক্তি নিঃশ্বাস নেয় তখন তার ফুসফুস 36.8°C দৈহিক তাপমাত্রায় 1 atm চাপে 4.82 L বাতাস ধরে রাখতে পারে। বাতাসে CO_2 এর পরিমাণ 0.04% হলে কতটি CO_2 অণু ধরে রাখবে? (When a person inhales, the lungs can hold 4.82 L of air at body temperature 36.8°C and 1 atm pressure. If the air contains 0.04% CO_2, how many CO_2 molecules will the lungs hold?) ১০

P-19 | Q-38

৩৮. একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ 6370 km এবং পৃষ্ঠের মহাকর্ষীয় ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। গ্রহটিতে নাইট্রোজেন (N_2) গ্যাসের অণুর মূল-গড়-বর্গ বেগ যদি গ্রহটির মুক্তিবেগের $\frac{1}{\sqrt{2}}$ গুণ হয়, তবে গ্রহপৃষ্ঠের ন্যূনতম তাপমাত্রা কত হলে গ্যাসটি গ্রহের বায়ুমণ্ডলে থাকবে না? ওই তাপমাত্রায় প্রতিটি নাইট্রোজেন অণুর গড় গতিশক্তি কত? [নাইট্রোজেনের আণবিক ভর $M = 28 \times 10^{-3}$ $kgmol^{-1}$] (A hypothetical planet has a radius of 6370 km and a surface gravitational acceleration of 9.8 ms^{-2}. If the RMS speed of nitrogen (N_2) molecules on this planet equals $\frac{1}{\sqrt{2}}$ times its escape velocity, what is the minimum surface temperature at which the gas will not stay in the planet's atmosphere? What is the average kinetic energy per nitrogen molecule at that temperature? [Molar mass of nitrogen $M = 28 \times 10^{-3}$ $kgmol^{-1}$]) ১০

P-20 | Q-39

৩৯. 39 m গভীর একটি হ্রদের তলদেশের তাপমাত্রা 4°C ও পৃষ্ঠের তাপমাত্রা 25°C। পানির ঘনত্ব 998 kgm^{-3}। হ্রদের তলদেশ হতে 2 m^3 আয়তনের একটি বুদবুদ পৃষ্ঠে এলে তার আয়তন কত হবে? (A lake is 39 m deep, with a temperature of 4°C at the bottom and 25°C at the surface. The density of water is 998 kgm^{-3}. If a bubble of volume 2 m^3 rises from the bottom to the surface, what will its volume be?) ১০

P-20 | Q-40

৪০. একটি এক মুখ বন্ধ কাচনল পারদ পাত্রে উলম্বভাবে ডোবানো আছে। প্রাথমিক অবস্থায় নলের ভেতরের ও বাইরের পারদ তল সমান এবং আবদ্ধ বায়ুস্তম্ভের দৈর্ঘ্য 50 cm (বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 76 cmHg)। নলটিকে পারদ পাত্রে আরও গভীরে প্রবেশ করানোর ফলে আবদ্ধ বায়ুর দৈর্ঘ্য কমে 38 cm হলো। তাপমাত্রা স্থির থাকলে কাচনলের ভেতরের পারদ তল বাইরের পারদ তল থেকে কত সেমি নিচে থাকবে? (A glass tube closed at one end is held vertically in a mercury trough. Initially the mercury levels inside and outside the tube are equal and the trapped air column is 50 cm long (atmospheric pressure 76 cmHg). When the tube is pushed deeper into the mercury, the trapped air column is compressed to 38 cm. At constant temperature, how many cm below the outside mercury level will the mercury level inside the tube stand?) ১০

P-21 | Q-41

৪১. SF_4 ও I_3^- এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন অবস্থা ও নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় সংখ্যা নির্ণয় করো এবং VSEPR তত্ত্বানুসারে এদের সঠিক গঠন চিত্র আঁকো। (Determine the hybridization state and the number of lone electron pairs of the central atom in SF_4 and I_3^-, and draw their correct structures according to VSEPR theory.) ১০

P-21 | Q-42

৪২. $NaCl$, $MgCl_2$ ও $AlCl_3$ এর গলনাঙ্কের ক্রম ফাজানের নীতির আলোকে ব্যাখ্যা করো। $CuCl$ ও $NaCl$ এর মধ্যে কার সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেশি এবং কেন? (Explain the order of melting points of $NaCl$, $MgCl_2$ and $AlCl_3$ in the light of Fajans' rule. Which of $CuCl$ and $NaCl$ has greater covalent character, and why?) ১০

P-22 | Q-43

৪৩. AgF পানিতে দ্রবণীয় কিন্তু $AgCl$, $AgBr$, AgI পানিতে অদ্রবণীয় এবং এদের বর্ণের তীব্রতা ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পায় কেন? $SnCl_2$ কঠিন কিন্তু $SnCl_4$ তরল কেন? (Why is AgF soluble in water while $AgCl$, $AgBr$ and AgI are insoluble, and why does their colour intensity increase progressively? Why is $SnCl_2$ a solid but $SnCl_4$ a liquid?) ১০

