

ENGLISH SECTION (Hindi terms in brackets)

Power Play

Class 8 Maths (Ganita Prakash Part 1) • Chapter 2 • Detailed Notes + All Textbook Solutions + Board Questions (2026-27)

Chapter Review in Easy Language**1. The power of doubling (दुगुना होने की शक्ति)**

Fold a sheet of paper again and again: **the thickness doubles with every fold**. Take thickness 0.001 cm. After 1 fold 0.002 cm, 2 folds 0.004 cm, 3 folds 0.008 cm, ... **10 folds = 1.024 cm**, 17 folds $\approx$ 131 cm, **26 folds $\approx$ 670 m** (Burj Khalifa is 830 m), **30 folds $\approx$ 10.7 km** (a plane's height; Mariana Trench is 11 km deep) and **46 folds $\approx$ 7,00,000 km** – more than the Moon's distance (3,84,400 km)! Any **3 folds** multiply the thickness by $2 \times 2 \times 2 = 8$; any **10 folds** multiply it by $2^{10} = 1024$. This rapid **multiplicative (exponential) growth** is the power of powers.

Folds	10	17	20	26	27	30	36	40	46
Thickness	1.02 cm	131 cm	10.5 m	671 m	1.3 km	10.7 km	687 km	10995 km	7,03,687 km

2. Exponential notation (घातांकी संकेतन)

$n \times n \times \dots$ (a times) = n^a . In $5^4 = 5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625$, **5 is the base** and **4 is the exponent (power)**; read '5 raised to the power 4'. $n^2 =$ 'n squared', $n^3 =$ 'n cubed'. Examples: $(-4)^3 = -64$; $a \times a \times b \times b = a^3b^2$. **Do not confuse** $4 + 4 + 4 = 3 \times 4 = 12$ with $4 \times 4 \times 4 = 4^3 = 64$. Thickness after 10 folds with initial thickness v is $2^{10}v$ (option v). **Prime factorisation:** $32400 = 2^4 \times 3^4 \times 5^2$. Also: $(-1)^5 = -1$ (odd power, negative); $(-1)^{56} = +1$ (even power, positive); $(-2)^4 = 16$ (true); $0^2 = 0$, $0^5 = 0$ and $0^n = 0$ for counting numbers n .

3. Laws of exponents (घातांक के नियम)

Law	Rule	Example
Product, same base	$n^a \times n^b = n^{a+b}$	$3^4 \times 3^3 = 3^7 = 2187$
Power of a power	$(n^a)^b = (n^b)^a = n^{ab}$	$(4^3)^2 = 4^6 = 4096$
Same exponent, product	$m^a \times n^a = (mn)^a$	$2^5 \times 5^5 = 10^5$
Same exponent, quotient	$n^a \div m^a = (n/m)^a$	$10^4 \div 5^4 = 2^4 = 16$

Quotient, same base	$n^a \div n^b = n^{a-b} (n \neq 0)$	$2^{100} \div 2^{25} = 2^{75}$
Zero exponent	$n^0 = 1 (n \neq 0)$	$2^0 = 2^4 \div 2^4 = 1$
Negative exponent	$n^{-a} = 1/n^a$ and $1/n^{-a} = n^a$	$2^{-1} = 1/2, 10^{-3} = 1/1000$

- **Why $n \neq 0$?** 0^0 is not defined, and $n^a \div n^b$ would divide by zero. **Why $n^0 = 1$?** To keep the rule $n^a \div n^a = n^{a-a} = n^0$ true, and $n^a \div n^a = 1$.
- **Negative exponents:** halving 2^4 five times gives $2^4 \div 2^5 = 2^{-1} = 1/2$; halving ten times gives $2^4 \div 2^{10} = 2^{-6} = 1/64$. The laws hold for **all integers** a and b .
- **Why $3^7 = 3^2 \times 3^5$?** $3^7 = (3 \times 3) \times (3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3)$. **Power lines:** along a power line of 4 (... 4^{-2} , 4^{-1} , 4^0 , 4^1 , 4^2 , ...), moving up one step multiplies by 4 and down one step divides by 4; $4^7 \div 4^5 = 4^2$ means 16384 is 16 times 1024.

4. Counting with powers (घातों से गिनती)

- **Stones that shine:** 3 daughters, 3 baskets each, 3 keys per basket, 3 rooms per key, ... rooms $= 3^4 = 81$, diamonds $= 3^7 = 3^4 \times 3^3 = 81 \times 27 = 2187$.
- **Magical pond:** lotuses double daily and cover the pond on day 30 (2^{30}), so it is **half covered on day 29 (2^{29})**. Doubling for 4 days then tripling for 4 days: $2^4 \times 3^4 = (2 \times 3)^4 = 6^4 = 1296$; the order does not matter.
- **Combinations (multiplication principle):** 4 dresses $\times$ 3 caps $= 12$; 7 dresses $\times$ 2 hats $\times$ 3 shoes $= 42$. A 2-digit lock has $10 \times 10 = 100$ codes, 3-digit $10^3 = 1000$, **5-digit lock $10^5 = 1,00,000$** ; a lock of 6 slots with letters A–Z has $26^6 = 30,89,15,776$ codes. Tip: if stuck, **solve a simpler version first**.

5. Powers of 10 and scientific notation (10 की घात और वैज्ञानिक संकेतन)

Expanded form: $47561 = 4 \times 10^4 + 7 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 1 \times 10^0$. With decimals: $561.903 = 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 9 \times 10^{-1} + 0 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-3}$. **Scientific (standard) form: $x \times 10^y$ with $1 \leq x < 10$ and y an integer.** $5900 = 5.9 \times 10^3$, $20800 = 2.08 \times 10^4$, $80,00,000 = 8 \times 10^6$. The **exponent matters most** (it tells the number of digits); the digits of the coefficient show how well the number is known (1.42×10^5 vs 1.4×10^5). Sun to Saturn 1.4335×10^{12} m, Saturn to Uranus 1.439×10^{12} m, Sun to Earth 1.496×10^{11} m (smallest, about one-tenth of Sun–Saturn on the number line). Facts: Sun's distance from galaxy centre 3×10^{20} m; stars in our galaxy 1×10^{11} ; mass of Earth 5.976×10^{24} kg.

6. Guess, estimate and get a sense of big numbers

- **Method:** (1) make an instinctive **guess**; (2) describe relationships among quantities; (3) make **reasonable assumptions**; (4) calculate and compare with your guess. Answers can differ with assumptions; modelling matters. **Tulabhara:** offering goods equal to a person's

weight (jaggery worth $45 \times 70 = ₹3150$; wheat $50 \times 50 = ₹2500$ under the textbook's assumptions).

- ▶ **Linear vs exponential growth:** steps of 20 cm to reach the Moon need $3,84,400 \text{ km} \div 20 \text{ cm} = 1,92,20,00,000$ steps (additive), whereas paper needs only **46 folds** (multiplicative).
- ▶ **Number names:** lakh 10^5 , crore 10^7 , arab 10^9 , kharab 10^{11} , neel 10^{13} , padma 10^{15} , shankh 10^{17} , maha shankh 10^{19} . International: million 10^6 , billion 10^9 , trillion 10^{12} , quadrillion 10^{15} , quintillion 10^{18} , ... The first part (bi, tri, quadri...) tells how many times 1000 is multiplied by 1000. **Googol** = 10^{100} , **googolplex** = 10^{googol} .
- ▶ **Examples of size (textbook):** 2×10^0 northern white rhinos; 3×10^3 Komodo dragons; 8.2×10^9 humans; 3.3×10^{10} chickens; 3×10^{12} trees; 2×10^{16} ants; 10^{21} grains of sand; 2×10^{23} stars in the universe; 2×10^{25} drops of water on Earth. **Time:** 10^9 seconds ≈ 31.7 years, 10^6 s ≈ 11.6 days, 10^{17} s ≈ 3.17 billion years.

7. A pinch of history (थोड़ा इतिहास)

The **Lalitavistara** (Buddhist text, 1st century BCE) gives names for odd powers of ten up to 10^{53} : a hundred kotis (10^7) = **ayuta** (10^9), hundred ayutas = **niyuta** (10^{11}), ... up to **tallakshana** (10^{53}). **Mahaviracharya** lists 24 terms (up to 10^{23}) in *Ganita-sara-sangraha*; the Jaina text **Amalasiddhi** names every power up to 10^{96} ; Kaccayana's Pali grammar goes to 10^{140} (**asankhyeya**). Highest banknote ever printed: 1 sextillion (10^{21}) pengő, Hungary 1946 (never issued); 100 trillion (10^{14}) Zimbabwean dollar note, 2009.

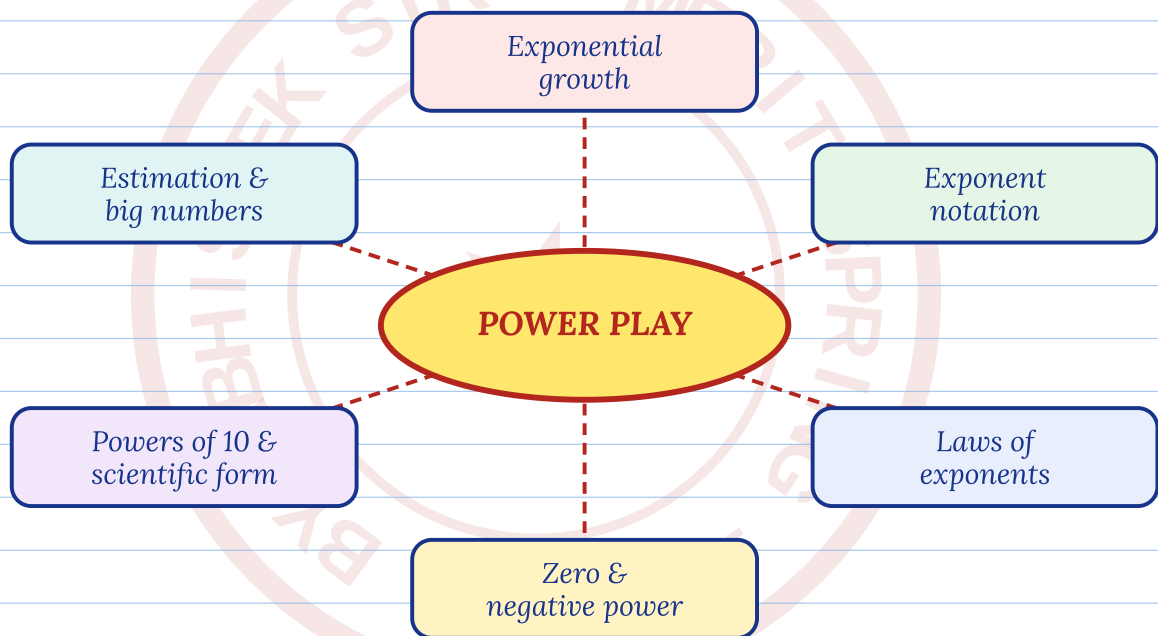
Important Terms (Glossary)

Term	Meaning
Exponent / power	How many times the base is multiplied.
Base	The number that is repeatedly multiplied.
Exponential growth	Growth by repeated multiplication.
Linear growth	Growth by a fixed amount each time (additive).
Reciprocal power	$n^{-a} = 1/n^a$.
Scientific notation	$x \times 10^y$ with $1 \leq x < 10$.
Coefficient	The number x between 1 and 10 in $x \times 10^y$.
Order of magnitude	The power of ten closest to a quantity.
Googol	10^{100} .
Tulabhara	Offering goods equal to a person's weight.

