Engineering Weekly 06 [Home Practice]

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. যদি $\tan\left(\frac{\pi}{4}+\frac{y}{2}\right)=\tan^3\left(\frac{\pi}{4}+\frac{x}{2}\right)$ হয়, তবে $\sin y$ এর মান নির্ণয় কর। (If $\tan\left(\frac{\pi}{4}+\frac{y}{2}\right)=\tan^3\left(\frac{\pi}{4}+\frac{x}{2}\right)$, find the value of $\sin y$.)

 P-1 | Q-2 

২. $A+B+C=\pi$ এবং $\cot A+\cot B+\cot C=\sqrt{3}$ হলে দেখাও যে, $A=B=C$। (If $A+B+C=\pi$ and $\cot A+\cot B+\cot C=\sqrt{3}$, show that $A=B=C$.)

 P-1 | Q-3 

৩. দেখাও যে, $\cot^{-1}(2n-1)-\cot^{-1}(2n+1)=\cot^{-1}(2n^2)$ এবং ইহার সাহায্যে দেখাও যে, $\cot^{-1}(2\times1^2)+\cot^{-1}(2\times2^2)+\cot^{-1}(2\times3^2)=\cot^{-1}\frac{4}{3}$। (Show that $\cot^{-1}(2n-1)-\cot^{-1}(2n+1)=\cot^{-1}(2n^2)$ and hence show that $\cot^{-1}(2\times1^2)+\cot^{-1}(2\times2^2)+\cot^{-1}(2\times3^2)=\cot^{-1}\frac{4}{3}$.)

 P-1 | Q-4 

৪. $\sin(\pi\operatorname{cosec}\theta)=\cos\left(\frac{\pi}{2}\operatorname{cosec}\theta\right)$ হলে, দেখাও যে, $\theta=\sin^{-1}\frac{3}{4n+1}$ অথবা $\theta=\sin^{-1}\frac{1}{1-4n}$। (If $\sin(\pi\operatorname{cosec}\theta)=\cos\left(\frac{\pi}{2}\operatorname{cosec}\theta\right)$, show that $\theta=\sin^{-1}\frac{3}{4n+1}$ or $\theta=\sin^{-1}\frac{1}{1-4n}$.)

 P-1 | Q-5 

৫. সমাধান কর: $\sqrt{3}\sin x-\cos x=2$, যেখানে $0<x<2\pi$। (Solve: $\sqrt{3}\sin x-\cos x=2$, where $0<x<2\pi$.)

 P-1 | Q-6 

৬. সমাধান কর: $2\sin^2 2x-6\cos^2 x+1=0$। (Solve: $2\sin^2 2x-6\cos^2 x+1=0$.)

 P-1 | Q-7 

৭. যদি $\tan^{-1}x+\tan^{-1}y+\tan^{-1}z=\frac{\pi}{2}$ এবং $x+y+z=\sqrt{3}$ হয়, দেখাও যে, $x=y=z$। (If $\tan^{-1}x+\tan^{-1}y+\tan^{-1}z=\frac{\pi}{2}$ and $x+y+z=\sqrt{3}$, show that $x=y=z$.)

P-1 | Q-8

৮. যদি $\triangle ABC$ এ $\cos 3A + \cos 3B + \cos 3C = 1$ হয় তবে দেখাও যে, যেকোনো একটি কোণ অবশ্যই $120°$ হবে। (If $\cos 3A + \cos 3B + \cos 3C = 1$ in $\triangle ABC$, show that one of the angles must be $120°$.)

P-1 | Q-9

৯. $\cos\theta = \frac{a\cos\phi - b}{a - b\cos\phi}$ হলে, দেখাও যে, $\frac{\tan\frac{\theta}{2}}{\sqrt{a+b}} = \frac{\tan\frac{\phi}{2}}{\sqrt{a-b}}$। (If $\cos\theta = \frac{a\cos\phi - b}{a - b\cos\phi}$, show that $\frac{\tan\frac{\theta}{2}}{\sqrt{a+b}} = \frac{\tan\frac{\phi}{2}}{\sqrt{a-b}}$.)

P-1 | Q-10

১০. যদি $\triangle ABC$ এ $\frac{b+c}{11} = \frac{c+a}{12} = \frac{a+b}{13}$ হয় তাহলে দেখাও যে, $\cos A : \cos B : \cos C = 7 : 19 : 25$। (If $\frac{b+c}{11} = \frac{c+a}{12} = \frac{a+b}{13}$ in $\triangle ABC$, show that $\cos A : \cos B : \cos C = 7 : 19 : 25$.)

P-1 | Q-11

১১. $\sqrt{2}\cos A = \cos B + \cos^3 B$ এবং $\sqrt{2}\sin A = \sin B - \sin^3 B$ হলে প্রমাণ কর যে, $\cos 2B = \frac{1}{3}$। (If $\sqrt{2}\cos A = \cos B + \cos^3 B$ and $\sqrt{2}\sin A = \sin B - \sin^3 B$, prove that $\cos 2B = \frac{1}{3}$.)