P-22 | Q-44

৪৪. আণবিক অরবিটাল তত্ত্ব (MOT) অনুসারে O_2, O_2^+, O_2^- ও O_2^{2-} এর বন্ধন ক্রম (Bond Order) ও চৌম্বক ধর্ম নির্ণয় করে এদের তাপীয় স্থায়িত্বের ক্রম সাজাও। (According to molecular orbital theory (MOT), determine the bond order and magnetic property of O_2, O_2^+, O_2^- and O_2^{2-}, and arrange them in order of thermal stability.) ১০

P-23 | Q-45

৪৫. তুঁতের কেলাসে [$CuSO_4 \cdot 5H_2O$] বিদ্যমান বন্ধনসমূহ সংখ্যাসহ উল্লেখ করো এবং এর গঠন চিত্র আঁকো। (State, with their numbers, the bonds present in the crystal of blue vitriol [$CuSO_4 \cdot 5H_2O$] and draw its structure.) ১০

P-23 | Q-46

৪৬. অর্থো-নাইট্রোফেনল এবং প্যারা-নাইট্রোফেনলের মধ্যে কোনটির স্ফুটনাঙ্ক বেশি এবং কেন? এদের মধ্যে কোনটিকে বাষ্প পাতন দ্বারা পৃথক করা যায় এবং কেন? চিত্রসহ দেখাও। (Which has the higher boiling point, o-nitrophenol or p-nitrophenol, and why? Which of them can be separated by steam distillation, and why? Show with diagrams.) ১০

P-24 | Q-47

৪৭. CO_2 ও SO_2 এর ডাইপোল মোমেন্ট তুলনা করো। cis-1,2-ডাইক্লোরোইথিন এবং trans-1,2-ডাইক্লোরোইথিনের ডাইপোল মোমেন্ট ভেক্টর চিত্রের সাহায্যে দেখাও। (Compare the dipole moments of CO_2 and SO_2. Show the dipole moment vectors of cis-1,2-dichloroethene and trans-1,2-dichloroethene with the help of diagrams.) ১০

P-24 | Q-48

৪৮. SO_3 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন নির্ণয় করো এবং এতে বিদ্যমান σ ও π ($p\pi - p\pi$, $d\pi - p\pi$) বন্ধনগুলোর প্রকৃতি চিত্রসহ দেখাও। (Determine the hybridization of the central atom of the SO_3 molecule and show, with diagrams, the nature of the σ and π ($p\pi - p\pi$, $d\pi - p\pi$) bonds present in it.) ১০

P-25 | Q-49

৪৯. $CH_2 = CH - C \equiv C - CH_3$ যৌগে প্রতিটি কার্বনের সংকরায়ন, মোট σ ও π বন্ধন সংখ্যা এবং $C - C$ একক বন্ধন দৈর্ঘ্যের পার্থক্যের কারণ লেখো। (In the compound $CH_2 = CH - C \equiv C - CH_3$, write the hybridization of each carbon, the total number of σ and π bonds, and the reason for the difference in the lengths of the $C - C$ single bonds.) ১০

P-25 | Q-50

৫০. যোজ্যতা বন্ধন তত্ত্ব (VBT) অনুসারে $[Fe(CN)_6]^{4-}$ এবং $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ জটিল আয়নদ্বয়ের সংকরায়ন, জ্যামিতিক আকৃতি ও চৌম্বক ভ্রামক নির্ণয় করো। (According to valence bond theory (VBT), determine the hybridization, geometry and magnetic moment of the complex ions $[Fe(CN)_6]^{4-}$ and $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$.) ১০

P-26 | Q-51

৫১. ডাইবোরেন (B_2H_6) অণুর বানানা বন্ড সৃষ্টি প্রক্রিয়া অরবিটাল চিত্রের সাহায্যে দেখাও। এতে প্রান্তীয় ও সেতু $B-H$ বন্ধনের সংকরায়ন ও বন্ধন দৈর্ঘ্যের তুলনা করো। (Show the formation of the banana bonds in the diborane (B_2H_6) molecule with the help of orbital diagrams. Compare the hybridization and bond lengths of the terminal and bridging $B-H$ bonds.) ১০

P-26 | Q-52

৫২. H_3O^+ ও NH_4^+ এর সংকরায়ন, নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় ও বন্ধন কোণ নির্ণয় করো। H_2O অপেক্ষা H_3O^+ এর বন্ধন কোণ বেশি কেন? (Determine the hybridization, lone electron pairs and bond angle of H_3O^+ and NH_4^+. Why is the bond angle of H_3O^+ greater than that of H_2O?) ১০