Quick Revision & Formulas

- ▶ $n^a \times n^b = n^{a+b}$; $n^a \div n^b = n^{a-b}$; $(n^a)^b = n^{ab}$; $m^a \times n^a = (mn)^a$; $n^a \div m^a = (n/m)^a$.
- ▶ $n^0 = 1$ ($n \neq 0$); $n^{-a} = 1/n^a$; $0^n = 0$ for n a counting number; 0^0 undefined.
- ▶ $(-a)^m$ is positive if m is even and negative if m is odd.
- ▶ Scientific form $x \times 10^y$: $1 \leq x < 10$, y is an integer.
- ▶ Number of codes = (choices)^(slots): 10^5 for a 5-digit lock, 26^6 for 6 letters.
- ▶ Both a square and a cube $\Rightarrow$ a 6th power (n^6).
- ▶ Paper folds: thickness = 0.001×2^n cm; 10 folds $\times 1024$; 46 folds $>$ Moon.
- ▶ lakh 10^5 , crore 10^7 , arab 10^9 , million 10^6 , billion 10^9 , trillion 10^{12} .

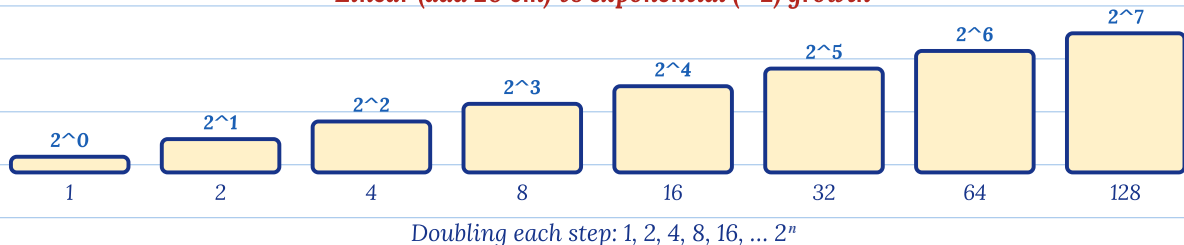
Diagrams, Tables & Flowcharts



Concept map of Chapter 2

Exponential growth

Linear (add 20 cm) vs exponential ($\times 2$) growth



Each step doubles the previous value

Table: Powers of 2, 3 and 10

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2^n	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
3^n	3	9	27	81	243	729	2187	6561	19683	59049
10^n	10	100	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{10}

Table: Number names

Power	Indian	International
$10^5 / 10^6$	lakh	million
$10^7 / 10^9$	crore / arab	billion (10^9)
$10^{11} / 10^{12}$	kharab	trillion (10^{12})
$10^{13} / 10^{15}$	neel / padma	quadrillion (10^{15})
$10^{17} / 10^{19}$	shankh / maha shankh	quintillion (10^{18})

Flowchart: Writing a number in scientific form**Textbook Solutions (All Questions)**

Page 20–21 – Thickness after 30 and 45 folds (fill the table); how much does the thickness grow after 3 folds, after 10 folds? Which expression gives the thickness after 10 folds if the first thickness is v ?

Ans. Thickness after n folds = 0.001×2^n cm. 21: ≈ 21 m; 22: ≈ 42 m; 23: ≈ 84 m; 24: ≈ 168 m; 25: ≈ 336 m; 26: ≈ 671 m; 27: ≈ 1.3 km; 28: ≈ 2.7 km; 29: ≈ 5.4 km; 30: ≈ 10.7 km; 36: ≈ 687 km; 40: ≈ 10995 km; 45: $\approx 3,51,844$ km; 46: $\approx 7,03,687$ km. After any 3 folds the thickness becomes $2 \times 2 \times 2 = 8$ times; after any 10 folds $2^{10} = 1024$ times. Expression after 10 folds: $(v) 2^{10}$.

Page 22 – Write 32400 as a product of prime powers. What is $(-1)^5$ and $(-1)^{56}$? Is $(-2)^4 = 16$?

What are 0^2 , 0^5 , 0^n ?

Ans. $32400 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 5 = 2^4 \times 3^4 \times 5^2$. $(-1)^5 = -1$ (negative); $(-1)^{56} = +1$ (positive). $(-2)^4 = (-2)(-2)(-2)(-2) = 16$, yes. $0^2 = 0$, $0^5 = 0$ and $0^n = 0$ (n a counting number).

Figure it Out Q1 (pages 22–23) – Write in exponential form: (i) $6 \times 6 \times 6 \times 6$ (ii) $y \times y$ (iii) $b \times b \times b \times b$ (iv) $5 \times 5 \times 7 \times 7 \times 7$ (v) $2 \times 2 \times a \times a$ (vi) $a \times a \times a \times c \times c \times c \times c \times d$. Q2 – Prime factors in exponential form: (i) 648 (ii) 405 (iii) 540 (iv) 3600.

Ans. Q1: (i) 6^4 (ii) y^2 (iii) b^4 (iv) $5^2 \times 7^3$ (v) $2^2 \times a^2$ (vi) $a^3 \times c^4 \times d$. Q2: (i) $648 = 2^3 \times 3^4$ (ii) $405 = 3^4 \times 5$ (iii) $540 = 2^2 \times 3^3 \times 5$ (iv) $3600 = 2^4 \times 3^2 \times 5^2$.

Q3 – Numerical value: (i) 2×10^3 (ii) $7^2 \times 2^3$ (iii) 3×4^4 (iv) $(-3)^2 \times (-5)^2$ (v) $3^2 \times 10^4$ (vi) $(-2)^5 \times (-10)^6$.

Ans. (i) $2 \times 1000 = 2000$ (ii) $49 \times 8 = 392$ (iii) $3 \times 256 = 768$ (iv) $9 \times 25 = 225$ (v) $9 \times 10000 = 90000$ (vi) $(-32) \times 1000000 = -3,20,00,000$.

Pages 23–24 – Stones that shine: how many rooms and how many diamonds? Why is $3^7 = 3^2 \times 3^5$? Compute (i) 2^9 (ii) 5^7 (iii) 4^6 using the product rule.

Ans. Rooms = $3^4 = 81$; diamonds = $3^7 = 3^4 \times 3^3 = 81 \times 27 = 2187$. $3^7 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = (3 \times 3) \times (3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3) = 3^2 \times 3^5$. (i) $2^9 = 2^4 \times 2^5 = 16 \times 32 = 512$ (ii) $5^7 = 5^3 \times 5^4 = 125 \times 625 = 78125$ (iii) $4^6 = 4^3 \times 4^3 = 64 \times 64 = 4096$ (also $(4^2)^3 = 16^3 = 4096$).

Page 24 – Write as a power of a power in at least two ways: (i) 8^6 (ii) 7^{15} (iii) 9^{14} (iv) 5^8 . Is 2^{10} also equal to $(2^5)^2$?

Ans. Rule $(n^a)^b = n^{ab}$. (i) $8^6 = (8^2)^3 = (8^3)^2 = (2^3)^6 = 2^{18}$ (ii) $7^{15} = (7^3)^5 = (7^5)^3$ (iii) $9^{14} = (9^2)^7 = (9^7)^2 = (3^2)^{14} = 3^{28}$ (iv) $5^8 = (5^2)^4 = (5^4)^2$. Yes, $2^{10} = (2^5)^2 = 32 \times 32 = 1024$.

Page 25 – Magical pond: lotuses (i) when fully covered (ii) half covered. Damayanti: doubling pond for 4 days then tripling pond for 4 days – how many lotuses? What if the order is changed? Compute $2^5 \times 5^5$ and simplify $10^4 \div 5^4$.

Ans. Starting from 1 lotus: fully covered on day 30 = 2^{30} ; half covered on day 29 = 2^{29} .

Damayanti: $2^4 \times 3^4 = (2 \times 3)^4 = 6^4 = 1296$. Changed order: $1 \times 3^4 \times 2^4 = \text{same } 6^4 = 1296$

(multiplication is commutative). $2^5 \times 5^5 = (2 \times 5)^5 = 10^5 = 1,00,000$. $10^4 \div 5^4 = (10 \div 5)^4 = 2^4 = 16$.

Pages 26–27 – Roxie has 7 dresses, 2 hats and 3 pairs of shoes: how many ways to dress? 5-digit lock: how many passwords? Lock with 6 slots of letters A–Z? What is $2^{100} \div 2^{25}$?

Ans. $7 \times 2 \times 3 = 42$ ways. 5-digit lock: $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^5 = 1,00,000$ passwords

(00000 to 99999). 6 letter slots: $26 \times 26 \times 26 \times 26 \times 26 \times 26 = 26^6 = 30,89,15,776$. $2^{100} \div 2^{25} = 2^{100-25} = 2^{75}$. (Pincode, mobile number and vehicle-number questions are open-ended.)

Pages 28–29 – Why can't n be 0? Can a and b be any integers in the laws? Equivalent forms of (i) 2^{-4} (ii) 10^{-5} (iii) $(-7)^{-2}$ (iv) $(-5)^{-3}$ (v) 10^{-100} . Simplify: (i) $2^{-4} \times 2^7$ (ii) $3^2 \times 3^{-5} \times 3^6$ (iii) $p^3 \times p^{-10}$ (iv) $2^4 \times (-4)^{-2}$ (v) $8^p \times 8^q$.

Ans. $n \neq 0$ because 0^0 is not defined and $n^a \div n^b$ would need division by 0. Yes, the laws hold for all integers a and b . Forms: (i) $1/2^4 = 1/16$ (ii) $1/10^5$ (iii) $1/(-7)^2 = 1/49$ (iv) $1/(-5)^3 = -1/125$ (v) $1/10^{100}$. Simplify: (i) $2^{-4+7} = 2^3 = 8$ (ii) $3^{2-5+6} = 3^3 = 27$ (iii) $p^{3-10} = p^{-7}$ (iv) $2^4 \times (-4)^{-2} = 16 \times 1/16 = 1$ (v) 8^{p+q} .

Page 30 – How many times larger than 4^{-2} is 4^2 ? Power line of 7: (i) 2401×49 (ii) 49^3 (iii) 343×2401 (iv) $16807 \div 49$ (v) $7 \div 343$ (vi) $16807 \div 8,23,543$ (vii) $1,17,649 \times 1/343$ (viii) $1/343 \times 1/343$.