P-1 | Q-12

১২. একটি ত্রিভুজের বাহুগুলোর দৈর্ঘ্য সমান্তর ধারা মেনে চলে এবং বৃহত্তম কোণটি ক্ষুদ্রতম কোণের দ্বিগুণ হলে বাহুগুলোর অনুপাত নির্ণয় কর। (The sides of a triangle are in arithmetic progression and the largest angle is twice the smallest angle. Find the ratio of the sides.)

P-1 | Q-13

১৩. $4\sin x + 3\cos x = 5$ সমীকরণের দুটি মূল α ও β হলে, $\sin(\alpha + \beta)$ এর মান কত? (If α and β are two roots of the equation $4\sin x + 3\cos x = 5$, what is the value of $\sin(\alpha + \beta)$?)

P-1 | Q-14

১৪. যদি $-\frac{\pi}{4} < \beta < 0 < \alpha < \frac{\pi}{4}$ এবং $\sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{3}$ ও $\cos(\alpha - \beta) = \frac{2}{3}$ হয় তাহলে, $\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\beta} + \frac{\cos\alpha}{\sin\beta} + \frac{\cos\beta}{\sin\alpha} + \frac{\sin\beta}{\cos\alpha}\right)^2$ এর মান নির্ণয় কর। (If $-\frac{\pi}{4} < \beta < 0 < \alpha < \frac{\pi}{4}$, $\sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{3}$ and $\cos(\alpha - \beta) = \frac{2}{3}$, find the value of $\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\beta} + \frac{\cos\alpha}{\sin\beta} + \frac{\cos\beta}{\sin\alpha} + \frac{\sin\beta}{\cos\alpha}\right)^2$.)

P-1 | Q-15

১৫. $\cos^{-1}\frac{x}{2} + \cos^{-1}\frac{y}{3} = \theta$ হলে, $9x^2 - 12xy\cos\theta + 4y^2$ এর সর্বোচ্চ মান নির্ণয় কর। (If $\cos^{-1}\frac{x}{2} + \cos^{-1}\frac{y}{3} = \theta$, find the maximum value of $9x^2 - 12xy\cos\theta + 4y^2$.)

P-1 | Q-16

১৬. $\tan\theta + 2\tan 2\theta + 4\tan 4\theta + 8\cot 8\theta$ এর মান নির্ণয় কর। (Find the value of $\tan\theta + 2\tan 2\theta + 4\tan 4\theta + 8\cot 8\theta$.)

P-1 | Q-17

১৭. দেখাও যে, $(1+\sec 2\theta)(1+\sec 4\theta)(1+\sec 8\theta)\cdots(1+\sec 2^n\theta) = \frac{\tan 2^n\theta}{\tan\theta}$। (Show that $(1+\sec 2\theta)(1+\sec 4\theta)(1+\sec 8\theta)\cdots(1+\sec 2^n\theta) = \frac{\tan 2^n\theta}{\tan\theta}$.)

P-1 | Q-18

১৮. সমাধান করো: $\sin\theta + \sin 2\theta + \sin 3\theta = 1 + \cos\theta + \cos 2\theta$, যেখানে $0 < \theta < \pi$। (Solve: $\sin\theta + \sin 2\theta + \sin 3\theta = 1 + \cos\theta + \cos 2\theta$, where $0 < \theta < \pi$.)

P-1 | Q-19

১৯. $\tan\theta + \tan\left(\frac{\pi}{3}+\theta\right) + \tan\left(\frac{2\pi}{3}+\theta\right)$ কে $\tan 3\theta$ এর মাধ্যমে প্রকাশ করো। (Express $\tan\theta + \tan\left(\frac{\pi}{3}+\theta\right) + \tan\left(\frac{2\pi}{3}+\theta\right)$ in terms of $\tan 3\theta$.)

P-1 | Q-20

২০. $0 < x < \pi$, $0 < y < \pi$ এবং $\sin x + \sin y = 1$, $\cos x + \cos y = 0$ হলে প্রমাণ কর যে, $x + y = \pi$। (If $0 < x < \pi$, $0 < y < \pi$ and $\sin x + \sin y = 1$, $\cos x + \cos y = 0$, prove that $x + y = \pi$.)

Physics

২০০ নম্বর

P-1 | Q-21

২১. একটি সোনোমিটারের তার 350 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকার সাথে অনুনাদে কাঁপছে। তারের টান অপরিবর্তিত রেখে তারের দৈর্ঘ্য 1.5% বৃদ্ধি করা হলে, সোনোমিটারের তার ও সুরশলাকাটি একত্রে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে কতটি বিট শোনা যাবে? (A sonometer wire is in resonance with a tuning fork of frequency 350 Hz. Keeping the tension constant, if the length of the wire is increased by 1.5%, how many beats per second will be heard when the wire and the tuning fork are sounded together?)

