Mathematics

২০০ নম্বর

P-1 | Q-1

১. একটি পরাবৃত্তের শীর্ষবিন্দু $(-2, 3)$ এবং উপকেন্দ্র $(1, 7)$। পরাবৃত্তটির সমীকরণ এবং নিয়ামকের সমীকরণ নির্ণয় করো। (A parabola has vertex $(-2, 3)$ and focus $(1, 7)$. Find the equation of the parabola and the equation of its directrix.) ১০

P-1 | Q-2

২. $x^2 = 12y$ পরাবৃত্ত এবং $x - y - 11 = 0$ সরলরেখার মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় করো। (Find the minimum distance between the parabola $x^2 = 12y$ and the straight line $x - y - 11 = 0$.) ১০

P-2 | Q-3

৩. প্রমাণ করো যে, $y^2 = 4ax$ পরাবৃত্তের যেসব জ্যা উপকেন্দ্র দিয়ে অতিক্রম করে, তাদের মধ্যবিন্দুর সঞ্চারপথের সমীকরণ, $y^2 = 2a(x - a)$ ১০
(Prove that for the chords of the parabola $y^2 = 4ax$ that pass through the focus, the equation of the locus of their midpoints is $y^2 = 2a(x - a)$.)

P-2 | Q-4

৪. একটি প্রক্ষেপক ভূমি থেকে এমনভাবে নিক্ষেপ করা হলো যে, এর অনুভূমিক পাল্লা 30 মিটার এবং সর্বোচ্চ উচ্চতা 15 মিটার। প্রক্ষেপকটির অনুভূমিক পাল্লার মধ্যবিন্দু হতে অনুভূমিকভাবে 5 মিটার দূরে এর উচ্চতা নির্ণয় করো। **(A projectile is launched from the ground such that its horizontal range is 30 meters and its maximum height is 15 meters. Find the height of the projectile at a horizontal distance of 5 meters from the midpoint of its horizontal range.)** ১০

P-3 | Q-5

৫. $y^2 = 12x$ পরাবৃত্তের ওপরস্থ এমন একটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক নির্ণয় করো যেখানে অঙ্কিত অভিলম্বটি x-অক্ষকে (15, 0) বিন্দুতে ছেদ করে। (Find the coordinates of a point on the parabola $y^2 = 12x$ at which the normal drawn intersects the x-axis at the point (15, 0).) ১০

P-3 | Q-6

৬. $y^2 = 20x$ পরাবৃত্তের উপকেন্দ্রিক লম্বের প্রান্তবিন্দুদ্বয়ে অঙ্কিত স্পর্শকদ্বয় এবং উপকেন্দ্রিক লম্বটি দ্বারা গঠিত ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো। (Find the area of the triangle formed by the tangents drawn at the endpoints of the latus rectum of the parabola $y^2 = 20x$ and the latus rectum itself.) ১০

P-4 | Q-7

৭. একটি পরাবৃত্তের অক্ষ y-অক্ষের সমান্তরাল এবং এটি (0, 0), (2, 2) এবং (−4, 4) বিন্দুগামী। পরাবৃত্তটির সমীকরণ নির্ণয় করো। (The axis of a parabola is parallel to the y-axis, and it passes through the points (0, 0), (2, 2) and (−4, 4). Find the equation of the parabola.) ১০

P-4 | Q-8

৮. একটি উপবৃত্তের নিয়ামক রেখাদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 32 একক এবং উপকেন্দ্রদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 8 একক। উপবৃত্তটির কেন্দ্র মূলবিন্দুতে এবং বৃহৎ অক্ষ x-অক্ষ বরাবর হলে, এর সমীকরণ নির্ণয় করো। (The distance between the directrices of an ellipse is 32 units, and the distance between the foci is 8 units. If the center of the ellipse is at the origin and the major axis lies along the x-axis, find its equation.) ১০

P-5 | Q-9

৯. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীকে ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদক্ষিণ করছে। উপগ্রহটির ভূপৃষ্ঠ থেকে সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ দূরত্ব যথাক্রমে 400 কি.মি. এবং 2400 কি.মি.। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 কি.মি. হলে, কক্ষপথটির উৎকেন্দ্রিকতা নির্ণয় করো। (An artificial satellite orbits the Earth in an elliptical orbit with the Earth at one focus. The minimum and maximum distances of the satellite from the Earth's surface are 400 km and 2400 km respectively. If the radius of the Earth is 6400 km, find the eccentricity of the orbit.) ১০

P-5 | Q-10

১০. $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1$ উপবৃত্তের ওপর এমন স্পর্শকগুলোর সমীকরণ নির্ণয় করো যা $2x + y - 4 = 0$ রেখার ওপর লম্ব। (Find the equations of the tangents to the ellipse $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1$ that are perpendicular to the line $2x + y - 4 = 0$.) ১০

P-6 | Q-11

১১. $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ উপবৃত্তে অন্তর্লিখিত সর্বোচ্চ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট সমদ্বিবাহু ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো, যার একটি শীর্ষ উপবৃত্তের বৃহৎ অক্ষের ধনাত্মক প্রান্তবিন্দুতে অবস্থিত। (Find the maximum area of an isosceles triangle inscribed in the ellipse $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, one of whose vertices lies at the positive endpoint of the major axis of the ellipse.) ১০