Ans. $4^2 \div 4^{-2} = 4^4 = 256$ times. Using 7^a values ($7^2 = 49$, $7^3 = 343$, $7^4 = 2401$, $7^5 = 16807$, $7^6 = 117649$, $7^7 = 823543$): (i) $7^4 \times 7^2 = 7^6 = 1,17,649$ (ii) $(7^2)^3 = 7^6 = 1,17,649$ (iii) $7^3 \times 7^4 = 7^7 = 8,23,543$ (iv) $7^5 \div 7^2 = 7^3 = 343$ (v) $7^1 \div 7^3 = 7^{-2} = 1/49$ (vi) $7^5 \div 7^7 = 7^{-2} = 1/49$ (vii) $7^6 \times 7^{-3} = 7^3 = 343$ (viii) $7^{-3} \times 7^{-3} = 7^{-6} = 1/1,17,649$.

Pages 30–32 – Write 172, 5642, 6374 in powers of 10. Write the large-number facts (distance of Sun from galaxy centre, stars in galaxy, mass of Earth) in scientific form. Smallest of three distances? Place Earth on the Sun–Saturn number line. Standard form of (i) 59,853 (ii) 65,950 (iii) 34,30,000 (iv) 70,04,00,00,000.

Ans. $172 = 1 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 2 \times 10^0$; $5642 = 5 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 2 \times 10^0$; $6374 = 6 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 4 \times 10^0$. Facts: 3×10^{20} m; 1×10^{11} stars; 5.976×10^{24} kg (counted from the digits given). Sun–Earth (1.496×10^{11} m) is the smallest; on the number line Earth lies at about $1.496/14.335 \approx 0.10$ (one-tenth) of the way from the Sun to Saturn. (i) 5.9853×10^4 (ii) 6.595×10^4 (iii) 3.43×10^6 (iv) 7.004×10^{10} .

Pages 33–35 (Did you ever wonder) – jaggery/wheat worth, 1-rupee coins equal to Roxie's weight, 5-rupee coins and 10-rupee notes, notebooks / annadana, padayatra of 400 km, circumnavigating the Earth, ladder to the Moon.

Ans. These are estimation questions; the answers depend on assumptions (the textbook accepts different assumptions). Jaggery: $45 \text{ kg} \times ₹70 = ₹3150$; wheat: $50 \text{ kg} \times ₹50 = ₹2500$ (textbook's assumptions). Coins (my assumption: a ₹1 coin $\approx 5 \text{ g}$, Roxie 45 kg): $45000 \text{ g} \div 5 \text{ g} = 9 \times 10^3$ coins = ₹9000; ₹5 coin $\approx 6 \text{ g} \rightarrow 7500$ coins = ₹37,500; ₹10 note $\approx 1 \text{ g} \rightarrow 45,000$ notes = ₹4,50,000. Notebooks (assume 250 g each, Estu 50 kg): 200 notebooks $\rightarrow$ about 200 students a year. Annadana (assume 0.2 kg grain per meal, Roxie 45 kg): about 225 meals. Padayatra (assume 32 km a day): $400 \div 32 \approx 12\text{--}13$ days ago. Circumnavigation (assume 4 km/h non-stop for 70 years): $70 \times 365 \times 24 \times 4 \approx 24,52,800 \text{ km} \div 40,000 \text{ km} \approx 61$ times. Ladder to the Moon: $3,84,400 \text{ km} \div 20 \text{ cm} = 1,92,20,00,000$ steps (linear growth).

Pages 36–38 – Calculate in scientific notation: (i) ants per human (ii) flocks of 10,000 starlings (iii) leaves on all trees if each has 10^4 (iv) sheets of paper stacked to reach the Moon. Also: people per African elephant; fill 1.3 arab starlings and 11 neel mosquitoes in scientific form.

Ans. Using 8×10^9 humans, 2×10^{16} ants, 1.3×10^9 starlings, 3×10^{12} trees, paper 0.001 cm = 10^{-5} m and Moon 3.844×10^8 m: (i) $2 \times 10^{16} \div 8 \times 10^9 = 2.5 \times 10^6$ ants per human (ii) $1.3 \times 10^9 \div 10^4 = 1.3 \times 10^5$ flocks (iii) $3 \times 10^{12} \times 10^4 = 3 \times 10^{16}$ leaves (iv) $3.844 \times 10^8 \div 10^{-5} = 3.844 \times 10^{13}$ sheets. People per elephant = $8 \times 10^9 \div 4 \times 10^5 = 2 \times 10^4 = 20,000$, yes. 1.3 arab = 1.3×10^9 , 11 neel = $11 \times 10^{13} = 1.1 \times 10^{14}$.

Pages 39–42 – Roxie is 4840 days old: how many hours? Estu is 4070 days old: date of birth? How old after a million seconds? Events of order 10^5 and 10^6 seconds. Fill 15 million years and 47 crore years in seconds. (i) Time to count all stars at one per second (ii) time to drink all of Earth's water, a 200 ml glass every 10 seconds.

Ans. 4840 days $\times 24 = 1,16,160$ hours $\approx 1.16 \times 10^5$ hours. Estu's date of birth = today's date – 4070 days (about 11 years 2 months back; for 1 Nov 2026 it is 10 Sep 2015). 10^6 seconds $\approx 11.6 \approx 12$ days. Examples (mine): one day = 8.64×10^4 s (order 10^5); about a month (lunar cycle 27 days) $\approx 2.3 \times 10^6$ s (order 10^6). 15 million years $\approx 1.5 \times 10^7 \times 3.16 \times 10^7 \approx 4.7 \times 10^{14}$ s; 47 crore years = 4.7×10^8 years $\approx 1.5 \times 10^{16}$ s. (i) 2×10^{23} stars $\rightarrow 2 \times 10^{23}$ seconds. (ii) 2×10^{25} drops $\div 16$ per ml = 1.25×10^{24} ml; $\div 200$ ml = 6.25×10^{21} glasses; $\times 10$ s = 6.25×10^{22} seconds.

Figure it Out Q1–Q4 (pages 44–45) – Q1. Units digit of $2^{224} \div 4^{32}$. Q2. 5 bottles in a container, a new container every day: bottles after 40 days? Q3. Write as a product of two or more powers in three ways: (i) 64^3 (ii) 192^8 (iii) 32^{-5} . Q4. Always / sometimes / never true: (i) cubes are squares (ii) fourth powers are squares (iii) fifth power divisible by cube (iv) product of two cubes is a cube (v) q^{46} is both a 4th and a 6th power (q prime).

Ans. Q1: $4^{32} = (2^2)^{32} = 2^{64}$, so $2^{224} \div 2^{64} = 2^{160}$. Units digits of powers of 2 repeat 2, 4, 8, 6; 160 is a multiple of 4, so the units digit is 6. Q2: 40 new containers $\times 5 = 200$ bottles (= 2×10^2); this is linear growth. Q3: (i) $64^3 = 2^{18} = 2^{10} \times 2^8 = 4^5 \times 4^4 = 8^3 \times 8^3$ (ii) $192 = 2^6 \times 3$, so $192^8 = 2^{48} \times 3^8 = 2^{40} \times 2^8 \times 3^8 = 2^{40} \times 6^8$ (iii) $32^{-5} = 2^{-25} = 2^{-10} \times 2^{-15} = 2^{-5} \times 2^{-20} = 4^{-12} \times 2^{-1}$. Q4: (i) Only sometimes true – $n^6 = (n^2)^3 = (n^3)^2$, e.g. 64 is both, but 8 is not a square. (ii) Always true – $n^4 = (n^2)^2$. (iii) Always true – $n^5 \div n^3 = n^2$. (iv) Always true – $a^3 \times b^3 = (ab)^3$. (v) Never true – q^{46} would need 4 and 6 to divide 46, but neither does.

Q5. Simplify in exponential form: (i) $10^{-2} \times 10^{-5}$ (ii) $5^7 \div 5^4$ (iii) $9^{-7} \div 9^4$ (iv) $(13^{-2})^{-3}$ (v) $m^5 n^{12} (mn)^9$. Q6. If $12^2 = 144$: (i) $(1.2)^2$ (ii) $(0.12)^2$ (iii) $(0.012)^2$ (iv) 120^2 . Q7. Circle the numbers

that are the same: $2^4 \times 3^6$, $6^4 \times 3^2$, 6^{10} , $18^2 \times 6^2$, 6^{24} .

Ans. Q5: (i) 10^{-7} ($= 1/10^7$) (ii) 5^3 (iii) 9^{-11} ($= 1/9^{11}$) (iv) 13^6 (v) $m^5n^{12} \times m^9n^9 = m^{14}n^{21}$. Q6: (i) 1.44 (ii) 0.0144 (iii) 0.000144 (iv) 14400. Q7: $2^4 \times 3^6 = 16 \times 729 = 11664$; $6^4 \times 3^2 = 1296 \times 9 = 11664$; $18^2 \times 6^2 = 324 \times 36 = 11664$. So $2^4 \times 3^6$, $6^4 \times 3^2$ and $18^2 \times 6^2$ are the same; 6^{10} and 6^{24} are different.

Q8. Greater number: (i) 4^3 or 3^4 (ii) 2^8 or 8^2 (iii) 100^2 or 2^{100} . Q9. A dairy plans 8.5 billion packets of milk and wants a unique ID of digits 0–9: how many digits? Q10. 64 is both a square (8^2) and a cube (4^3): other such numbers? Q11. Alphanumeric passcode of length 5 – how many codes?

Ans. Q8: (i) $4^3 = 64$, $3^4 = 81 \rightarrow 3^4$ is greater. (ii) $2^8 = 256$, $8^2 = 64 \rightarrow 2^8$ is greater. (iii) $100^2 = 10^4 = 10000$, but $2^{100} = 1024^{10} \approx 1.27 \times 10^{30} \rightarrow 2^{100}$ is greater. Q9: n -digit codes give 10^n IDs; we need $10^n \geq 8.5 \times 10^9$. 10^9 is too small, 10^{10} is enough $\rightarrow$ at least 10 digits. Q10: Yes, infinitely many: sixth powers $n^6 = (n^2)^3 = (n^3)^2$, for example 1, 64, 729 (3^6), 4096 (4^6), 15625 (5^6). Q11: 26 letters + 10 digits = 36 choices for each of 5 places $\rightarrow 36^5 = 6,04,66,176$ codes.

Q12. World sheep (10^9) and goats (10^9): total? Options (i) 20^9 (ii) 10^{11} (iii) 10^{10} (iv) 10^{18} (v) 2×10^9 (vi) $10^9 + 10^9$. Q13. Scientific notation: (i) 30 pieces of clothing per person (ii) 100 million bee colonies $\times$ 50,000 bees (iii) 38 trillion bacteria per human body (iv) time spent eating in a lifetime. Q14. Date 1 billion seconds ago?