P-27 | Q-53

৫৩. $POCl_3$ অণুর সংকরায়ন, আকৃতি এবং σ ও π বন্ধন সংখ্যা নির্ণয় করো। NH_4NO_3 যৌগে উপস্থিত সকল রাসায়নিক বন্ধনের নাম ও সংখ্যা লেখো। (Determine the hybridization, shape and the number of σ and π bonds of the $POCl_3$ molecule. Write the names and numbers of all chemical bonds present in NH_4NO_3.) ১০

P-27 | Q-54

৫৪. (ক) SF_4 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন অরবিটাল চিত্রসহ দেখাও। ১০
(খ) অণুটির আকৃতি অঙ্কন কর এবং আকৃতির নাম লেখ।
(গ) কেন্দ্রীয় পরমাণুতে বন্ধনজোড় ও মুক্তজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা উল্লেখ কর। (a) Show the hybridization of the central atom of the SF_4 molecule with an orbital diagram.
(b) Draw the shape of the molecule and write the name of the shape.
(c) State the number of bond pairs and lone pairs of electrons on the central atom.)

P-28 | Q-55

৫৫. (ক) দ্বিপোল ভ্রামক কী? এর একক লেখ। ১০

(খ) CO_2 অপোলার কিন্তু SO_2 পোলার— ব্যাখ্যা কর।

(গ) CCl_4 অপোলার হলেও $CHCl_3$ পোলার কেন? (a) What is dipole moment? Write its unit.

(b) Explain why CO_2 is non-polar but SO_2 is polar.

(c) Why is $CHCl_3$ polar although CCl_4 is non-polar?)

P-28 | Q-56

৫৬. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ যৌগটির ক্ষেত্রে— ১০

(ক) কেন্দ্রীয় ধাতব আয়নের জারণ সংখ্যা ও সন্নিবেশ সংখ্যা লেখ।

(খ) কেন্দ্রীয় আয়নের সংকরায়ন ইলেকট্রন বিন্যাসসহ দেখাও এবং জটিল আয়নের আকৃতি অঙ্কন কর।

(গ) যৌগটিতে বিদ্যমান বন্ধনসমূহ চিহ্নিত কর। (For the compound $[Cu(NH_3)_4]SO_4$:

a) Write the oxidation number and coordination number of the central metal ion.

(b) Show the hybridization of the central ion with electronic configuration and draw the shape of the complex ion.

(c) Identify the bonds present in the compound.)

P-29 | Q-57

৫৭. (ক) N_2 অণুর আণবিক অরবিটাল চিত্র অঙ্কন কর। ১০
(খ) N_2 এর বন্ধন ক্রম ও চৌম্বক ধর্ম নির্ণয় কর।
(গ) N_2 থেকে N_2^+ গঠিত হলে বন্ধন শক্তি হ্রাস পায় কেন? (a) Draw the molecular orbital diagram of the N_2 molecule.
(b) Determine the bond order and magnetic property of N_2.
(c) Why does the bond energy decrease when N_2^+ is formed from N_2?)

P-29 | Q-58

৫৮. সালফিউরিক এসিডের— ১০
(ক) লুইস কাঠামো অঙ্কন কর।
(খ) σ ও π বন্ধন সংখ্যা নির্ণয় কর।
(গ) মোট বন্ধনজোড় ও মুক্তজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর।
(ঘ) কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন ও আকৃতি লেখ। (For sulfuric acid:
a) Draw the Lewis structure.
(b) Determine the number of σ and π bonds.
(c) Determine the total number of bond pairs and lone pairs of electrons.
(d) Write the hybridization and shape of the central atom.)

P-30 | Q-59

৫৯. (ক) XeF_2 ও XeF_4 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন নির্ণয় কর। ১০
(খ) অণু দুটির আকৃতি অঙ্কন কর এবং মুক্তজোড় সংখ্যা উল্লেখ কর।
(গ) নিষ্ক্রিয় গ্যাস হয়েও Xe যৌগ গঠন করে কেন? (a) Determine the hybridization of the central atom of the XeF_2 and XeF_4 molecules.
(b) Draw the shapes of the two molecules and state the number of lone pairs.
(c) Why does Xe form compounds although it is a noble gas?)

P-30 | Q-60

৬০. (ক) NH_4^+, NH_3 ও NH_2^- এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন ও মুক্তজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর। ১০
(খ) এদের বন্ধন কোণের ক্রম সাজাও ও ব্যাখ্যা কর।
(গ) NH_4^+ আয়নের চারটি $N-H$ বন্ধন অভিন্ন কেন? (a) Determine the hybridization and number of lone pairs of electrons of the central atom in NH_4^+, NH_3 and NH_2^-.
(b) Arrange their bond angles in order and explain.
(c) Why are the four $N-H$ bonds in the NH_4^+ ion identical?)