P-6 | Q-12

১২. $4x^2 + 9y^2 - 24x + 36y + 36 = 0$ উপবৃত্তের কেন্দ্র, উৎকেন্দ্রিকতা এবং উপকেন্দ্রদ্বয়ের স্থানাঙ্ক নির্ণয় করো। (Find the center, eccentricity, and coordinates of the foci of the ellipse $4x^2 + 9y^2 - 24x + 36y + 36 = 0$.) ১০

P-7 | Q-13

১৩. $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ উপবৃত্তের ওপরস্থ দুটি বিন্দুর উৎকেন্দ্রিক কোণ যথাক্রমে θ_1 এবং θ_2। যদি বিন্দু দুটির সংযোজক রেখা উপবৃত্তটির একটি উপকেন্দ্র $(ae, 0)$ দিয়ে অতিক্রম করে, তবে $\tan\frac{\theta_1}{2}\tan\frac{\theta_2}{2}$ সংজ্ঞায়িত থাকলে এর মান নির্ণয় করো। (Two points on the ellipse $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ have eccentric angles θ_1 and θ_2 respectively. If the line joining the two points passes through a focus $(ae, 0)$ of the ellipse, find the value of $\tan\frac{\theta_1}{2}\tan\frac{\theta_2}{2}$, given that it is defined.) ১০

P-7 | Q-14

১৪. একটি আধা-উপবৃত্তাকার সুড়ঙ্গের ভূমির সর্বাধিক প্রস্থ 10 মিটার এবং এর কেন্দ্র বরাবর সর্বোচ্চ উচ্চতা 4 মিটার। সুড়ঙ্গটির ভেতর দিয়ে একটি 6 মিটার চওড়া আয়তাকার ট্রাক নিরাপদে প্রবেশ করতে চাইলে, ট্রাকটির সর্বোচ্চ উচ্চতা কত হতে পারবে? সুড়ঙ্গটির প্রস্থচ্ছেদ যে উপবৃত্তের অংশ, তার উৎকেন্দ্রিকতা এবং উপকেন্দ্রিক লম্বের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। (A semi-elliptical tunnel has a maximum width of 10 meters at the ground and a maximum height of 4 meters at its center. If a rectangular truck 6 meters wide wants to pass safely through the tunnel, what is the maximum height the truck can have? Find the eccentricity and the length of the latus rectum of the ellipse of which the tunnel's cross-section is a part.) ১০

P-8 | Q-15

১৫. একটি অধিবৃত্তের উপকেন্দ্রদ্বয় $(\pm 10, 0)$ এবং অসমতট রেখাদ্বয়ের সমীকরণ $3x \pm 4y = 0$। অধিবৃত্তটির সমীকরণ, উৎকেন্দ্রিকতা, নিয়ামক রেখাদ্বয়ের সমীকরণ এবং উপকেন্দ্রিক লম্বের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। (The foci of a hyperbola are $(\pm 10, 0)$ and the equations of its asymptotes are $3x \pm 4y = 0$. Find the equation of the hyperbola, its eccentricity, the equations of its directrices, and the length of its latus rectum.) ১০

P-8 | Q-16

১৬. $5x^2 - 4y^2 - 20x + 16y - 16 = 0$ অধিবৃত্তের কেন্দ্র, শীর্ষবিন্দুদ্বয়, উপকেন্দ্রদ্বয় এবং অসমতট রেখাদ্বয়ের সমীকরণ নির্ণয় করো। এর অনুবন্ধী অধিবৃত্তের সমীকরণও বের করো। (Find the center, vertices, foci, and equations of the asymptotes of the hyperbola $5x^2 - 4y^2 - 20x + 16y - 16 = 0$. Also find the equation of its conjugate hyperbola.) ১০

P-9 | Q-17

১৭. $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$ অধিবৃত্তের $P\left(5, \frac{9}{4}\right)$ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক ও অভিলম্বের সমীকরণ নির্ণয় করো। স্পর্শকটি স্থানাঙ্ক অক্ষদ্বয়ের সাথে যে ত্রিভুজ গঠন করে, তার ক্ষেত্রফলও বের করো। (Find the equations of the tangent and the normal drawn at the point $P\left(5, \frac{9}{4}\right)$ to the hyperbola $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$. Also find the area of the triangle formed by the tangent with the coordinate axes.) ১০

P-9 | Q-18

১৮. প্রমাণ করো যে, $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ অধিবৃত্তের পরস্পর লম্ব দুটি বাস্তব স্পর্শকের ছেদবিন্দুর সঞ্চারপথ $x^2 + y^2 = a^2 - b^2$, যেখানে $a > b > 0$। অতঃপর $\frac{x^2}{25} - \frac{y^2}{9} = 1$ অধিবৃত্তের ক্ষেত্রে সঞ্চারপথটি নির্ণয় করো। (Prove that the locus of the point of intersection of two mutually perpendicular real tangents to the hyperbola $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ is $x^2 + y^2 = a^2 - b^2$, where $a > b > 0$. Then find the locus for the hyperbola $\frac{x^2}{25} - \frac{y^2}{9} = 1$.) ১০