Ans. Q12: $10^9 + 10^9 = 2 \times 10^9$, so (v) and (vi) are both correct (they are the same number); (i), (ii), (iii), (iv) are wrong. Q13: (i) $8.2 \times 10^9 \times 30 = 2.46 \times 10^{11}$ pieces (ii) $10^8 \times 5 \times 10^4 = 5 \times 10^{12}$ bees (iii) $3.8 \times 10^{13} \times 8.2 \times 10^9 = 3.116 \times 10^{23}$ bacteria (iv) assume 70 years and 1 hour a day: $70 \times 365 \times 3600 = 9,19,80,000 = 9.198 \times 10^7$ seconds. Q14: 10^9 seconds $\approx 11,574$ days ≈ 31.7 years ago; counting back from 1 Nov 2026 gives about 23 February 1995.

Game 'Tremendous in Ten!' – Round 1: 10000000000000 vs 999999×999999 . Round 2: $10^{1000} + 10^{1000} + 10^{1000}$ vs $10^{1000000} \times 9000$. Which is greater?

Ans. Round 1: Roxie's number is 10^{13} ; Estu's is less than $(10^6)^2 = 10^{12}$, so Roxie's is greater. Round 2: Roxie's = 4×10^{1000} . Estu's = 9000×10^{1000000} , which is far bigger than $10^{1000000}$ and so much bigger than $4 \times 10^{1000} \rightarrow$ Estu's is greater.

Board-Pattern Questions – 1 Mark

1. Write $5 \times 5 \times 5 \times 5$ in exponential form. (1)

Ans. 5^4 .

2. What is n^0 for $n \neq 0$? (1)

Ans. 1.

3. Write 10^{-3} as a fraction. (1)

Ans. $1/1000$.

4. Simplify $3^4 \times 3^3$. (1)

Ans. $3^7 = 2187$.

5. Simplify $(4^3)^2$. (1)

Ans. $4^6 = 4096$.

6. What is $(-1)^{56}$? (1)

Ans. +1.

7. Write 5900 in scientific form. (1)

Ans. 5.9×10^3 .

8. How many 5-digit passwords (digits 0–9) are possible? (1)

Ans. $10^5 = 1,00,000$.

9. Write the value of 2^{-1} . (1)

Ans. $1/2$.

10. How many times does the thickness increase after any 10 folds? (1)

Ans. $2^{10} = 1024$ times.

11. What is a googol? (1)

Ans. 10^{100} .

12. Is 0^0 defined? (1)

Ans. No, it is not defined.

Board-Pattern Questions – 3 Marks

1. Express 32400 as a product of prime powers. (3)

Ans. Divide by primes: $32400 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 5 = 2^4 \times 3^4 \times 5^2$.

2. Simplify and write in exponential form: (i) $2^{-4} \times 2^7$ (ii) $5^7 \div 5^4$ (iii) $(13^{-2})^{-3}$. (3)

Ans. (i) $2^{-4+7} = 2^3$ (ii) $5^{7-4} = 5^3$ (iii) $13^{(-2) \times (-3)} = 13^6$.

3. Write in standard form: (i) 34,30,000 (ii) 70,04,00,00,000 (iii) 65,950. (3)

Ans. (i) 3.43×10^6 (ii) 7.004×10^{10} (iii) 6.595×10^4 .

4. Which is greater: 2^{100} or 100^2 ? Give a reason. (3)

Ans. $100^2 = 10^4 = 10,000$, whereas $2^{10} = 1024 > 10^3$, so $2^{100} = (2^{10})^{10} > (10^3)^{10} = 10^{30}$. Hence 2^{100} is greater.

5. A lock has a 5-character code made of letters A-Z and digits 0-9. How many codes are possible? (3)

Ans. Each position has $26 + 10 = 36$ choices, so the number of codes $= 36 \times 36 \times 36 \times 36 \times 36$
 $= 36^5 = 6,04,66,176$.

Board-Pattern Questions – 5 Marks

1. State the laws of exponents with one example each and explain why $n^0 = 1$ and $n^{-a} = 1/n^a$.

(5)

Ans. $n^a \times n^b = n^{a+b}$ ($2^3 \times 2^4 = 2^7$); $n^a \div n^b = n^{a-b}$ ($2^7 \div 2^4 = 2^3$); $(n^a)^b = n^{ab}$ ($(2^3)^2 = 2^6$); $m^a \times n^a = (mn)^a$ ($2^5 \times 5^5 = 10^5$); $n^a \div m^a = (n/m)^a$ ($10^4 \div 5^4 = 2^4$). Zero exponent: $n^a \div n^a = 1$ and by the law it is $n^{a-a} = n^0$, so $n^0 = 1$ ($n \neq 0$). Negative exponent: $2^4 \div 2^5 = (2 \times 2 \times 2 \times 2)/(2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2) = 1/2$ and by the law it is 2^{-1} , so $n^{-a} = 1/n^a$.

2. Explain with the paper-folding example why exponential growth is faster than linear growth. How many folds exceed the Moon's distance and how many 20 cm steps are needed?

(5)

Ans. Folding doubles the thickness each time: 0.001×2^n cm. After 10 folds it is 1.024 cm, after 30 folds ≈ 10.7 km and after 46 folds $\approx 7,00,000$ km, more than the Earth–Moon distance 3,84,400 km. A ladder with 20 cm steps adds a fixed 20 cm each step (linear, additive growth), so it needs $3,84,400 \text{ km} \div 20 \text{ cm} = 1,92,20,00,000$ steps. Exponential growth is multiplicative, so just 46 folds are enough.

3. Explain scientific notation and use it for: (i) 8.2×10^9 people with 30 pieces of clothing each, (ii) 10^8 bee colonies of 50,000 bees each, (iii) 2×10^{23} stars counted at one per second. (5)

Ans. Scientific notation writes a number as $x \times 10^y$ with $1 \leq x < 10$ and y an integer; the exponent tells the size and the coefficient's digits tell the accuracy. (i) $8.2 \times 10^9 \times 30 = 2.46 \times 10^{11}$ pieces. (ii) $10^8 \times 5 \times 10^4 = 5 \times 10^{12}$ bees. (iii) one star per second takes 2×10^{23} seconds, which is about 6.3×10^{15} years (since 1 year $\approx 3.16 \times 10^7$ s).

हिन्दी भाग (Hindi Section)

घातों का खेल

कक्षा 8 गणित (गणित प्रकाश भाग 1) • अध्याय 2 • विस्तृत नोट्स + सभी पाठ्यपुस्तक हल + बोर्ड प्रश्न (2026-27)

आसान भाषा में अध्याय की समीक्षा

1. दुगुना होने की शक्ति

कागज़ को बार-बार मोड़ो : हर मोड़ पर मोटाई दुगुनी होती है। मोटाई 0.001 सेमी लो। 1 मोड़ पर 0.002 सेमी, 2 पर 0.004, 3 पर 0.008, ... 10 मोड़ = 1.024 सेमी, 17 मोड़ $\approx$ 131 सेमी, 26 मोड़ $\approx$ 670 मी (बुर्ज खलीफ़ा 830 मी), 30 मोड़ $\approx$ 10.7 किमी (विमान की ऊँचाई; मारियाना ट्रेंच 11 किमी गहरी), और 46 मोड़ $\approx$ 7,00,000 किमी - चंद्रमा की दूरी (3,84,400 किमी) से भी अधिक! कोई भी 3 मोड़ मोटाई को $2 \times 2 \times 2 = 8$ गुना और कोई भी 10 मोड़ $2^{10} = 1024$ गुना करते हैं। यह तेज़ गुणात्मक (चरघातांकी) वृद्धि ही घातों की शक्ति है।

मोड़	10	17	20	26	27	30	36	40	46
मोटाई	1.02	131	10.5	671	1.3	10.7	687	10995	7,03,687
	सेमी	सेमी	मी	मी	किमी	किमी	किमी	किमी	किमी

2. घातांकी संकेतन

$n \times n \times \dots$ (a बार) $= n^a$ । $5^4 = 5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625$ में 5 आधार और 4 घातांक (घात) है; 'पाँच की घात चार' पढ़ते हैं। $n^2 =$ 'n का वर्ग', $n^3 =$ 'n का घन'। उदाहरण: $(-4)^3 = -64$; $a \times a \times a \times b \times b = a^3b^2$ । भ्रम न करो: $4 + 4 + 4 = 3 \times 4 = 12$, जबकि $4 \times 4 \times 4 = 4^3 = 64$ । प्रारंभिक मोटाई v हो तो 10 मोड़ के बाद मोटाई $2^{10} v$ (विकल्प v)। अभाज्य गुणनखंडन: $32400 = 2^4 \times 3^4 \times 5^2$ । साथ ही: $(-1)^5 = -1$ (विषम घात, ऋणात्मक); $(-1)^{56} = +1$ (सम घात, धनात्मक); $(-2)^4 = 16$ (सत्य); $0^2 = 0$, $0^5 = 0$ और गिनती संख्या n के लिए $0^n = 0$ ।

3. घातांक के नियम

नियम	सूत्र	उदाहरण
गुणा, समान आधार	$n^a \times n^b = n^{a+b}$	$3^4 \times 3^3 = 3^7 = 2187$
घात की घात	$(n^a)^b = (n^b)^a = n^{ab}$	$(4^3)^2 = 4^6 = 4096$
समान घातांक, गुणा	$m^a \times n^a = (mn)^a$	$2^5 \times 5^5 = 10^5$
समान घातांक, भाग	$n^a \div m^a = (n/m)^a$	$10^4 \div 5^4 = 2^4 = 16$
भाग, समान आधार	$n^a \div n^b = n^{a-b}$ ($n \neq 0$)	$2^{100} \div 2^{25} = 2^{75}$
शून्य घातांक	$n^0 = 1$ ($n \neq 0$)	$2^0 = 2^4 \div 2^4 = 1$
ऋणात्मक घातांक	$n^{-a} = 1/n^a$ और $1/n^{-a} = n^a$	$2^{-1} = 1/2$, $10^{-3} = 1/1000$

- $n \neq 0$ क्यों? 0^0 परिभाषित नहीं है और $n^a \div n^b$ में शून्य से भाग हो जाएगा। $n^0 = 1$ क्यों? नियम $n^a \div n^a = n^{a-a} = n^0$ बना रहे और $n^a \div n^a = 1$ है।
- ऋणात्मक घातांक: 2^4 को पाँच बार आधा करने पर $2^4 \div 2^5 = 2^{-1} = 1/2$; दस बार आधा करने पर $2^4 \div 2^{10} = 2^{-6} = 1/64$ । नियम सभी पूर्णांकों a और b के लिए लागू हैं।
- $3^7 = 3^2 \times 3^5$ क्यों? $3^7 = (3 \times 3) \times (3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3)$ । घात-रेखा: 4 की घात-रेखा ($\dots 4^{-2}, 4^{-1}, 4^0, 4^1, 4^2, \dots$) पर एक सीढ़ी ऊपर जाने पर 4 से गुणा और नीचे जाने पर 4 से भाग; $4^7 \div 4^5 = 4^2$ का अर्थ 16384, 1024 का 16 गुना है।