P-1 | Q-22

২২. একটি নলের দৈর্ঘ্য 100 cm। নলটিতে পানি পূর্ণ করে নিচে একটি কল দিয়ে পানি প্রতি সেকেন্ডে 0.5 cm হারে কমানো হচ্ছে। উপরে 512 Hz কম্পাঙ্কের সুরশলাকা ধরে কাঁপানো হচ্ছে। ১ম অনুনাদের পর ২য় অনুনাদ তৈরি হতে কত সময় লাগবে? (বায়ুতে শব্দের বেগ 330 ms^{-1}) (A tube of length 100 cm is filled with water, which is drained from the bottom at a rate of 0.5 cms^{-1}. A tuning fork of frequency 512 Hz is vibrated at the open top. How much time elapses between the 1st resonance and the 2nd resonance? (Speed of sound in air is 330 ms^{-1}))

P-1 | Q-23

২৩. 20 টি সুরশলাকাকে কম্পাঙ্কের নিম্নক্রম অনুসারে সাজানো হয়েছে। প্রতিটি শলাকা তার পূর্ববর্তী শলাকার সাথে প্রতি সেকেন্ডে 4 টি বিট দেয়। শেষ শলাকাটির কম্পাঙ্ক ১ম শলাকাটির কম্পাঙ্কের অর্ধেক হলে ১ম, ১০ম এবং শেষ শলাকাটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। (20 tuning forks are arranged in descending order of frequency. Each fork produces 4 beats per second with the preceding one. If the frequency of the last fork is half that of the first, calculate the frequencies of the 1st, 10th and last tuning forks.)

P-1 | Q-24

২৪. দুটি অগ্রগামী শব্দ তরঙ্গ একই মাধ্যমে বিপরীত দিকে পরিচালিত হয়ে লব্ধি স্থির তরঙ্গ গঠন করল: $y = 10\cos(0.05\pi x)\sin(100\pi t)$ (সকল একক SI)। (ক) স্থির তরঙ্গ গঠনকারী প্রতিটি তরঙ্গের বিস্তার, বেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? (খ) $x = 10$ m এবং $x = 20$ m বিন্দু দুটি সুস্পন্দ না নিস্পন্দ বিন্দু, তা গাণিতিকভাবে প্রমাণ করো। (Two progressive sound waves travelling in opposite directions in the same medium form a standing wave $y = 10\cos(0.05\pi x)\sin(100\pi t)$ (all SI units). (a) What are the amplitude, velocity and wavelength of each component wave? (b) Prove mathematically whether the points $x = 10$ m and $x = 20$ m are nodes or antinodes.)

P-1 | Q-25

২৫. আড় কম্পনে কম্পনরত দুটি তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত 2 : 3, ব্যাসের অনুপাত 6 : 5, উপাদানের ঘনত্বের অনুপাত 5 : 3 এবং প্রযুক্ত টানের অনুপাত 6 : 10। তার দুটির মূলসুরের কম্পাঙ্কের অনুপাত ($f_1 : f_2$) নির্ণয় করো। (Two stretched wires under transverse vibration have a length ratio of 2 : 3, a diameter ratio of 6 : 5, a density ratio of 5 : 3 and a tension ratio of 6 : 10. Calculate the ratio of their fundamental frequencies ($f_1 : f_2$).)

P-1 | Q-26

২৬. $\mu = 0.02\ \text{kgm}^{-1}$ রৈখিক ভরের একটি টানা তারের এক প্রান্ত $x = L = 1.5$ m অবস্থানে আবদ্ধ রাখা হয়েছে। তারটিতে অগ্রগামী তরঙ্গ $y_1 = 0.08\sin(100\pi t - 2\pi x)$ পরিচালিত হয়ে আবদ্ধ প্রান্ত হতে প্রতিফলিত হলো (সকল রাশি SI এককে)। (ক) লব্ধি স্থির তরঙ্গের সমীকরণ $y_{net}(x, t)$ গঠন করো। (খ) এই স্থির তরঙ্গের একটি পূর্ণ তরঙ্গদৈর্ঘ্যে সঞ্চিত মোট যান্ত্রিক শক্তি নির্ণয় করো এবং একটি সুস্পন্দ বিন্দু ও একটি নিস্পন্দ বিন্দুতে অবস্থিত $\Delta x = 0.01$ m দৈর্ঘ্যের তারের অংশের সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত হবে তা হিসাব করো। (A stretched string of linear mass density $\mu = 0.02\ \text{kgm}^{-1}$ is fixed at $x = L = 1.5$ m. An incident progressive wave $y_1 = 0.08\sin(100\pi t - 2\pi x)$ travels along the string and is reflected from the fixed end (all quantities in SI units). (a) Form the equation of the resulting standing wave $y_{net}(x, t)$. (b) Calculate the total mechanical energy stored in one full wavelength of this standing wave, and find the maximum kinetic energy of a string segment of length $\Delta x = 0.01$ m situated at an antinode and at a node.)