P-10 | Q-19

১৯. $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ অধিবৃত্তের একটি উপকেন্দ্র $S(c, 0)$, যেখানে $c^2 = a^2 + b^2$। S বিন্দুগামী জ্যাগুলোর মধ্যবিন্দুর সঞ্চারপথের সমীকরণ নির্ণয় করো এবং $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{4} = 1$ অধিবৃত্তের ক্ষেত্রে সমীকরণটি লেখো। (One focus of the hyperbola $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ is $S(c, 0)$, where $c^2 = a^2 + b^2$. Find the equation of the locus of the midpoints of chords passing through S, and write the equation for the hyperbola $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{4} = 1$.) ১০

P-10 | Q-20

২০. $xy = 16$ সমকোণী অধিবৃত্তের যে জ্যাটির মধ্যবিন্দু $M(5, 5)$ সেই জ্যার সমীকরণ এবং প্রান্তবিন্দুদ্বয়ের স্থানাঙ্ক নির্ণয় করো। প্রান্তবিন্দুদ্বয়ে অঙ্কিত স্পর্শকদ্বয়ের সমীকরণ ও ছেদবিন্দুর স্থানাঙ্কও বের করো। (Find the equation and the endpoints of the chord of the rectangular hyperbola $xy = 16$ whose midpoint is $M(5, 5)$. Also find the equations of the tangents drawn at the endpoints, and the coordinates of their point of intersection.) ১০

P-11 | Q-21

২১. একটি সঠিক দোলক ঘড়ির দোলকের দৈর্ঘ্য 3% হ্রাস করা হলে, ঘড়িটি একদিনে কত সময় লাভ বা ক্ষতি করবে? (If the length of a correctly-running pendulum clock's pendulum is decreased by 3%, how much time will the clock gain or lose per day?) ১০

P-11 | Q-22

২২. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য $L = 1.5\ m$ এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $A = 2 \times 10^{-6}\ m^2$। তারের ইয়ং গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। তারটির দৈর্ঘ্য $\Delta L = 1.5\ mm$ বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োজন তা নির্ণয় কর। (A steel wire of length $L = 1.5\ m$ and cross-sectional area $A = 2 \times 10^{-6}\ m^2$ has Young's modulus $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$. Find the force required to produce an extension of $\Delta L = 1.5\ mm$.) ১০

P-12 | Q-23

২৩. একটি ক্ষুদ্র ইস্পাত গোলক (ব্যাসার্ধ 1 mm, ঘনত্ব 7800 kgm^{-3}) একটি সান্দ্র তেলে (ঘনত্ব 900 kgm^{-3}) ছেড়ে দেওয়া হলে তা 0.05 ms^{-1} প্রান্তিক বেগ অর্জন করে। তেলের সান্দ্রতা সহগ নির্ণয় কর। (A small steel ball (radius 1 mm, density 7800 kgm^{-3}) released into a viscous oil (density 900 kgm^{-3}) attains a terminal velocity of 0.05 ms^{-1}. Find the coefficient of viscosity of the oil.) ১০

P-12 | Q-24

২৪. একটি পাম্প একটি অনুভূমিক নলের (ব্যাসার্ধ $r = 1$ mm, দৈর্ঘ্য $L = 2$ m) এক প্রান্তে $P = 5000$ Pa (গেজ) চাপ বজায় রাখে, যার মধ্য দিয়ে পানি (সান্দ্রতা 1×10^{-3} Pas, ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}) 8×10^{-7} m^3s^{-1} হারে প্রবাহিত হয়। নলের অপর প্রান্তে একটি উলম্ব খোলা নল (পিজোমিটার) সংযুক্ত আছে, যেখানে পানি স্বাধীনভাবে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠে দাঁড়াবে। (ক) যদি কোনো প্রবাহ না থাকত, তবে পাম্পের চাপে পানি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠতে পারত তা নির্ণয় কর। (খ) প্রকৃতপক্ষে প্রবাহ থাকায় অনুভূমিক অংশে সান্দ্র ক্ষতির কারণে চাপ কিছুটা কমে যায় — উলম্ব নলে পানি প্রকৃতপক্ষে কত উচ্চতায় দাঁড়াবে তা নির্ণয় কর। (A pump maintains a pressure $P = 5000$ Pa (gauge) at one end of a horizontal tube (radius $r = 1$ mm, length $L = 2$ m), through which water (viscosity 1×10^{-3} Pas, density 1000 kgm^{-3}) flows at a rate of 8×10^{-7} m^3s^{-1}. At the far end, a vertical open tube (piezometer) is connected, in which water will freely rise to a certain height. (a) If there were no flow at all, find the maximum height to which the pump's pressure could raise water. (b) Since there is actually a flow, viscous losses in the horizontal section reduce the available pressure — find the actual height to which water stands in the vertical tube.) ১০

P-13 | Q-25

২৫. 0.4 kg ভরের একটি কণা 0.25 m বিস্তারে সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পাদন করছে। সাম্যাবস্থা থেকে 0.15 m দূরত্বে গতিশক্তি 0.2 J। প্রাথমিক দশা 30° ($\frac{\pi}{6}$) হলে বেগ ও ত্বরণের সমীকরণ নির্ণয় কর। (A particle of mass 0.4 kg executes simple harmonic oscillation with amplitude 0.25 m. At a distance of 0.15 m from equilibrium, its kinetic energy is 0.2 J. If the initial phase is 30° ($\frac{\pi}{6}$), find the velocity and acceleration equations.) ১০