4. घातों से गिनती

- चमकते पत्थर: 3 बेटियाँ, हर की 3 टोकरियाँ, हर टोकरी में 3 चाबियाँ, हर चाबी से 3 कमरे, ... कमरे $= 3^4 = 81$, हीरे $= 3^7 = 3^4 \times 3^3 = 81 \times 27 = 2187$ ।
- जादुई तालाब: कमल रोज़ दुगुने होते हैं और 30वें दिन तालाब भर जाता है (2^{30}), इसलिए 29वें दिन आधा भरा (2^{29})। 4 दिन दुगुना फिर 4 दिन तिगुना: $2^4 \times 3^4 = (2 \times 3)^4 = 6^4 = 1296$; क्रम से फ़र्क नहीं पड़ता।
- संयोजन (गुणन सिद्धांत): 4 पोशाक $\times$ 3 टोपी $= 12$; 7 पोशाक $\times$ 2 हैट $\times$ 3 जूते $= 42$ । 2-अंकीय ताले में $10 \times 10 = 100$ कोड, 3-अंकीय $10^3 = 1000$, 5-अंकीय ताला $10^5 = 1,00,000$; A-Z अक्षरों वाले 6 खानों के ताले में $26^6 = 30,89,15,776$ कोड। सुझाव: अटक जाओ तो पहले सरल रूप हल करो।

5. 10 की घात और वैज्ञानिक संकेतन

विस्तारित रूप: $47561 = 4 \times 10^4 + 7 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 1 \times 10^0$ । दशमलव सहित: $561.903 = 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 9 \times 10^{-1} + 0 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-3}$ । वैज्ञानिक (मानक) रूप: $x \times 10^y$, जहाँ $1 \leq x < 10$ और y पूर्णांक। $5900 = 5.9 \times 10^3$, $20800 = 2.08 \times 10^4$, $80,00,000 = 8 \times 10^6$ । घातांक सबसे महत्वपूर्ण है (अंकों की संख्या बताता है); गुणांक के अंक बताते हैं कि संख्या कितनी सटीक ज्ञात है (1.42×10^5 बनाम 1.4×10^5)। सूर्य से शनि 1.4335×10^{12} मी, शनि से अरुण 1.439×10^{12} मी, सूर्य से पृथ्वी 1.496×10^{11} मी (सबसे कम, संख्या-रेखा पर सूर्य-शनि का लगभग दसवाँ भाग)। तथ्य: आकाशगंगा के केंद्र से सूर्य की दूरी 3×10^{20} मी; हमारी आकाशगंगा में तारे 1×10^{11} ; पृथ्वी का द्रव्यमान 5.976×10^{24} किग्रा।

6. अनुमान लगाओ और बड़ी संख्याओं का अहसास पाओ

- विधि: (1) सहज अनुमान लगाओ; (2) राशियों के संबंध लिखो; (3) उचित मान्यताएँ लो; (4) गणना करके अनुमान से तुलना करो। मान्यताओं से उत्तर बदल सकते हैं; मॉडल बनाना महत्वपूर्ण है। तुलाभार: व्यक्ति के वज़न के बराबर वस्तुएँ दान करना (पाठ्यपुस्तक की मान्यताओं से गुड़ ₹3150; गेहूँ ₹2500)।
- रैखिक बनाम चरघातांकी वृद्धि: चंद्रमा तक 20 सेमी की सीढ़ियों के लिए $3,84,400$ किमी $\div 20$ सेमी $= 1,92,20,00,000$ सीढ़ियाँ (योगात्मक), जबकि कागज़ के लिए केवल 46 मोड़ (गुणात्मक)।

- **संख्या-नाम:** लाख 10^5 , करोड़ 10^7 , अरब 10^9 , खरब 10^{11} , नील 10^{13} , पद्म 10^{15} , शंख 10^{17} , महाशंख 10^{19} । अंतर्राष्ट्रीय: मिलियन 10^6 , बिलियन 10^9 , ट्रिलियन 10^{12} , क्वाड्रिलियन 10^{15} , क्विंटिलियन 10^{18} , ... पहला भाग (bi, tri, quadri...) बताता है कि 1000 को कितनी बार 1000 से गुणा किया गया। गूगोल = 10^{100} , गूगोलप्लेक्स = $10^{\text{गूगोल}}$ ।
- **आकार के उदाहरण (पाठ्यपुस्तक):** 2×10^0 उत्तरी सफ़ेद गैंडे; 3×10^3 कोमोडो ड्रैगन; 8.2×10^9 मनुष्य; 3.3×10^{10} मृगियाँ; 3×10^{12} पेड़; 2×10^{16} चींटियाँ; 10^{21} रेत के कण; ब्रह्मांड में 2×10^{23} तारे; पृथ्वी पर 2×10^{25} पानी की बूँदें। समय: 10^9 सेकंड ≈ 31.7 वर्ष, 10^6 सेकंड ≈ 11.6 दिन, 10^{17} सेकंड ≈ 3.17 अरब वर्ष।

7. थोड़ा इतिहास

ललितविस्तर (बौद्ध ग्रंथ, पहली शताब्दी ई.पू.) में 10 की विषम घातों के नाम 10^{53} तक दिए हैं: सौ कोटि (10^7) = अयुत (10^9), सौ अयुत = नियुत (10^{11}), ... तल्लक्षण (10^{53}) तक। महावीराचार्य ने गणित-सार-संग्रह में 24 पद (10^{23} तक) दिए; जैन ग्रंथ अमलसिद्धि हर घात का नाम 10^{96} तक देता है; कच्चायन का पालि व्याकरण 10^{140} (असंख्येय) तक जाता है। अब तक छपा सबसे बड़ा नोट: 1 सेक्स्टिलियन (10^{21}) पेंगो, हंगरी 1946 (जारी नहीं हुआ); 100 ट्रिलियन (10^{14}) का ज़िम्बाब्वे डॉलर नोट, 2009।

महत्वपूर्ण शब्द (शब्दावली)

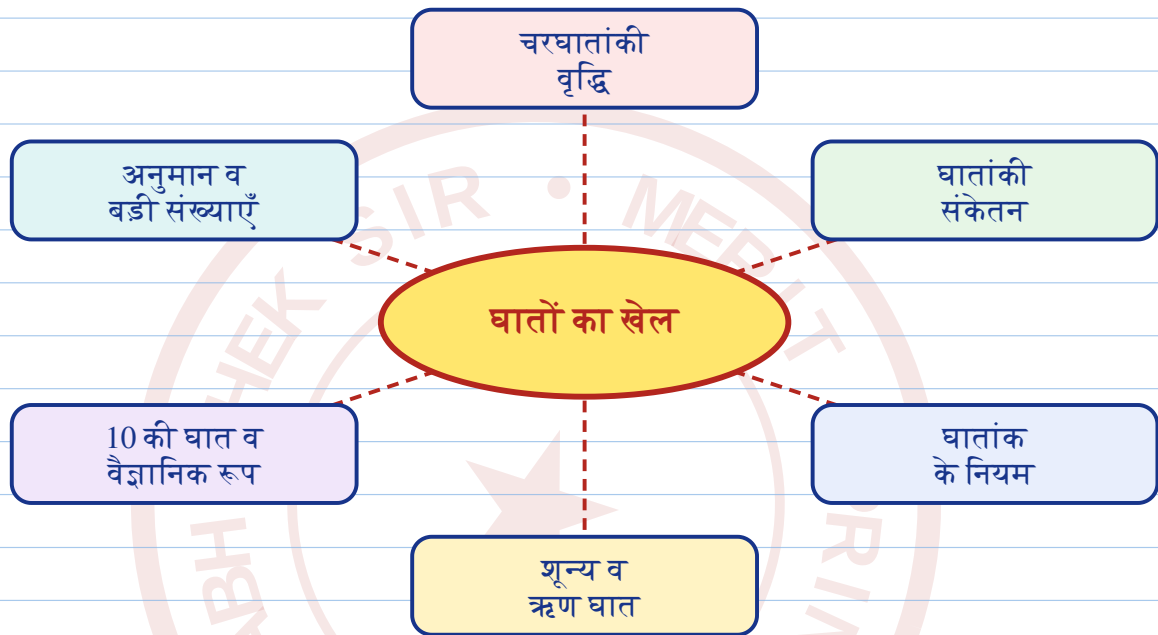
शब्द	अर्थ / परिभाषा
घातांक / घात	आधार कितनी बार गुणा हुआ।
आधार	वह संख्या जो बार-बार गुणा होती है।
चरघातांकी वृद्धि	बार-बार गुणा से वृद्धि।
रैखिक वृद्धि	हर बार निश्चित मात्रा की वृद्धि (योगात्मक)।
ऋणात्मक घात	$n^{-a} = 1/n^a$
वैज्ञानिक संकेतन	$x \times 10^y$, जहाँ $1 \leq x < 10$ ।
गुणांक	$x \times 10^y$ में 1 और 10 के बीच की संख्या x।
परिमाण की कोटि	राशि के सबसे निकट 10 की घात।
गूगोल	10^{100} ।
तुलाभार	व्यक्ति के वज़न के बराबर वस्तुएँ दान करना।

त्वरित पुनरावृत्ति व सूत्र

- $n^a \times n^b = n^{a+b}$; $n^a \div n^b = n^{a-b}$; $(n^a)^b = n^{ab}$; $m^a \times n^a = (mn)^a$; $n^a \div m^a = (n/m)^a$ ।
- $n^0 = 1$ ($n \neq 0$); $n^{-a} = 1/n^a$; गिनती संख्या n के लिए $0^n = 0$; 0^0 अपरिभाषित।
- $(-a)^m$ धनात्मक यदि m सम और ऋणात्मक यदि m विषम।

- वैज्ञानिक रूप $x \times 10^y$: $1 \leq x < 10$, y पूर्णांक।
- कोडों की संख्या = (विकल्प)^(खाने): 5-अंकीय ताले के लिए 10^5 , 6 अक्षरों के लिए 26^6 ।
- वर्ग और घन दोनों $\Rightarrow$ छठी घात (n^6)।
- कागज के मोड़: मोटाई = 0.001×2^n सेमी; 10 मोड़ $\times 1024$; 46 मोड़ $>$ चंद्रमा।
- लाख 10^5 , करोड़ 10^7 , अरब 10^9 ; मिलियन 10^6 , बिलियन 10^9 , ट्रिलियन 10^{12} ।