P-1 | Q-27

২৭. 0.6 m দৈর্ঘ্যের একটি খোলা অর্গান নল এবং L_2 দৈর্ঘ্যের একটি এক মুখ বন্ধ অর্গান নল 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে তাদের মূলসুরে কাঁপলে প্রতি সেকেন্ডে 4 টি বিট সৃষ্টি করে, যেখানে খোলা নলের কম্পাঙ্ক বন্ধ নলের চেয়ে বেশি। বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 27°C হলে প্রতি সেকেন্ডে বিট সংখ্যা কত হবে? (প্রান্তীয় ত্রুটি উপেক্ষা করো; 0°C-এ বায়ুতে শব্দের বেগ $v_0 = 332\ \text{ms}^{-1}$) (An open organ pipe of length 0.6 m and a closed organ pipe of length L_2 vibrate in their fundamental modes in air at 0°C, producing 4 beats per second, the open pipe having the higher frequency. If the air temperature rises to 27°C, what will be the new beat frequency per second? (Neglect end correction; speed of sound at 0°C is $v_0 = 332\ \text{ms}^{-1}$))

P-1 | Q-28

২৮. দুটি ভিন্ন পদার্থের তার জোড়া লাগিয়ে একটি যৌথ তার তৈরি করা হলো। ১ম অংশের দৈর্ঘ্য $L_A = 0.5\,m$ এবং রৈখিক ভর ঘনত্ব $\mu_A = 0.01\,kgm^{-1}$; ২য় অংশের দৈর্ঘ্য $L_B = 0.4\,m$ এবং রৈখিক ভর ঘনত্ব $\mu_B = 0.04\,kgm^{-1}$। যৌথ তারটিকে দুটি দৃঢ় অবলম্বনের মাঝে $T = 100\,N$ টানে রাখা হয়েছে। (ক) তারের উভয় অংশে আড় তরঙ্গের বেগ (v_A, v_B) কত? (খ) সর্বনিম্ন কত কম্পাঙ্কে যৌথ তারটিতে স্থির তরঙ্গ সৃষ্টি হলে দুই অংশের সংযোগস্থলটি একটি নিস্পন্দ বিন্দু হবে? (A composite stretched wire is formed by joining two segments. Segment A has length $L_A = 0.5\,m$ and linear mass density $\mu_A = 0.01\,kgm^{-1}$; segment B has length $L_B = 0.4\,m$ and linear mass density $\mu_B = 0.04\,kgm^{-1}$. The composite wire is held under a tension $T = 100\,N$ between two rigid supports. (a) Calculate the speed of transverse waves in both segments (v_A, v_B). (b) Determine the minimum frequency at which a standing wave can be set up in the composite wire such that the junction of the two segments is a node.)

P-1 | Q-29

২৯. $0.01\,m^3$ আয়তনের একটি দৃঢ় সিলিন্ডারে $300\,K$ তাপমাত্রায় ও $2.5 \times 10^5\,Pa$ চাপে অক্সিজেন গ্যাস সংরক্ষিত আছে। কিছু গ্যাস বের করে দেওয়া হলো এবং অবশিষ্ট গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে $400\,K$ হওয়ায় চাপ পরিবর্তিত হয়ে $1.3 \times 10^5\,Pa$ হলো। (i) সিলিন্ডার থেকে কত ভর অক্সিজেন গ্যাস বের হয়ে গেছে? (ii) সিলিন্ডারে অবশিষ্ট গ্যাসের ঘনত্ব কত? [অক্সিজেনের আণবিক ভর $M = 32 \times 10^{-3}\,kgmol^{-1}$] (Oxygen gas is stored in a rigid cylinder of volume $0.01\,m^3$ at $300\,K$ and $2.5 \times 10^5\,Pa$. Some gas is vented out, and the temperature of the remaining gas rises to $400\,K$, giving a pressure of $1.3 \times 10^5\,Pa$. Determine (i) the mass of oxygen vented out of the cylinder, and (ii) the density of the remaining gas in the cylinder. [Molar mass of oxygen $M = 32 \times 10^{-3}\,kgmol^{-1}$])

P-1 | Q-30

৩০. একটি দৃঢ় আবদ্ধ পাত্রে $27°C$ তাপমাত্রায় 2 mol হিলিয়াম (He), 3 mol অক্সিজেন (O_2) এবং 1 mol মিথেন (CH_4, অ-রৈখিক বহু-পারমাণবিক, $f = 6$) গ্যাসের মিশ্রণ বিদ্যমান। (i) গ্যাস মিশ্রণটির মোট অভ্যন্তরীণ গতিশক্তি কত? (ii) এই মিশ্রণে অণুগুলোর মোট ঘূর্ণন গতিশক্তির মান কত? (A rigid closed vessel contains a mixture of 2 mol helium (He), 3 mol oxygen (O_2) and 1 mol methane (CH_4, non-linear polyatomic, $f = 6$) at $27°C$. (i) What is the total internal kinetic energy of the gas mixture? (ii) Calculate the total rotational kinetic energy of the molecules in this mixture.)