P-13 | Q-26

২৬. জেগারের পদ্ধতিতে (Jaeger's method) পৃষ্ঠটান পরিমাপের জন্য একটি সরু নলকে তরলে $h = 6$ cm গভীরতায় ডুবানো হয় এবং নলের ভিতর দিয়ে বাতাস প্রবেশ করিয়ে তরলের নিচে একটি বুদ্বুদ তৈরি করা হয়। বুদ্বুদ তৈরি করতে (নলের মুখে, ব্যাসার্ধ $r = 0.5$ mm) প্রয়োজনীয় সর্বোচ্চ (গেজ) চাপ পাওয়া গেল 888 Pa। তরলের ঘনত্ব 1000 kgm^{-3} ধরে তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয় কর। (In Jaeger's method for measuring surface tension, a narrow tube is dipped to a depth $h = 6$ cm in a liquid, and air is forced through it to form a bubble at its tip (radius $r = 0.5$ mm) below the surface. The maximum (gauge) pressure required to form the bubble is measured to be 888 Pa. Taking the liquid's density as 1000 kgm^{-3}, find its surface tension.) ১০

P-14 | Q-27

২৭. সমান বিস্তার ও কম্পাঙ্কে দুটি কণা সরল দোল গতি সম্পন্ন করছে। তারা যখন বিপরীত দিকে যাওয়ার সময় একে অপরকে অতিক্রম করে, তখন তাদের সরণ বিস্তারের এক-চতুর্থাংশ ($\frac{A}{4}$) হয়। কণা দুটির দশা পার্থক্য কত? (Two particles execute SHM with the same amplitude and frequency. While moving in opposite directions, they cross each other when their displacement is one-fourth of the amplitude ($\frac{A}{4}$). Find the phase difference between the two particles.) ১০

P-14 | Q-28

২৮. $k_1 = 50\ Nm^{-1}$ ও $k_2 = 75\ Nm^{-1}$ ধ্রুবকবিশিষ্ট দুটি স্প্রিং সিরিজে যুক্ত করে ছাদ থেকে ঝুলানো হলো, নিচে $m = 5\ kg$ ভরের ব্লক। এই সিরিজ সমাবেশের সমান্তরালে $k_3 = 100\ Nm^{-1}$ ধ্রুবকের আরেকটি স্প্রিং যুক্ত করা হলো। দোলনকাল নির্ণয় কর। (Springs of constants $k_1 = 50\ Nm^{-1}$ and $k_2 = 75\ Nm^{-1}$ are connected in series and hung from the ceiling with a block of mass $m = 5\ kg$ at the bottom. A third spring of constant $k_3 = 100\ Nm^{-1}$ is connected in parallel with the series combination. Find the period of oscillation.) ১০

P-15 | Q-29

২৯. একটি সেকেন্ড দোলক (বায়ুতে দোলনকাল $T = 2\,s$, $g = 9.8\,ms^{-2}$) এর ববের ঘনত্ব $7500\,kgm^{-3}$, এবং ববের 50% অংশ ঘনত্ব $1000\,kgm^{-3}$ এর তরলে নিমজ্জিত থাকলে নতুন দোলনকাল কত হবে? (For a seconds pendulum (period $T = 2\,s$ in air, $g = 9.8\,ms^{-2}$), if the bob's density is $7500\,kgm^{-3}$ and 50% of it is submerged in a liquid of density $1000\,kgm^{-3}$, find the new period.) ১০

P-15 | Q-30

৩০. একই সাবান দ্রবণের (পৃষ্ঠটান $T = 3 \times 10^{-2}\,Nm^{-1}$) দুটি বুদ্বুদ, ব্যাসার্ধ $r_1 = 1\,cm$ ও $r_2 = 2\,cm$, বাতাসে (বায়ুমণ্ডলীয় চাপ ধ্রুবক ধরে) একত্রিত হয়ে একটি বড় বুদ্বুদ তৈরি করে, যার আয়তন দুটি মূল বুদ্বুদের আয়তনের সমষ্টির সমান (অর্থাৎ $R = (r_1^3 + r_2^3)^{1/3}$)। শক্তির সংরক্ষণ ব্যবহার করে (পৃষ্ঠ শক্তি পরিবর্তন ও বায়ুমণ্ডলের বিরুদ্ধে কৃত কাজ বিবেচনা করে) মিলনের ফলে নির্গত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। (Two soap bubbles from the same solution (surface tension $T = 3 \times 10^{-2}\,Nm^{-1}$), with radii $r_1 = 1\,cm$ and $r_2 = 2\,cm$, merge in air (atmospheric pressure constant) to form one bigger bubble whose volume equals the sum of the two original volumes (i.e. $R = (r_1^3 + r_2^3)^{1/3}$). Using energy conservation (accounting for both the change in surface energy and the work done against/by the atmosphere), find the amount of heat released in the merger.) ১০

P-16 | Q-31

৩১. একটি খাড়া তার (দৈর্ঘ্য $L = 2\ m$, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $A = 1 \times 10^{-6}\ m^2$, ইয়ং গুণাংক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$) উপরের প্রান্তে দৃঢ়ভাবে আটকানো। একটি $5\ kg$ ভরের বস্তু তারের নিচের মুক্ত প্রান্তের ঠিক উপরে $h = 0.1\ m$ উচ্চতা থেকে স্বাধীনভাবে ছেড়ে দেওয়া হলো, এবং সেটি তারের প্রান্তে হঠাৎ (আকস্মিকভাবে) সংযুক্ত হয়ে যায়। শক্তি সংরক্ষণ সূত্র ব্যবহার করে তারের সর্বোচ্চ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় কর, এবং এটিকে ধীরে ধীরে (স্থিতিশীলভাবে) একই ভর ঝুলালে যে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হতো তার সাথে তুলনা কর। (A vertical wire (length $L = 2\ m$, cross-sectional area $A = 1 \times 10^{-6}\ m^2$, Young's modulus $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$) is rigidly fixed at its top end. A $5\ kg$ mass is released from rest at a height $h = 0.1\ m$ directly above the free lower end of the wire, and suddenly attaches to it upon contact. Using energy conservation, find the maximum elongation of the wire, and compare it with the elongation that would result from gently (statically) hanging the same mass.) ১০