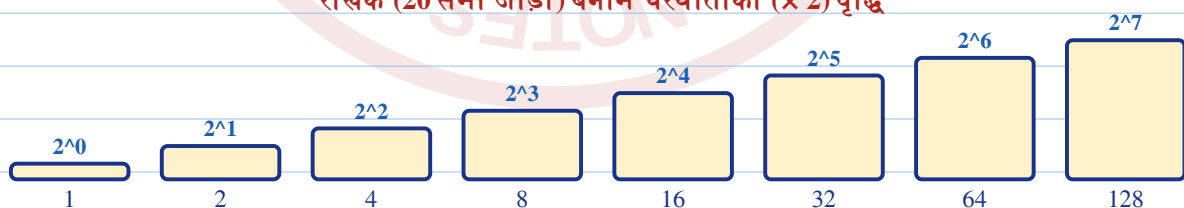
चित्र, तालिकाएँ और फ्लोचार्ट



अध्याय 2 का अवधारणा-मानचित्र

चरघातांकी वृद्धि

रैखिक (20 सेमी जोड़ो) बनाम चरघातांकी ($\times 2$) वृद्धि

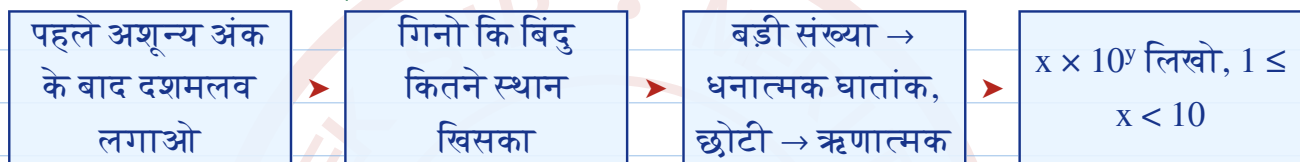


10^n	10	100	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{10}
--------	----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------

तालिका : संख्या-नाम

घात	भारतीय	अंतर्राष्ट्रीय
$10^5 / 10^6$	लाख	मिलियन
$10^7 / 10^9$	करोड़ / अरब	बिलियन (10^9)
$10^{11} / 10^{12}$	खरब	ट्रिलियन (10^{12})
$10^{13} / 10^{15}$	नील / पद्म	क्वाड्रिलियन (10^{15})
$10^{17} / 10^{19}$	शंख / महाशंख	क्विंटिलियन (10^{18})

फ्लोचार्ट : संख्या को वैज्ञानिक रूप में लिखना



पाठ्यपुस्तक के हल (सभी प्रश्न)

पृष्ठ 20-21 – 30 और 45 मोड़ के बाद मोटाई (तालिका भरो); 3 मोड़ और 10 मोड़ पर मोटाई कितनी बढ़ती है? प्रारंभिक मोटाई v हो तो 10 मोड़ के बाद मोटाई का व्यंजक कौन-सा है?

उत्तर: n मोड़ के बाद मोटाई $= 0.001 \times 2^n$ सेमी। $21: \approx 21$ मी; $22: \approx 42$ मी; $23: \approx 84$ मी; $24: \approx 168$ मी; $25: \approx 336$ मी; $26: \approx 671$ मी; $27: \approx 1.3$ किमी; $28: \approx 2.7$ किमी; $29: \approx 5.4$ किमी; $30: \approx 10.7$ किमी; $36: \approx 687$ किमी; $40: \approx 10995$ किमी; $45: \approx 3,51,844$ किमी; $46: \approx 7,03,687$ किमी। किन्हीं 3 मोड़ के बाद मोटाई $2 \times 2 \times 2 = 8$ गुना; किन्हीं 10 मोड़ के बाद $2^{10}v = 1024$ गुना। 10 मोड़ के बाद व्यंजक: $(v) 2^{10}v$ ।

पृष्ठ 22 – 32400 को अभाज्य घातों के गुणनफल में लिखो। $(-1)^5$ और $(-1)^{56}$ क्या हैं? क्या $(-2)^4 = 16$? 0^2 , 0^5 , 0^n क्या हैं?

उत्तर: $32400 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 5 = 2^4 \times 3^4 \times 5^2$ । $(-1)^5 = -1$ (ऋणात्मक); $(-1)^{56} = +1$ (धनात्मक)। $(-2)^4 = (-2)(-2)(-2)(-2) = 16$, हाँ। $0^2 = 0$, $0^5 = 0$ और $0^n = 0$ (n गिनती संख्या)।

Figure it Out प्र1 (पृष्ठ 22-23) – घातांकी रूप में लिखो: (i) $6 \times 6 \times 6 \times 6$ (ii) $y \times y$ (iii) $b \times b \times b \times b$ (iv) $5 \times 5 \times 7 \times 7 \times 7$ (v) $2 \times 2 \times a \times a$ (vi) $a \times a \times a \times c \times c \times c \times c \times d$ । प्र2 – घातांकी रूप में अभाज्य गुणनखंड: (i) 648 (ii) 405 (iii) 540 (iv) 3600।

उत्तर: प्र1: (i) 6^4 (ii) y^2 (iii) b^4 (iv) $5^2 \times 7^3$ (v) $2^2 \times a^2$ (vi) $a^3 \times c^4 \times d$ । प्र2: (i) $648 = 2^3 \times 3^4$ (ii) $405 = 3^4 \times 5$ (iii) $540 = 2^2 \times 3^3 \times 5$ (iv) $3600 = 2^4 \times 3^2 \times 5^2$ ।

प्र 3 – संख्यात्मक मान : (i) 2×10^3 (ii) $7^2 \times 2^3$ (iii) 3×4^4 (iv) $(-3)^2 \times (-5)^2$ (v) $3^2 \times 10^4$ (vi) $(-2)^5 \times (-10)^6$ ।

उत्तर : (i) $2 \times 1000 = 2000$ (ii) $49 \times 8 = 392$ (iii) $3 \times 256 = 768$ (iv) $9 \times 25 = 225$ (v) $9 \times 10000 = 90000$ (vi) $(-32) \times 1000000 = -3,20,00,000$ ।

पृष्ठ 23-24 – चमकते पत्थर : कितने कमरे और कितने हीरे ? $3^7 = 3^2 \times 3^5$ क्यों है ? गुणन नियम से (i) 2^9 (ii) 5^7 (iii) 4^6 निकालो।

उत्तर : कमरे $= 3^4 = 81$; हीरे $= 3^7 = 3^4 \times 3^3 = 81 \times 27 = 2187$ । $3^7 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = (3 \times 3) \times (3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3) = 3^2 \times 3^5$ । (i) $2^9 = 2^4 \times 2^5 = 16 \times 32 = 512$ (ii) $5^7 = 5^3 \times 5^4 = 125 \times 625 = 78125$ (iii) $4^6 = 4^3 \times 4^3 = 64 \times 64 = 4096$ (साथ ही $(4^2)^3 = 16^3 = 4096$)।

पृष्ठ 24 – कम से कम दो प्रकार से घात की घात के रूप में लिखो : (i) 8^6 (ii) 7^{15} (iii) 9^{14} (iv) 5^8 । क्या $2^{10} = (2^5)^2$ भी है ?

उत्तर : नियम $(n^a)^b = n^{ab}$ । (i) $8^6 = (8^2)^3 = (8^3)^2 = (2^3)^6 = 2^{18}$ (ii) $7^{15} = (7^3)^5 = (7^5)^3$ (iii) $9^{14} = (9^2)^7 = (9^7)^2 = (3^2)^{14} = 3^{28}$ (iv) $5^8 = (5^2)^4 = (5^4)^2$ । हाँ, $2^{10} = (2^5)^2 = 32 \times 32 = 1024$ ।

पृष्ठ 25 – जादुई तालाब : कमलों की संख्या (i) पूरा भरा (ii) आधा भरा। दमयंती : दुगुना होने वाले तालाब में 4 दिन, फिर तिगुना होने वाले में 4 दिन – कितने कमल ? क्रम बदलें तो ? $2^5 \times 5^5$ निकालो और $10^4 \div 5^4$ सरल करो।

उत्तर : 1 कमल से शुरू : 30वें दिन पूरा भरा $= 2^{30}$; 29वें दिन आधा भरा $= 2^{29}$ । दमयंती : $2^4 \times 3^4 = (2 \times 3)^4 = 6^4 = 1296$ । क्रम बदलने पर : $1 \times 3^4 \times 2^4 =$ वही $6^4 = 1296$ (गुणा क्रमविनिमेय है)। $2^5 \times 5^5 = (2 \times 5)^5 = 10^5 = 1,00,000$ । $10^4 \div 5^4 = (10 \div 5)^4 = 2^4 = 16$ ।

पृष्ठ 26-27 – रॉक्सी के पास 7 पोशाक, 2 हैट और 3 जोड़ी जूते हैं : कितने तरीकों से तैयार हो सकती है ? 5-अंकीय ताले के कितने पासवर्ड ? A-Z अक्षरों के 6 खानों वाले ताले के ? $2^{100} \div 2^{25}$ क्या है ?

उत्तर : $7 \times 2 \times 3 = 42$ तरीके। 5-अंकीय ताला : $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^5 = 1,00,000$ पासवर्ड (00000 से 99999)। 6 अक्षर-खाने : $26 \times 26 \times 26 \times 26 \times 26 \times 26 = 26^6 = 30,89,15,776$ । $2^{100} \div 2^{25} = 2^{100-25} = 2^{75}$ । (पिनकोड, मोबाइल नंबर और वाहन नंबर वाले प्रश्न खुले उत्तर के हैं।)

पृष्ठ 28-29 – n शून्य क्यों नहीं हो सकता ? क्या नियमों में a और b कोई भी पूर्णांक हो सकते हैं ?

(i) 2^{-4} (ii) 10^{-5} (iii) $(-7)^{-2}$ (iv) $(-5)^{-3}$ (v) 10^{-100} के समतुल्य रूप। सरल करो : (i) $2^{-4} \times 2^7$ (ii) $3^2 \times 3^{-5} \times 3^6$ (iii) $p^3 \times p^{-10}$ (iv) $2^4 \times (-4)^{-2}$ (v) $8^p \times 8^q$ ।

उत्तर : $n \neq 0$ क्योंकि 0^0 परिभाषित नहीं है और $n^a \div n^b$ में 0 से भाग करना पड़ेगा। हाँ, नियम सभी पूर्णांकों a और b के लिए लागू हैं। रूप : (i) $1/2^4 = 1/16$ (ii) $1/10^5$ (iii) $1/(-7)^2 = 1/49$ (iv) $1/(-5)^3 = -1/125$ (v) $1/10^{100}$ । सरल : (i) $2^{-4+7} = 2^3 = 8$ (ii) $3^{2-5+6} = 3^3 = 27$ (iii) $p^{3-10} = p^{-7}$ (iv) $2^4 \times (-4)^{-2} = 16 \times 1/16 = 1$ (v) 8^{p+q} ।

पृष्ठ 30 – 4^2 कितना गुना बड़ा है 4^{-2} से? 7 की घात-रेखा: (i) 2401×49 (ii) 49^3 (iii) 343×2401 (iv) $16807 \div 49$ (v) $7 \div 343$ (vi) $16807 \div 8,23,543$ (vii) $1,17,649 \times 1/343$ (viii) $1/343 \times 1/343$ ।