P-1 | Q-31

৩১. একটি তাপনিরোধক পাত্রে $60°C$ তাপমাত্রার $48\,g$ অক্সিজেন (O_2, $f = 5$) গ্যাস এবং $20°C$ তাপমাত্রার $8\,g$ হিলিয়াম (He, $f = 3$) গ্যাস মিশানো হলো। তাপীয় সাম্যাবস্থায় পৌঁছালে মিশ্রণের সাম্য তাপমাত্রা কত হবে? [অক্সিজেনের $M_1 = 32\,gmol^{-1}$, হিলিয়ামের $M_2 = 4\,gmol^{-1}$] (In a thermally insulated container, $48\,g$ of oxygen (O_2, $f = 5$) at $60°C$ is mixed with $8\,g$ of helium (He , $f = 3$) at $20°C$. What will be the final equilibrium temperature of the mixture? [Molar mass of oxygen $M_1 = 32\,gmol^{-1}$, helium $M_2 = 4\,gmol^{-1}$])

P-1 | Q-32

৩২. একটি সরলরৈখিক ত্রি-পারমাণবিক গ্যাসের (যেমন CO_2, $\gamma = 1.40$) অণুসমূহের ক্ষেত্রে $27°C$ তাপমাত্রায় (i) সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ (c_p), গড় বেগ (c_{avg}) এবং মূল-গড়-বর্গ বেগের (c_{rms}) অনুপাত নির্ণয় করো। (ii) যদি উক্ত তাপমাত্রায় গ্যাসটির অণুসমূহের মূল-গড়-বর্গ বেগ $380\,ms^{-1}$ হয়, তবে গ্যাসে শব্দের বেগ নির্ণয় করো। (For a linear triatomic gas (such as CO_2, $\gamma = 1.40$) at $27°C$, (i) calculate the ratio of the most probable speed (c_p), average speed (c_{avg}) and root-mean-square speed (c_{rms}). (ii) If the RMS speed of the molecules at this temperature is $380\,ms^{-1}$, determine the speed of sound in this gas.)

P-1 | Q-33

৩৩. $\gamma = 1.4$ বিশিষ্ট একটি দ্বি-পারমাণবিক আদর্শ গ্যাসকে রুদ্ধতাপীয় উপায়ে সংকুচিত করে এর আয়তন প্রাথমিক আয়তনের অর্ধেক ($V_2 = \frac{V_1}{2}$) করা হলো। (i) গ্যাস অণুসমূহের প্রাথমিক ও চূড়ান্ত গড় মুক্ত পথের অনুপাত কত? (ii) অণুসমূহের প্রাথমিক ও চূড়ান্ত সংঘর্ষ কম্পাঙ্কের অনুপাত নির্ণয় করো। (A diatomic ideal gas with $\gamma = 1.4$ is compressed adiabatically so that its volume becomes half of its initial volume ($V_2 = \frac{V_1}{2}$). (i) What is the ratio of the initial to the final mean free path of the gas molecules? (ii) Determine the ratio of the initial to the final collision frequency of the molecules.)

P-1 | Q-34

৩৪. একটি ত্রুটিপূর্ণ বায়ুমাপকের (Barometer) কাচনলের মোট দৈর্ঘ্য পারদের মুক্ত তল থেকে 100 cm। 27°C তাপমাত্রায় এবং প্রকৃত বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 76 cm Hg থাকা অবস্থায় নলে আটকা পড়া বায়ুর জন্য পারদ স্তম্ভের পাঠ পাওয়া যায় 70 cm Hg। ঘরের তাপমাত্রা বেড়ে 47°C হলে এবং বায়ুমাপকের পারদ স্তম্ভের পাঠ কমে 68 cm Hg হলে নতুন বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কত? (The total length of a faulty barometer tube above the mercury trough level is 100 cm. At 27°C and an actual atmospheric pressure of 76 cm Hg, the mercury column reads 70 cm Hg because of trapped air. If the room temperature rises to 47°C and the mercury column reading drops to 68 cm Hg, what is the new actual atmospheric pressure?)

P-1 | Q-35

৩৫. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে (STP) নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুসমূহের কার্যকর ব্যাস 2.0×10^{-10} m এবং গড় মুক্ত পথ 8.0×10^{-8} m। গ্যাসটিকে স্থির আয়তনে রেখে উত্তপ্ত করার ফলে এর চাপ প্রাথমিক চাপের 4 গুণ ($P_2 = 4P_1$) হলো। (i) নতুন অবস্থায় অণুসমূহের গড় মুক্ত পথ কত হবে? (ii) নতুন সংঘর্ষ কম্পাঙ্কের সাথে প্রাথমিক সংঘর্ষ কম্পাঙ্কের অনুপাত নির্ণয় করো। (At STP, the effective diameter of nitrogen molecules is 2.0×10^{-10} m and their mean free path is 8.0×10^{-8} m. The gas is heated at constant volume until its pressure becomes four times the initial pressure ($P_2 = 4P_1$). (i) What will be the new mean free path of the molecules? (ii) Calculate the ratio of the new collision frequency to the initial collision frequency.)