P-16 | Q-32

৩২. $x = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ হলে কখন বেগ ও ত্বরণের সাংখ্যমান সমান হবে (প্রথম দুটি সময়)? (If $x = 5\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$, find the first two times at which the magnitudes of velocity and acceleration are equal.) ১০

P-17 | Q-33

৩৩. দুটি উলম্ব সমান্তরাল কাচের পাত একে অপর থেকে $d = 0.2\ mm$ দূরত্বে রেখে আংশিকভাবে পানিতে ডুবানো হলো। পানির পৃষ্ঠটান $T = 7.2 \times 10^{-2}\ Nm^{-1}$ এবং স্পর্শ কোণ $0°$ ধরে, পাত দুটির মধ্যে পানি কত উচ্চতা পর্যন্ত উঠবে তা নির্ণয় কর। এরপর, একই তরলে ব্যাসার্ধ পাত দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের সমান ($r = d$) একটি বৃত্তাকার কৈশিক নলে ওঠা উচ্চতার সাথে তুলনা কর। (Two vertical parallel glass plates, separated by a distance $d = 0.2\ mm$, are partially dipped into water. Taking the surface tension of water as $T = 7.2 \times 10^{-2}\ Nm^{-1}$ and the angle of contact as $0°$, find the height to which water rises between the plates. Then compare this with the height to which the same liquid would rise in a circular capillary tube whose radius equals the plate separation ($r = d$).) ১০

P-17 | Q-34

৩৪. একটি পদার্থের ইয়ং গুণাংক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ এবং আয়তন গুণাংক (bulk modulus) $K = 1.6 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। জানা আছে যে, ইলাস্টিক ধ্রুবকগুলোর মধ্যে সম্পর্ক: $Y = 3K(1 - 2\sigma)$ এবং $Y = 2\eta(1 + \sigma)$, যেখানে σ পয়সনের অনুপাত এবং η দৃঢ়তা গুণাংক। এই তথ্য থেকে পদার্থটির পয়সনের অনুপাত এবং দৃঢ়তা গুণাংক নির্ণয় কর। (A material has Young's modulus $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ and bulk modulus $K = 1.6 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$. The elastic constants are related by $Y = 3K(1 - 2\sigma)$ and $Y = 2\eta(1 + \sigma)$, where σ is Poisson's ratio and η is the rigidity (shear) modulus. Using this, find the material's Poisson's ratio and rigidity modulus.) ১০

P-18 | Q-35

৩৫. পানি (সান্দ্রতা 1×10^{-3} Pas) একটি অনুভূমিক কৈশিক নলের (ব্যাসার্ধ 0.5 mm, দৈর্ঘ্য 20 cm) মধ্য দিয়ে 2000 Pa চাপ পার্থক্যে প্রবাহিত হচ্ছে। পোয়াজোই সূত্র ব্যবহার করে আয়তনিক প্রবাহের হার এবং প্রবাহের গড় বেগ নির্ণয় কর। (Water (viscosity 1×10^{-3} Pas) flows through a horizontal capillary tube (radius 0.5 mm, length 20 cm) under a pressure difference of 2000 Pa. Using Poiseuille's equation, find the volumetric flow rate and the average velocity of flow.) ১০

P-18 | Q-36

৩৬. একটি সেকেন্ড দোলককে পাহাড়ের চূড়ায় নিলে 6 ঘণ্টায় 20 s সময়ের পার্থক্য (ধীরে চলে) দেখা গেল। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6400$ km হলে পাহাড়ের উচ্চতা কত? (A seconds pendulum, when taken to the top of a mountain, shows a time difference of 20 s over 6 hours (runs slow). If the radius of the Earth is $R = 6400$ km, find the height of the mountain.) ১০

P-19 | Q-37

৩৭. একটি তারের দৈর্ঘ্য $L = 2\ m$ এবং প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফল $A = 1.5 \times 10^{-6}\ m^2$। তারটির উপর $F = 300\ N$ বল প্রয়োগ করলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $\Delta L = 2\ mm$ হয়। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। (A wire of length $L = 2\ m$ and cross-sectional area $A = 1.5 \times 10^{-6}\ m^2$ is stretched by a force $F = 300\ N$. Its extension is $\Delta L = 2\ mm$. Find Young's modulus of the material.) ১০