उत्तर: $4^2 \div 4^{-2} = 4^4 = 256$ गुना। 7^a के मानों से ($7^2 = 49$, $7^3 = 343$, $7^4 = 2401$, $7^5 = 16807$, $7^6 = 117649$, $7^7 = 823543$): (i) $7^4 \times 7^2 = 7^6 = 1,17,649$ (ii) $(7^2)^3 = 7^6 = 1,17,649$ (iii) $7^3 \times 7^4 = 7^7 = 8,23,543$ (iv) $7^5 \div 7^2 = 7^3 = 343$ (v) $7^1 \div 7^3 = 7^{-2} = 1/49$ (vi) $7^5 \div 7^7 = 7^{-2} = 1/49$ (vii) $7^6 \times 7^{-3} = 7^3 = 343$ (viii) $7^{-3} \times 7^{-3} = 7^{-6} = 1/1,17,649$ ।

पृष्ठ 30-32 – 172, 5642, 6374 को 10 की घातों में लिखो। बड़ी संख्या वाले तथ्य (आकाशगंगा के केंद्र से सूर्य की दूरी, आकाशगंगा के तारे, पृथ्वी का द्रव्यमान) वैज्ञानिक रूप में लिखो। तीन दूरियों में सबसे छोटी कौन-सी? सूर्य-शनि संख्या-रेखा पर पृथ्वी को दिखाओ। मानक रूप: (i) 59,853 (ii) 65,950 (iii) 34,30,000 (iv) 70,04,00,00,000।

उत्तर: $172 = 1 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 2 \times 10^0$; $5642 = 5 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 2 \times 10^0$; $6374 = 6 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 4 \times 10^0$ । तथ्य: 3×10^{20} मी; 1×10^{11} तारे; 5.976×10^{24} किग्रा (दिए अंकों को गिनकर)। सूर्य-पृथ्वी (1.496×10^{11} मी) सबसे छोटी है; संख्या-रेखा पर पृथ्वी सूर्य से शनि की ओर लगभग $1.496/14.335 \approx 0.10$ (दसवें भाग) पर है। (i) 5.9853×10^4 (ii) 6.595×10^4 (iii) 3.43×10^6 (iv) 7.004×10^{10} ।

पृष्ठ 33-35 (क्या कभी सोचा?) – गुड़/गेहूँ का मूल्य, रॉक्सी के वजन के बराबर 1-रुपये के सिक्के, 5-रुपये के सिक्के और 10-रुपये के नोट, कॉपियाँ / अन्नदान, 400 किमी की पदयात्रा, पृथ्वी की परिक्रमा, चंद्रमा तक सीढ़ी।

उत्तर: ये अनुमान के प्रश्न हैं; उत्तर मान्यताओं पर निर्भर हैं (पाठ्यपुस्तक अलग-अलग मान्यताएँ स्वीकार करती है)। गुड़: $45 \text{ किग्रा} \times ₹70 = ₹3150$; गेहूँ: $50 \text{ किग्रा} \times ₹50 = ₹2500$ (पाठ्यपुस्तक की मान्यताएँ)। सिक्के (मेरी मान्यता: ₹1 का सिक्का ≈ 5 ग्राम, रॉक्सी 45 किग्रा): $45000 \text{ ग्राम} \div 5 \text{ ग्राम} = 9 \times 10^3$ सिक्के = ₹9000; ₹5 का सिक्का ≈ 6 ग्राम $\rightarrow 7500$ सिक्के = ₹37,500; ₹10 का नोट ≈ 1 ग्राम $\rightarrow 45,000$ नोट = ₹4,50,000। कॉपियाँ (मान लो 250 ग्राम की एक, एस्तु 50 किग्रा): 200 कॉपियाँ $\rightarrow$ साल में लगभग 200 विद्यार्थी। अन्नदान (मान लो एक भोजन में 0.2 किग्रा अनाज, रॉक्सी 45 किग्रा): लगभग 225 भोजन। पदयात्रा (मान लो 32 किमी प्रतिदिन): $400 \div 32 \approx 12-13$ दिन पहले। परिक्रमा (मान लो 4 किमी/घंटा लगातार 70 वर्ष): $70 \times 365 \times 24 \times 4 \approx 24,52,800$ किमी $\div 40,000$ किमी ≈ 61 बार। चंद्रमा की सीढ़ी: $3,84,400 \text{ किमी} \div 20 \text{ सेमी} = 1,92,20,00,000$ सीढ़ियाँ (रैखिक वृद्धि)।

पृष्ठ 36-38 – वैज्ञानिक रूप में गणना करो: (i) प्रति मनुष्य चींटियाँ (ii) 10,000 स्टार्लिंग के झुंड कितने (iii) हर पेड़ में 10^4 पत्ते हों तो सभी पेड़ों के पत्ते (iv) चंद्रमा तक पहुँचने के लिए कितनी

कागज़ की शीटें। साथ ही: प्रति अफ्रीकी हाथी लोग; 1.3 अरब स्टार्लिंग और 11 नील मच्छर वैज्ञानिक रूप में।

उत्तर: 8×10^9 मनुष्य, 2×10^{16} चींटियाँ, 1.3×10^9 स्टार्लिंग, 3×10^{12} पेड़, कागज़ 0.001 सेमी = 10^{-5} मी और चंद्रमा 3.844×10^8 मी लेकर: (i) $2 \times 10^{16} \div 8 \times 10^9 = 2.5 \times 10^6$ चींटियाँ प्रति मनुष्य (ii) $1.3 \times 10^9 \div 10^4 = 1.3 \times 10^5$ झुंड (iii) $3 \times 10^{12} \times 10^4 = 3 \times 10^{16}$ पत्ते (iv) $3.844 \times 10^8 \div 10^{-5} = 3.844 \times 10^{13}$ शीटें। प्रति हाथी लोग = $8 \times 10^9 \div 4 \times 10^5 = 2 \times 10^4 = 20,000$, हाँ। 1.3 अरब = 1.3×10^9 ; 11 नील = $11 \times 10^{13} = 1.1 \times 10^{14}$ ।

पृष्ठ 39-42 – रॉक्सी 4840 दिन की है: कितने घंटे? एस्तु 4070 दिन का है: जन्म-तिथि? दस लाख सेकंड बाद आयु? 10^5 और 10^6 सेकंड की घटनाएँ। 15 मिलियन वर्ष और 47 करोड़ वर्ष को सेकंड में भरो। (i) हर सेकंड एक तारा गिननें तो सब तारे गिनने का समय (ii) हर 10 सेकंड में 200 मिली का गिलास पिएँ तो पृथ्वी का सारा पानी पीने का समय।

उत्तर: 4840 दिन $\times 24 = 1,16,160$ घंटे $\approx 1.16 \times 10^5$ घंटे। एस्तु की जन्म-तिथि = आज की तिथि – 4070 दिन (लगभग 11 वर्ष 2 माह पहले; 1 नवंबर 2026 के लिए 10 सितंबर 2015)। 10^6 सेकंड $\approx 11.6 \approx 12$ दिन। उदाहरण (मेरे): एक दिन = 8.64×10^4 सेकंड (कोटि 10^5); लगभग एक माह (चंद्र-चक्र 27 दिन) $\approx 2.3 \times 10^6$ सेकंड (कोटि 10^6)। 15 मिलियन वर्ष $\approx 1.5 \times 10^7 \times 3.16 \times 10^7 \approx 4.7 \times 10^{14}$ सेकंड; 47 करोड़ वर्ष = 4.7×10^8 वर्ष $\approx 1.5 \times 10^{16}$ सेकंड। (i) 2×10^{23} तारे $\rightarrow 2 \times 10^{23}$ सेकंड। (ii) 2×10^{25} बूँदें $\div 16$ प्रति मिली = 1.25×10^{24} मिली; $\div 200$ मिली = 6.25×10^{21} गिलास; $\times 10$ सेकंड = 6.25×10^{22} सेकंड।

Figure it Out प्र1-प्र4 (पृष्ठ 44-45) – प्र1. $2^{224} \div 4^{32}$ का इकाई अंक। प्र2. एक डिब्बे में 5 बोतलें, रोज़ एक नया डिब्बा आता है: 40 दिन बाद कितनी बोतलें? प्र3. तीन प्रकार से दो या अधिक घातों के गुणनफल में लिखो: (i) 64^3 (ii) 192^8 (iii) 32^{-5} । प्र4. सदा / कभी-कभी / कभी नहीं सत्य: (i) घन वर्ग भी होते हैं (ii) चौथी घात वर्ग हैं (iii) पाँचवीं घात घन से विभाज्य (iv) दो घनों का गुणनफल घन है (v) q^{46} चौथी और छठी दोनों घात है (q अभाज्य)।

उत्तर: प्र1: $4^{32} = (2^2)^{32} = 2^{64}$, अतः $2^{224} \div 2^{64} = 2^{160}$ । 2 की घातों के इकाई अंक 2, 4, 8, 6 दोहराते हैं; 160, 4 का गुणज है, इसलिए इकाई अंक 6। प्र2: 40 नए डिब्बे $\times 5 = 200$ बोतलें (= 2×10^2); यह रैखिक वृद्धि है। प्र3: (i) $64^3 = 2^{18} = 2^{10} \times 2^8 = 4^5 \times 4^4 = 8^3 \times 8^3$ (ii) $192 = 2^6 \times 3$, अतः $192^8 = 2^{48} \times 3^8 = 2^{40} \times 2^8 \times 3^8 = 2^{40} \times 6^8$ (iii) $32^{-5} = 2^{-25} = 2^{-10} \times 2^{-15} = 2^{-5} \times 2^{-20} = 4^{-12} \times 2^{-1}$ । प्र4: (i) कभी-कभी सत्य – $n^6 = (n^2)^3 = (n^3)^2$, जैसे 64 दोनों है, पर 8 वर्ग नहीं। (ii) सदा सत्य – $n^4 = (n^2)^2$ । (iii) सदा सत्य – $n^5 \div n^3 = n^2$ । (iv) सदा सत्य – $a^3 \times b^3 = (ab)^3$ । (v) कभी नहीं – q^{46} के लिए 4 और 6 दोनों का 46 को भाग देना ज़रूरी, पर कोई नहीं देता।

प्र5. घातांकी रूप में सरल करो: (i) $10^{-2} \times 10^{-5}$ (ii) $5^7 \div 5^4$ (iii) $9^{-7} \div 9^4$ (iv) $(13^{-2})^{-3}$ (v) $m^5 n^{12} (mn)^9$ । प्र6. यदि $12^2 = 144$: (i) $(1.2)^2$ (ii) $(0.12)^2$ (iii) $(0.012)^2$ (iv) 120^2 । प्र7. जो

संख्याएँ समान हैं उन पर घेरा लगाओ: $2^4 \times 3^6$, $6^4 \times 3^2$, 6^{10} , $18^2 \times 6^2$, 6^{24} ।

उत्तर: प्र5: (i) 10^{-7} ($= 1/10^7$) (ii) 5^3 (iii) 9^{-11} ($= 1/9^{11}$) (iv) 13^6 (v) $m^5n^{12} \times m^9n^9 = m^{14}n^{21}$ ।

प्र6: (i) 1.44 (ii) 0.0144 (iii) 0.000144 (iv) 14400। प्र7: $2^4 \times 3^6 = 16 \times 729 = 11664$; $6^4 \times 3^2 = 1296 \times 9 = 11664$; $18^2 \times 6^2 = 324 \times 36 = 11664$ । अतः $2^4 \times 3^6$, $6^4 \times 3^2$ और $18^2 \times 6^2$ समान हैं; 6^{10} और 6^{24} भिन्न हैं।

प्र8. कौन-सी संख्या बड़ी है: (i) 4^3 या 3^4 (ii) 2^8 या 8^2 (iii) 100^2 या 2^{100} । प्र9. एक डेयरी 8.5 अरब दूध के पैकेट बनाना चाहती है और हर पैकेट के लिए 0-9 अंकों वाला अद्वितीय ID चाहती है: कितने अंक? प्र10. 64 वर्ग (8^2) और घन (4^3) दोनों है: ऐसी और संख्याएँ? प्र11. लंबाई 5 वाला अक्षर-अंक पासकोड – कितने कोड संभव?