P-1 | Q-36

৩৬. T_1 তাপমাত্রায় অক্সিজেন (O_2) গ্যাসের অণুসমূহের মূল-গড়-বর্গ বেগ 27°C তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাসের অণুসমূহের সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগের (c_p) সমান। (i) অক্সিজেনের তাপমাত্রা T_1 নির্ণয় করো। (ii) T_1 তাপমাত্রায় অক্সিজেনের গড় বেগ এবং 27°C এ হাইড্রোজেনের গড় বেগের অনুপাত কত? [অক্সিজেনের $M_1 = 32\ gmol^{-1}$, হাইড্রোজেনের $M_2 = 2\ gmol^{-1}$] (The RMS speed of oxygen (O_2) molecules at temperature T_1 equals the most probable speed (c_p) of hydrogen (H_2) molecules at 27°C. (i) Calculate the temperature T_1 of oxygen. (ii) What is the ratio of the average speed of oxygen at T_1 to that of hydrogen at 27°C? [Molar mass of oxygen $M_1 = 32\ gmol^{-1}$, hydrogen $M_2 = 2\ gmol^{-1}$])

P-1 | Q-37

৩৭. একটি 2.0 L আয়তনের বদ্ধ পাত্রে 300 K তাপমাত্রায় 1.0 mol সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3) গ্যাস আবদ্ধ আছে। পাত্রটিকে উত্তপ্ত করে তাপমাত্রা 600 K করা হলে 50% SO_3 গ্যাস বিয়োজিত হয়ে সালফার ডাইঅক্সাইড (SO_2) ও অক্সিজেন (O_2) গ্যাসে পরিণত হয় ($2SO_3 \rightarrow 2SO_2 + O_2$)। (i) পাত্রের চূড়ান্ত অভ্যন্তরীণ চাপ কত হবে? (ii) 600 K তাপমাত্রায় ব্যবস্থার মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি কত? [SO_3 ও SO_2 অ-রৈখিক বহু-পারমাণবিক ($f = 6$) এবং O_2 দ্বি-পারমাণবিক ($f = 5$)] (A rigid container of volume 2.0 L holds 1.0 mol of sulphur trioxide (SO_3) gas at 300 K. When heated to 600 K, 50% of the SO_3 dissociates into sulphur dioxide (SO_2) and oxygen (O_2) ($2SO_3 \rightarrow 2SO_2 + O_2$). Calculate (i) the final internal pressure of the vessel, and (ii) the total internal energy of the system at 600 K. [Assume SO_3 and SO_2 are non-linear polyatomic ($f = 6$) and O_2 is diatomic ($f = 5$)])

P-1 | Q-38

৩৮. (i) গ্যাসের গড় মুক্ত পথের ক্ষেত্রে ম্যাক্সওয়েল ও ক্লসিয়াসের সূত্রের পূর্বাভিপ্রেত গড় মুক্ত পথের মানদ্বয়ের শতকরা পার্থক্য কত? (ii) STP-তে অক্সিজেন গ্যাসের অণুর ব্যাস $\sigma = 3.0 \times 10^{-10}$ m এবং অণু সংখ্যা ঘনত্ব $n = 2.687 \times 10^{25}\ m^{-3}$ হলে, ম্যাক্সওয়েলের সূত্রানুসারে গড় মুক্ত পথ এবং অণুর RMS বেগ 461 ms^{-1} ধরে প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষের সংখ্যা নির্ণয় করো। ((i) What is the percentage difference between the mean free path values predicted by Maxwell's and Clausius' formulas? (ii) For oxygen gas at STP with molecular diameter $\sigma = 3.0 \times 10^{-10}$ m and number density $n = 2.687 \times 10^{25}\ m^{-3}$, calculate Maxwell's mean free path and the number of collisions per second, assuming an RMS speed of 461 ms^{-1}.)

P-1 | Q-39

৩৯. ফাঁকা মাঠে অনুষ্ঠিত একটি concert-এ একটি loud speaker 250 W ক্ষমতা উৎপন্ন করে। speaker হতে 20 m ও 30 m দূরে তীব্রতা কত? (In a concert held in an open field, a loud speaker produces a power of 250 W. What is the intensity at 20 m and 30 m from the speaker?)

P-1 | Q-40

৪০. একটি তরঙ্গের সমীকরণ $y = 0.5 \sin\left(200\pi t - \frac{20\pi x}{13}\right)$ হলে, তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বেগ নির্ণয় করো। (For a wave given by $y = 0.5 \sin\left(200\pi t - \frac{20\pi x}{13}\right)$, find its frequency, wavelength and speed.)

Chemistry

২০০ নম্বর

P-1 | Q-41

৪১. $XeOF_4$ এবং ClF_2^- এর সংকরায়ন, নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় এবং সঠিক ত্রিমাত্রিক গঠন চিত্রসহ আঁকো। $XeOF_4$ এ দ্বিবন্ধনযুক্ত অক্সিজেন পরমাণুর অবস্থান ব্যাখ্যা করো। (Determine the hybridization and lone electron pairs of $XeOF_4$ and ClF_2^- and draw their correct three-dimensional structures. Explain the position of the doubly bonded oxygen atom in $XeOF_4$.)