P-19 | Q-38

৩৮. একটি গ্রহের কেন্দ্র দিয়ে এর ব্যাসের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্ত পর্যন্ত একটি টানেল খনন করা হলো। গ্রহের ঘনত্ব $\rho = 5500\ kgm^{-3}$ (সমসত্ত্ব ধরা হলো; পৃথিবীর গড় ঘনত্বের কাছাকাছি)। টানেল বরাবর একটি পাথর ছেড়ে দিলে তার দোলনকাল কত হবে? ($G = 6.674 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$) (A tunnel is dug straight through the centre of a planet, from one end of a diameter to the other. The planet's (uniform) density is $\rho = 5500\ kgm^{-3}$ (close to Earth's average density). If a stone is dropped into the tunnel, find its period of oscillation. ($G = 6.674 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$)) ১০

P-20 | Q-39

৩৯. সমুদ্রপৃষ্ঠে $T = 2\,s$ দোলনকালের একটি সেকেন্ড দোলককে পর্বতের চূড়ায় নিয়ে গেলে $T' = 2.0025\,s$ পাওয়া গেল। $R = 6371\,km$ হলে পর্বতের উচ্চতা কত? (A seconds pendulum has period $T = 2\,s$ at sea level. When taken to the top of a mountain, its period is found to be $T' = 2.0025\,s$. If $R = 6371\,km$, find the height of the mountain.) ১০

P-20 | Q-40

৪০. অনুভূমিক ঘর্ষণবিহীন টেবিলের উপর $m = 1\,kg$ ভরের একটি ব্লক আছে। ব্লকটি $k_1 = 150\,Nm^{-1}$ ও $k_2 = 250\,Nm^{-1}$ ধ্রুবকের দুটি হালকা স্প্রিং দ্বারা দুটি দৃঢ় দেয়ালের সাথে যুক্ত, স্প্রিং দুটি ব্লকের গতিপথ (অনুভূমিক দিক) এর সাথে $\theta = 45°$ কোণে অবস্থিত। ব্লকটিকে অনুভূমিক দিক বরাবর সামান্য সরিয়ে ছেড়ে দিলে কৌণিক কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। (ক্ষুদ্র সরণের জন্য গতিপথ বরাবর বলের উপাংশ বিবেচনা কর) (A block of mass $m = 1\,kg$ lies on a smooth horizontal table, connected to two rigid walls by light springs of constants $k_1 = 150\,Nm^{-1}$ and $k_2 = 250\,Nm^{-1}$, each making an angle $\theta = 45°$ with the block's direction of motion (horizontal). If the block is displaced slightly along the horizontal direction and released, find its angular frequency of oscillation. (For small displacement, consider only the component of restoring force along the direction of motion.)) ১০

P-21 | Q-41

৪১. নিচের টেবিলে মৌল P , Q, R, S-এর ধারাবাহিক আয়নীকরণ শক্তির মান ($kJmol^{-1}$): ১০

P : $E_1 = 419, E_2 = 3051, E_3 = 4411, E_4 = 5877, E_5 = 7975$
Q: $E_1 = 590, E_2 = 1145, E_3 = 4912, E_4 = 6491, E_5 = 8153$
R: $E_1 = 786, E_2 = 1577, E_3 = 3232, E_4 = 4356, E_5 = 16091$
S: $E_1 = 1012, E_2 = 1903, E_3 = 2910, E_4 = 4956, E_5 = 6273$
প্রতিটি মৌলের যোজনী ইলেকট্রন সংখ্যা ও সম্ভাব্য গ্রুপ নির্ণয় করো। (The following data table shows successive ionization energies ($kJmol^{-1}$) of elements P , Q, R, S. Determine the number of valence electrons and possible group of each element.)

P-21 | Q-42

৪২. একটি মৌল Y -এর শেষ ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যা $n = 4, l = 0$ এবং এর ধারাবাহিক IE ডেটায় $E_2 \rightarrow E_3$-তে বিশাল লাফ পাওয়া যায়। Y -এর ইলেকট্রন বিন্যাস, পারমাণবিক সংখ্যা ও সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যা নির্ণয় করো। (An element Y has its last electron with quantum numbers $n = 4, l = 0$, and its successive IE data shows a huge jump at $E_2 \rightarrow E_3$. Determine the electron configuration, atomic number and maximum oxidation state of Y .) ১০

P-22 | Q-43

৪৩. Mg-এর প্রথম দুটি ধারাবাহিক আয়নীকরণ শক্তি 738 ও 1451 $kJmol^{-1}$। 250 g Mg ধাতুর নমুনার সব পরমাণুকে Mg^{2+} আয়নে রূপান্তরিত করতে মোট কত শক্তি প্রয়োজন হবে? (Mg-এর মোলার ভর = 24 $gmol^{-1}$) (The first two successive ionization energies of Mg are 738 and 1451 $kJmol^{-1}$. How much total energy is required to convert all atoms in a 250 g sample of Mg metal into Mg^{2+} ions? (Molar mass of Mg = 24 $gmol^{-1}$)) ১০

P-22 | Q-44

৪৪. ৩য় পর্যায়ের ($Na \rightarrow Ar$) E_1 প্লটে $Mg \rightarrow Al$ এবং $P \rightarrow S$ দুটি স্থানীয় ডিপ পরিলক্ষিত হয়। প্রকৃত মান (Mg = 738, Al = 578, P = 1012, S = 1000 $kJmol^{-1}$) ব্যবহার করে প্রতিটি ডিপের মাত্রা গণনা করো এবং ২য় পর্যায়ের অনুরূপ ডিপের (Be = 899, B = 801, N = 1402, O = 1314 $kJmol^{-1}$) সাথে তুলনা করো। (In the E_1 plot for period 3 elements ($Na \rightarrow Ar$), two local dips are observed at $Mg \rightarrow Al$ and $P \rightarrow S$. Using actual values (Mg = 738, Al = 578, P = 1012, S = 1000 $kJmol^{-1}$), calculate the magnitude of each dip and compare with the corresponding dips in period 2 (Be = 899, B = 801, N = 1402, O = 1314 $kJmol^{-1}$).) ১০