उत्तर: प्र8: (i) $4^3 = 64$, $3^4 = 81 \rightarrow 3^4$ बड़ी। (ii) $2^8 = 256$, $8^2 = 64 \rightarrow 2^8$ बड़ी। (iii) $100^2 = 10^4 = 10000$, पर $2^{100} = 1024^{10} \approx 1.27 \times 10^{30} \rightarrow 2^{100}$ बड़ी। प्र9: n अंक के कोड 10^n ID देते हैं; चाहिए $10^n \geq 8.5 \times 10^9$ । 10^9 कम है, 10^{10} पर्याप्त $\rightarrow$ कम से कम 10 अंक। प्र10: हाँ, अनंत: छठी घात $n^6 = (n^2)^3 = (n^3)^2$, जैसे 1, 64, 729 (3^6), 4096 (4^6), 15625 (5^6)। प्र11: 26 अक्षर + 10 अंक = 36 विकल्प हर 5 स्थान पर $\rightarrow 36^5 = 6,04,66,176$ कोड।

प्र12. विश्व में भेड़ (10^9) और बकरियाँ (10^9): कुल? विकल्प (i) 20^9 (ii) 10^{11} (iii) 10^{10} (iv) 10^{18} (v) 2×10^9 (vi) $10^9 + 10^9$ । प्र13. वैज्ञानिक संकेतन में: (i) हर व्यक्ति के 30 कपड़े (ii) 10 करोड़ मधुमक्खी कॉलोनी $\times 50,000$ मक्खियाँ (iii) मानव शरीर में 38 ट्रिलियन जीवाणु (iv) जीवन भर खाने में बिताया समय। प्र14. 1 अरब सेकंड पहले की तिथि?

उत्तर: प्र12: $10^9 + 10^9 = 2 \times 10^9$, इसलिए (v) और (vi) दोनों सही हैं (एक ही संख्या); (i), (ii), (iii), (iv) गलत। प्र13: (i) $8.2 \times 10^9 \times 30 = 2.46 \times 10^{11}$ कपड़े (ii) $10^8 \times 5 \times 10^4 = 5 \times 10^{12}$ मधुमक्खियाँ (iii) $3.8 \times 10^{13} \times 8.2 \times 10^9 = 3.116 \times 10^{23}$ जीवाणु (iv) मान लो 70 वर्ष और रोज़ 1 घंटा: $70 \times 365 \times 3600 = 9,19,80,000 = 9.198 \times 10^7$ सेकंड। प्र14: 10^9 सेकंड $\approx 11,574$ दिन ≈ 31.7 वर्ष पहले; 1 नवंबर 2026 से पीछे गिनने पर लगभग 23 फ़रवरी 1995।

खेल 'दस में कमाल!' – राउंड 1: 1000000000000 बनाम 999999×999999 । राउंड 2: $10^{1000} + 10^{1000} + 10^{1000}$ बनाम $10^{1000000} \times 9000$ । कौन बड़ा है?

उत्तर: राउंड 1: रॉक्सी की संख्या 10^{13} है; एस्तु की $(10^6)^2 = 10^{12}$ से कम है, इसलिए रॉक्सी की बड़ी। राउंड 2: रॉक्सी की $= 4 \times 10^{1000}$ । एस्तु की $= 9000 \times 10^{1000000}$, जो $10^{1000000}$ से भी बहुत बड़ी है, अतः 4×10^{1000} से कहीं बड़ी $\rightarrow$ एस्तु की बड़ी।

बोर्ड-पैटर्न प्रश्न – 1 अंक

1. $5 \times 5 \times 5 \times 5$ को घातांकी रूप में लिखो। (1)

उत्तर: 5^4 ।

2. $n \neq 0$ के लिए n^0 का मान? (1)

उत्तर: 1।

3. 10^{-3} को भिन्न में लिखो। (1)

उत्तर: $1/1000$ ।

4. $3^4 \times 3^3$ सरल करो। (1)

उत्तर: $3^7 = 2187$ ।

5. $(4^3)^2$ सरल करो। (1)

उत्तर: $4^6 = 4096$ ।

6. $(-1)^{56}$ का मान? (1)

उत्तर: $+1$ ।

7. 5900 को वैज्ञानिक रूप में लिखो। (1)

उत्तर: 5.9×10^3 ।

8. 0-9 अंकों के कितने 5-अंकीय पासवर्ड संभव हैं? (1)

उत्तर: $10^5 = 1,00,000$ ।

9. 2^{-1} का मान लिखो। (1)

उत्तर: $1/2$ ।

10. किन्हीं 10 मोड़ के बाद मोटाई कितनी गुना बढ़ती है? (1)

उत्तर: $2^{10} = 1024$ गुना।

11. गूगोल क्या है? (1)

उत्तर: 10^{100} ।

12. क्या 0^0 परिभाषित है? (1)

उत्तर: नहीं, यह परिभाषित नहीं है।

बोर्ड-पैटर्न प्रश्न – 3 अंक

1. 32400 को अभाज्य घातों के गुणनफल के रूप में लिखो। (3)

उत्तर: अभाज्यों से भाग देने पर: $32400 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 5 = 2^4 \times 3^4 \times 5^2$ ।

2. सरल करो और घातों की रूप में लिखो: (i) $2^{-4} \times 2^7$ (ii) $5^7 \div 5^4$ (iii) $(13^{-2})^{-3}$ । (3)

उत्तर: (i) $2^{-4+7} = 2^3$ (ii) $5^{7-4} = 5^3$ (iii) $13^{(-2) \times (-3)} = 13^6$ ।

3. मानक रूप में लिखो: (i) 34,30,000 (ii) 70,04,00,00,000 (iii) 65,950। (3)

उत्तर: (i) 3.43×10^6 (ii) 7.004×10^{10} (iii) 6.595×10^4 ।

4. कौन बड़ा है: 2^{100} या 100^2 ? कारण बताओ। (3)

उत्तर: $100^2 = 10^4 = 10,000$, जबकि $2^{10} = 1024 > 10^3$, इसलिए $2^{100} = (2^{10})^{10} > (10^3)^{10} = 10^{30}$ । अतः 2^{100} बड़ी है।

5. एक ताले का कोड A-Z अक्षरों और 0-9 अंकों से बने 5 वर्णों का है। कितने कोड संभव हैं? (3)

उत्तर: हर स्थान पर $26 + 10 = 36$ विकल्प हैं, इसलिए कोडों की संख्या $= 36 \times 36 \times 36 \times 36 \times 36 = 36^5 = 6,04,66,176$ ।

बोर्ड-पैटर्न प्रश्न – 5 अंक

1. उदाहरण सहित घातांक के नियम लिखो और समझाओ कि $n^0 = 1$ और $n^{-a} = 1/n^a$ क्यों है। (5)

उत्तर: $n^a \times n^b = n^{a+b}$ ($2^3 \times 2^4 = 2^7$); $n^a \div n^b = n^{a-b}$ ($2^7 \div 2^4 = 2^3$); $(n^a)^b = n^{ab}$ ($(2^3)^2 = 2^6$); $m^a \times n^a = (mn)^a$ ($2^5 \times 5^5 = 10^5$); $n^a \div m^a = (n/m)^a$ ($10^4 \div 5^4 = 2^4$)। शून्य घातांक: $n^a \div n^a = 1$ और नियम से यह $n^{a-a} = n^0$ है, इसलिए $n^0 = 1$ ($n \neq 0$)। ऋणात्मक घातांक: $2^4 \div 2^5 = (2 \times 2 \times 2 \times 2) / (2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2) = 1/2$ और नियम से यह 2^{-1} है, इसलिए $n^{-a} = 1/n^a$ ।

2. कागज़ मोड़ने के उदाहरण से समझाओ कि चरघातांकी वृद्धि रैखिक वृद्धि से तेज़ क्यों है। चंद्रमा की दूरी से अधिक होने में कितने मोड़ और 20 सेमी की कितनी सीढ़ियाँ चाहिए? (5)

उत्तर: मोड़ने पर हर बार मोटाई दुगुनी होती है: 0.001×2^n सेमी। 10 मोड़ पर 1.024 सेमी, 30 मोड़ पर ≈ 10.7 किमी और 46 मोड़ पर $\approx 7,00,000$ किमी, जो पृथ्वी-चंद्रमा दूरी 3,84,400 किमी से अधिक है। 20 सेमी की सीढ़ियों वाली सीढ़ी हर चरण पर निश्चित 20 सेमी जोड़ती है (रैखिक, योगात्मक वृद्धि), इसलिए $3,84,400 \text{ किमी} \div 20 \text{ सेमी} = 1,92,20,00,000$ सीढ़ियाँ चाहिए। चरघातांकी वृद्धि गुणात्मक है, इसलिए केवल 46 मोड़ पर्याप्त हैं।

3. वैज्ञानिक संकेतन समझाओ और इसका प्रयोग करो: (i) 8.2×10^9 लोगों के 30-30 कपड़े, (ii) 10^8 मधुमक्खी कॉलोनी, हर में 50,000 मक्खियाँ, (iii) 2×10^{23} तारे प्रति सेकंड एक गिनने पर। (5)

उत्तर: वैज्ञानिक संकेतन में संख्या $x \times 10^y$ के रूप में लिखी जाती है, जहाँ $1 \leq x < 10$ और y पूर्णांक; घातांक आकार बताता है और गुणांक के अंक सटीकता। (i) $8.2 \times 10^9 \times 30 = 2.46 \times 10^{11}$ कपड़े। (ii) $10^8 \times 5 \times 10^4 = 5 \times 10^{12}$ मक्खियाँ। (iii) हर सेकंड एक तारा गिनने में 2×10^{23} सेकंड लगेंगे, जो लगभग 6.3×10^{15} वर्ष है (1 वर्ष $\approx 3.16 \times 10^7$ सेकंड)।