P-1 | Q-42

৪২. NO_2^+, NO_2, NO_2^- প্রজাতিগুলোর বন্ধন কোণের ক্রম কারণসহ লেখো। H_2O অপেক্ষা H_2S এর বন্ধন কোণ অস্বাভাবিক কম কেন? (Write, with reasons, the order of bond angles of the species NO_2^+, NO_2, NO_2^-. Why is the bond angle of H_2S abnormally smaller than that of H_2O?)

P-1 | Q-43

৪৩. $FeCl_2$ ও $FeCl_3$ এর মধ্যে কার গলনাঙ্ক কম এবং কার আর্দ্রবিশ্লেষণ দ্রুত ঘটে? ক্ষারীয় মৃত্তিকা ধাতুর কার্বনেটসমূহের তাপীয় স্থায়িত্বের ক্রম ফাজানের নীতির আলোকে ব্যাখ্যা করো। (Which of $FeCl_2$ and $FeCl_3$ has the lower melting point and which undergoes hydrolysis faster? Explain the order of thermal stability of the carbonates of the alkaline earth metals in the light of Fajans' rule.)

P-1 | Q-44

৪৪. $HgCl_2$ পানিতে দ্রবণীয় হলেও HgI_2 অদ্রবণীয় এবং গাঢ় লাল বর্ণের কেন? অ্যানায়নের পোলারনযোগ্যতা বৃদ্ধির সাথে যৌগের বর্ণের তীব্রতা বৃদ্ধির কারণ ব্যাখ্যা করো। (Why is $HgCl_2$ soluble in water while HgI_2 is insoluble and deep red in colour? Explain why the intensity of colour of a compound increases with the polarizability of the anion.)

P-1 | Q-45

৪৫. আণবিক অরবিটাল তত্ত্ব (MOT) অনুসারে B_2 এবং C_2 অণুর শক্তিস্তরের চিত্র আঁকো। প্রমাণ করো যে, C_2 অণুর দ্বিবন্ধনের উভয় বন্ধনই π -বন্ধন। (Draw the energy level diagrams of the B_2 and C_2 molecules according to molecular orbital theory (MOT). Prove that both bonds of the double bond in the C_2 molecule are π-bonds.)

P-1 | Q-46

৪৬. পটাশ অ্যালাম ($K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$) কেলাসে বিদ্যমান সকল প্রকার বন্ধন চিহ্নিত করো। Al_2Cl_6 ডাইমারে সন্নিবেশ বন্ধন সৃষ্টি চিত্রসহ দেখাও। (Identify all types of bonds present in the crystal of potash alum ($K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$). Show the formation of the coordinate bonds in the Al_2Cl_6 dimer with a diagram.)

P-1 | Q-47

৪৭. HF গ্যাসীয় অবস্থায় পলিমারিক জিগজ্যাগ শিকল গঠন করে কেন? বরফের উন্মুক্ত খাঁচাসদৃশ গঠন চিত্রসহ আঁকো এবং 4°C এ পানির ঘনত্ব সর্বোচ্চ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা করো। (Why does HF form polymeric zigzag chains in the gaseous state? Draw the open cage-like structure of ice and explain why water has its maximum density at 4°C.)

P-1 | Q-48

৪৮. CCl_4 অপোলার কিন্তু $CHCl_3$ পোলার কেন? প্যারা-ডাইক্লোরোবেনজিন এবং অর্থো-ডাইক্লোরোবেনজিনের ডাইপোল মোমেন্ট ভেক্টর ডায়াগ্রামের সাহায্যে নির্ণয় করো। (Why is CCl_4 non-polar but $CHCl_3$ polar? Determine the dipole moments of para-dichlorobenzene and ortho-dichlorobenzene with the help of vector diagrams.)

P-1 | Q-49

৪৯. CO_3^{2-} এবং SO_2 এ বিদ্যমান π-বন্ধনের প্রকৃতি ($p\pi - p\pi, d\pi - p\pi$) বিশ্লেষণ করো। SO_2 এর রেজোন্যান্স হাইব্রিড কাঠামো আঁকো। (Analyse the nature ($p\pi - p\pi, d\pi - p\pi$) of the π-bonds present in CO_3^{2-} and SO_2. Draw the resonance hybrid structure of SO_2.)

P-1 | Q-50

৫০. অ্যালিন ($CH_2 = C = CH_2$) অণুতে প্রতিটি কার্বনের সংকরায়ন নির্ণয় করো এবং এর দুই প্রান্তের হাইড্রোজেন পরমাণুগুলো ভিন্ন সমতলে অবস্থান করার কারণ অরবিটাল চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো। (Determine the hybridization of each carbon in the allene ($CH_2 = C = CH_2$) molecule and explain, with the help of orbital diagrams, why the hydrogen atoms at the two ends lie in different planes.)