P-23 | Q-45

৪৫. একটি মৌলের প্রথম চারটি আয়নীকরণ শক্তি I_1, I_2, I_3, I_4 যথাক্রমে $y, 1.9y, 2.9y, 15.2y$। মৌলটির সম্ভাব্য গ্রুপ নির্ণয় করো এবং $I_1 = 1086\ kJmol^{-1}$ হলে I_4-এর মান বের করো। (The first four ionization energies I_1, I_2, I_3, I_4 of an element are $y, 1.9y, 2.9y, 15.2y$ respectively. Determine the possible group of the element, and if $I_1 = 1086\ kJmol^{-1}$, find the value of I_4.) ১০

P-23 | Q-46

৪৬. K ও Ca-এর দ্বিতীয় আয়নীকরণ শক্তি যথাক্রমে 3051 ও $1145\ kJmol^{-1}$। এই বিশাল পার্থক্য ব্যাখ্যা করো এবং K^+ ও Ca^+-এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখিয়ে যুক্তি প্রতিষ্ঠা করো। (The second ionization energies of K and Ca are 3051 and $1145\ kJmol^{-1}$ respectively. Explain this large difference and establish the reasoning by showing the electron configurations of K^+ and Ca^+.) ১০

P-24 | Q-47

৪৭. F, Cl-এর ইলেকট্রন আসক্তি যথাক্রমে −328 ও −349 $kJmol^{-1}$, কিন্তু তড়িৎ ঋণাত্মকতা (পলিং স্কেলে) যথাক্রমে 4.0 ও 3.0। এই দুই ভিন্নধর্মী ক্রমের পেছনের কারণ পয়েন্ট আকারে ব্যাখ্যা করো। (The electron affinities of F and Cl are −328 and −349 $kJmol^{-1}$ respectively, but their electronegativities (Pauling scale) are 4.0 and 3.0 respectively. Explain the reason behind these two apparently contradictory orders in point form.) ১০

P-24 | Q-48

৪৮. Mn ($[Ar]3d^5 4s^2$)-এর ইলেকট্রন আসক্তি প্রতিবেশী Cr ও Fe অপেক্ষা ব্যতিক্রমীভাবে কম কেন? N-এর ব্যতিক্রমের সাথে সাদৃশ্য দেখিয়ে ব্যাখ্যা করো। (Why is the electron affinity of Mn ($[Ar]3d^5 4s^2$) anomalously low compared to its neighbours Cr and Fe? Explain by showing the analogy with the anomaly of N.) ১০

P-25 | Q-49

৪৯. Co-এর সম্ভাব্য জারণ সংখ্যা +2 ও +3। উভয়ের ইলেকট্রন বিন্যাস লিখে ব্যাখ্যা করো কেন Co^{2+} (d^7) সাধারণত Co^{3+} (d^6) অপেক্ষা অধিক স্থিতিশীল (Fe-এর প্রবণতার বিপরীত)। (Co has possible oxidation states +2 and +3. Write the electron configurations of both and explain why Co^{2+} (d^7) is generally more stable than Co^{3+} (d^6) (opposite to the trend of Fe).) ১০

P-25 | Q-50

৫০. O, S, Se-এর ইলেকট্রন আসক্তি যথাক্রমে $-141, -200, -195\ kJmol^{-1}$। এই তিনটি মানের ক্রম ($S > Se > O$) থেকে দুটি পৃথক নীতি (একটি ব্যতিক্রম, একটি স্বাভাবিক প্রবণতা) চিহ্নিত করে ব্যাখ্যা করো। (The electron affinities of O, S, Se are $-141, -200, -195\ kJmol^{-1}$ respectively. Identify and explain two separate principles (one exception, one normal trend) from the order ($S > Se > O$).) ১০

P-26 | Q-51

৫১. Sn-এর সম্ভাব্য জারণ সংখ্যা +2 ও +4 ("নিষ্ক্রিয় জোড় প্রভাব")। ব্যাখ্যা করো কেন ভারী গ্রুপ ১৪ মৌলে (যেমন Sn, Pb) নিম্নতর জারণ সংখ্যা (+2) তুলনামূলক বেশি স্থিতিশীল হয়ে ওঠে, হালকা মৌলের (C, Si) তুলনায়। (**Sn has possible oxidation states +2 and +4 ('inert pair effect'). Explain why the lower oxidation state (+2) becomes relatively more stable in heavier group 14 elements (like Sn, Pb) compared to lighter elements (C, Si).**) ১০

P-26 | Q-52

৫২. আইসোইলেকট্রনিক সিরিজ $N^{3-}, O^{2-}, F^{-}, Na^{+}, Mg^{2+}, Al^{3+}$ (প্রতিটিতে ইলেকট্রন সংখ্যা 10)-এর $\frac{Z}{e}$ অনুপাত গণনা করে ব্যাসার্ধের সম্পূর্ণ ক্রম প্রতিষ্ঠা করো। (**For the isoelectronic series $N^{3-}, O^{2-}, F^{-}, Na^{+}, Mg^{2+}, Al^{3+}$ (10 electrons each), calculate the $\frac{Z}{e}$ ratio and establish the complete order of radius.**) ১০

P-27 | Q-53

৫৩. স্লেটারের নিয়ম প্রয়োগ করে S ($Z = 16, 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$)-এর একটি 3p ইলেকট্রনের ওপর Z_{eff} গণনা করো। (Using Slater's rule, calculate Z_{eff} on a 3p electron of S ($Z = 16, 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$).) ১০

P-27 | Q-54

৫৪. Ga ($Z = 31, [Ar]3d^{10}4s^2 4p^1$) ও Al ($Z = 13, [Ne]3s^2 3p^1$)-এর E_1 প্রায় সমান (Ga = 579, Al = 578 $kJmol^{-1}$)। $3d^{10}$ -এর স্ক্রিনিং ভূমিকা বিশ্লেষণ করে এই "d-ব্লক সংকোচন" ব্যাখ্যা করো। (The E_1 values of Ga ($Z = 31, [Ar]3d^{10}4s^2 4p^1$) and Al ($Z = 13, [Ne]3s^2 3p^1$) are nearly equal (Ga = 579, Al = 578 $kJmol^{-1}$). Explain this 'd-block contraction' by analysing the screening role of $3d^{10}$.) ১০

P-28 | Q-55

৫৫. Cl^-, K^+ এবং S^{2-}, Ca^{2+}-এর মধ্যে $\frac{Z}{e}$ অনুপাতের পার্থক্য গণনা করে দেখাও কোন জোড়ায় ব্যাসার্ধের পার্থক্য বেশি হবে। (For Cl^-, K^+ and S^{2-}, Ca^{2+}, calculate the difference in the $\frac{Z}{e}$ ratio and show which pair will have the larger difference in radius.) ১০

P-28 | Q-56

৫৬. Nb (Z = 41) ও Ta (Z = 73)-এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 146 pm ও 146 pm (সম্পূর্ণ অভিন্ন)। ল্যান্থানাইড সংকোচনের পরিমাণগত ব্যাখ্যা দাও: যদি সংকোচন না ঘটত, তবে Ta-এর প্রত্যাশিত ব্যাসার্ধ কত হতো (স্বাভাবিক গ্রুপ-বৃদ্ধি ≈ 15 pm ধরে)? (The atomic radii of Nb (Z = 41) and Ta (Z = 73) are 146 pm and 146 pm respectively (exactly identical). Give a quantitative explanation of the lanthanide contraction: if the contraction had not occurred, what would the expected radius of Ta have been (taking the normal group increase as ≈ 15 pm)?) ১০

P-29 | Q-57

৫৭. ZnO (উভধর্মী)-এর H_2SO_4 ও $NaOH$-এর সাথে বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখো এবং Al_2O_3-এর সাথে এর সাদৃশ্যের কারণ ব্যাখ্যা করো। (Write the equations for the reaction of ZnO (amphoteric) with H_2SO_4 and $NaOH$, and explain the reason for its similarity with Al_2O_3.) ১০

P-29 | Q-58

৫৮. Al^{3+}, Mg^{2+}, Na^{+}-এর হাইড্রেশন এনথালপি যথাক্রমে (আনুমানিক) $-4680, -1921, -406\ kJmol^{-1}$। এই মান থেকে ব্যাখ্যা করো কেন জলীয় দ্রবণে Al^{3+}-এর পরিবাহিতা তার উচ্চ চার্জ সত্ত্বেও প্রত্যাশার তুলনায় কম হয়। (The hydration enthalpies of Al^{3+}, Mg^{2+}, Na^{+} are approximately $-4680, -1921, -406\ kJmol^{-1}$ respectively. Using these values, explain why the conductivity of Al^{3+} in aqueous solution is lower than expected despite its high charge.) ১০

P-30 | Q-59

৫৯. V -এর অক্সাইড সিরিজ (VO, V_2O_3, VO_2, V_2O_5)-এর জারণ সংখ্যা যথাক্রমে +2, +3, +4, +5। প্রতিটির প্রত্যাশিত অম্ল-ক্ষারক প্রকৃতি নির্ধারণ করো এবং Mn-এর অক্সাইড সিরিজের সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ প্যাটার্ন দেখাও। (The oxide series of V (VO, V_2O_3, VO_2, V_2O_5) has oxidation states +2, +3, +4, +5 respectively. Determine the expected acid-base nature of each and show the similar pattern with the oxide series of Mn.) ১০

P-30 | Q-60

৬০. একটি জলীয় দ্রবণে Li^+ ও Na^+-এর মোলার পরিবাহিতা যথাক্রমে 38.7 ও 50.1 Scm^2mol^{-1}। গ্যাসীয় আয়নিক ব্যাসার্ধ (Li^+ = 76 pm, Na^+ = 102 pm) ব্যবহার করে ব্যাখ্যা করো কেন ছোট গ্যাসীয় ব্যাসার্ধ সত্ত্বেও Li^+-এর পরিবাহিতা কম। (In an aqueous solution, the molar conductivities of Li^+ and Na^+ are 38.7 and 50.1 Scm^2mol^{-1} respectively. Using the gaseous ionic radii (Li^+ = 76 pm, Na^+ = 102 pm), explain why Li^+ has lower conductivity despite its smaller gaseous radius.) ১০