P-1 | Q-51

৫১. ক্রিস্টাল ফিল্ড ও যোজ্যতা বন্ধন তত্ত্বের আলোকে $[CoF_6]^{3-}$ এবং $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ এর সংকরায়ন, জ্যামিতি ও চৌম্বক ভ্রামক নির্ণয় করো। (In the light of crystal field theory and valence bond theory, determine the hybridization, geometry and magnetic moment of $[CoF_6]^{3-}$ and $[Co(NH_3)_6]^{3+}$.)

P-1 | Q-52

৫২. $(CH_3)_3N$ পিরামিডীয় ও ক্ষারকীয় কিন্তু $(SiH_3)_3N$ সমতলীয় ও দুর্বল ক্ষারক কেন? SiF_6^{2-} গঠিত হলেও CF_6^{2-} গঠিত হয় না কেন? (Why is $(CH_3)_3N$ pyramidal and basic, but $(SiH_3)_3N$ planar and a weak base? Why does SiF_6^{2-} form while CF_6^{2-} does not?)

P-1 | Q-53

৫৩. $O-O$ একক বন্ধন অপেক্ষা $S-S$ একক বন্ধন অধিক শক্তিশালী কেন? PCl_5 গঠিত হলেও NCl_5 গঠিত হয় না কেন এবং NF_3 ব্যতীত নাইট্রোজেনের অন্যান্য ট্রাইহ্যালাইডগুলো বিস্ফোরক কেন? (Why is the $S-S$ single bond stronger than the $O-O$ single bond? Why does PCl_5 form but NCl_5 does not, and why are the trihalides of nitrogen other than NF_3 explosive?)

P-1 | Q-54

৫৪. ক্ল্যাথ্রেট যৌগ কী? কুইনলের কেলাসে নিষ্ক্রিয় গ্যাস কীভাবে আবদ্ধ থাকে? কঠিন অবস্থায় XeF_6 এর আয়নিক রূপটি সংকেতসহ লেখো। (What is a clathrate compound? How are noble gases held in the crystal of quinol? Write the ionic form of XeF_6 in the solid state with its formula.)

P-1 | Q-55

৫৫. XeF_2 এর সংকরায়ন ও জ্যামিতি চিত্রসহ আঁকো। কঠিন অবস্থায় PCl_5 এবং PBr_5 এর আয়নীয় গঠনের ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা করো। (Draw the hybridization and geometry of XeF_2 with a diagram. Explain the reason for the difference in the ionic structures of PCl_5 and PBr_5 in the solid state.)

P-1 | Q-56

৫৬. থায়োসায়ানেট আয়নের (SCN^-) তিনটি সম্ভাব্য রেজোন্যান্স কাঠামো এঁকে ফর্মাল চার্জ নির্ণয় করো এবং সবচেয়ে স্থিতিশীল কাঠামোটি চিহ্নিত করো। (Draw the three possible resonance structures of the thiocyanate ion (SCN^-), determine the formal charges and identify the most stable structure.)

P-1 | Q-57

৫৭. LiF এর দ্রাব্যতা LiI অপেক্ষা এবং CsI এর দ্রাব্যতা CsF অপেক্ষা কম কেন? সিলভার হ্যালাইডসমূহের দ্রাব্যতা ফাজানের নীতির সাহায্যে ব্যাখ্যা করো। (Why is the solubility of LiF lower than that of LiI, and that of CsI lower than that of CsF ? Explain the solubilities of the silver halides with the help of Fajans' rule.)

P-1 | Q-58

৫৮. XeO_3 ও XeO_4 এর সংকরায়ন, জ্যামিতি, লোন পেয়ার এবং σ ও π বন্ধনের সংখ্যা ও প্রকৃতি ($p\pi - p\pi$ অথবা $d\pi - p\pi$) নির্ণয় করো। **(Determine the hybridization, geometry, lone pairs, and the number and nature ($p\pi - p\pi$ or $d\pi - p\pi$) of the σ and π bonds of XeO_3 and XeO_4.)**

P-1 | Q-59

৫৯. বোরন ট্রাইহ্যালাইডসমূহের (BF_3, BCl_3, BBr_3, BI_3) লুইস অম্লতার ক্রম ব্যাখ্যা করো। BF_3 এ ব্যাক-বন্ডিং চিত্রসহ দেখাও। **(Explain the order of Lewis acidity of the boron trihalides (BF_3, BCl_3, BBr_3, BI_3). Show back-bonding in BF_3 with a diagram.)**

P-1 | Q-60

৬০. তরল BrF_3 এর স্বতঃ-আয়ননে উৎপন্ন $[BrF_2]^+$ এবং $[BrF_4]^-$ আয়নদ্বয়ের সংকরায়ন, লোন পেয়ার ও VSEPR আকৃতি চিত্রসহ লেখো। CO_2 গ্যাসীয় কিন্তু SiO_2 কঠিন পলিমারিক জালক কেন? **(Write the hybridization, lone pairs and VSEPR shapes, with diagrams, of the $[BrF_2]^+$ and $[BrF_4]^-$ ions formed in the self-ionization of liquid BrF_3. Why is CO_2 a gas while SiO_2 is a solid polymeric network?)**