गुरुत्वाकर्षण

इस अध्याय के सभी महत्वपूर्ण प्रश्न – उत्तर सहित। पहले खुद हल करने की कोशिश करो, फिर उत्तर मिलाओ।

अभ्यास प्रश्न-उत्तर (हर टॉपिक से)

» गुरुत्वाकर्षण - परिचय और न्यूटन की सोच

» अभिकेंद्रीय बल और चंद्रमा की कक्षा

» गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम

» सार्वत्रिक नियम का महत्व

» मुक्त पतन

» गुरुत्वीय त्वरण g का परिकलन

» गुरुत्व के प्रभाव में वस्तुओं की गति

» द्रव्यमान तथा भार

» चंद्रमा पर वस्तु का भार

हल किए हुए उदाहरण (step-by-step)

उदाहरण 1. एक छात्र कहता है: 'सेब पृथ्वी की ओर गिरता है, पर चंद्रमा पर कोई गुरुत्वाकर्षण बल नहीं लगता क्योंकि वह गिरता नहीं दिखता।' क्या यह सही है? न्यूटन के तर्क से जाँचो.

› सेब का गिरना दिखाता है पृथ्वी आकर्षण बल लगाती है

› न्यूटन का तर्क: चंद्रमा भी प्रत्येक बिंदु पर पृथ्वी की ओर 'गिरता' रहता है, इसलिए कक्षा वक्र होती है

› निष्कर्ष: चंद्रमा पर भी गुरुत्वाकर्षण लगता है; हम उसे सीधा गिरता नहीं देखते क्योंकि उसकी sideways गति भी है

उत्तर – कथन गलत है। चंद्रमा पर भी पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण लगता है; कक्षा में वह निरंतर पृथ्वी की ओर मुड़ता/'गिरता' रहता है।

उदाहरण 2. धागे से बँधा पत्थर वृत्त में घूम रहा है। धागा टूट जाए तो पत्थर का पथ कैसा होगा और क्यों?

› घूमते समय अभिकेंद्रीय बल धागे के तनाव से मिल रहा था

› धागा टूटने पर वह बल समाप्त कोई केंद्र की ओर बल नहीं

› न्यूटन के प्रथम नियम से पत्थर उस क्षण की स्पर्श रेखा पर सरल रेखा में चलेगा

उत्तर – पत्थर वृत्त की स्पर्श रेखा के अनुदिश सरल रेखा में चला जाएगा, क्योंकि अभिकेंद्रीय बल समाप्त हो जाता है।

उदाहरण 3. पृथ्वी का द्रव्यमान 6×10^{2} kg, चंद्रमा 7.4×10^{22} kg, दूरी 3.84×10 m, G = 6.7×10^{11} N m² kg². पृथ्वी द्वारा चंद्रमा पर बल ज्ञात करो.

› सूत्र: $F = G\,Mm / d^{2}$

› मान रखो: $F = (6.7\times10^{11})(6\times10^{2})(7.4\times10^{22}) / (3.84\times10)^{2}$

› गणना से $F = 2.02 \times 10^{2}$ N

उत्तर – $F = 2.02 \times 10^{2}$ N

उदाहरण 4. 'गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम असंबद्ध घटनाओं को जोड़ता है' – NCERT के अनुसार कोई तीन घटनाएँ लिखो और एक पंक्ति में जोड़ बताओ.

› तीन घटनाएँ चुनो: हमें बाँधना, चंद्रमा की गति, ज्वार-भाटा (या ग्रहों की गति)

› सभी में द्रव्यमानों के बीच आकर्षण बल F = GMm/d² कार्य करता है

› निष्कर्ष: अलग दिखने वाली घटनाएँ एक ही नियम से समझाई जाती हैं

उत्तर – उदाहरण: पृथ्वी से बँधे रहना, चंद्रमा/ग्रहों की कक्षा, ज्वार-भाटा – तीनों गुरुत्वाकर्षण आकर्षण से समझाए जाते हैं।

उदाहरण 5. मुक्त पतन किसे कहते हैं? सिद्ध करो कि सतह के पास g = GM/R².

› परिभाषा: केवल गुरुत्वीय बल से पृथ्वी की ओर गिरना = मुक्त पतन

› F = GMm/R² और F = mg

› तुलना से g = GM/R²

उत्तर – मुक्त पतन = केवल गुरुत्व के अधीन गिरना; g = GM/R² (सतह/समीप).

उदाहरण 6. G = 6.7×10¹¹ N m² kg², M = 6×10² kg, R = 6.4×10 m लेकर g का मान निकालो.

› सूत्र लिखो: g = GM/R²

› R² = (6.4×10)² = 4.096×10¹³ m²

› g = (6.7×10¹¹ × 6×10²) / 4.096×10¹³ 9.8 m s²

उत्तर – g = 9.8 m s²

उदाहरण 7. एक कार कगार से गिरकर 0.5 s में धरती पर गिरती है। g = 10 m s², u = 0. (i) टकराने पर चाल (ii) औसत चाल (iii) ऊँचाई ज्ञात करो.

› v = u + gt = 0 + 10×0.5 = 5 m s¹

› औसत चाल = (u+v)/2 = 2.5 m s¹

› s = ut + ½gt² = ½×10×(0.5)² = 1.25 m

उत्तर – (i) 5 m s¹ (ii) 2.5 m s¹ (iii) 1.25 m

उदाहरण 8. किसी वस्तु का द्रव्यमान 10 kg है। पृथ्वी पर g = 9.8 m s² हो तो भार क्या होगा? इकाई सहित लिखो.

› सूत्र: W = m g

› W = 10 × 9.8 = 98

› इकाई न्यूटन क्योंकि भार बल है

उत्तर – W = 98 N

उदाहरण 9. वस्तु का द्रव्यमान 12 kg है। पृथ्वी पर g = 10 m s² मानो। यदि चंद्रमा पर गुरुत्वीय त्वरण पृथ्वी का 1/6 हो तो चंद्रमा पर भार क्या होगा?

› पृथ्वी पर भार W = mg = 12×10 = 120 N

› चंद्रमा पर g = g/6 = 10/6 m s²

› W = m g = 12 × 10/6 = 20 N

उत्तर – चंद्रमा पर भार = 20 N (द्रव्यमान 12 kg ही रहेगा)

बोर्ड परीक्षा के लिए ख़ास

- परिचय वाले 2-mark में सेब + चंद्रमा दोनों उदाहरण जरूर लिखो – सिर्फ 'वस्तुएँ गिरती हैं' अधूरा है।
- Diagram वाले उत्तर में स्पर्श रेखा और केंद्र की ओर तीर दोनों दिखाओ – examiner marks देता है।
- नियम लिखते समय तीन बातें: (1) Mm (2) 1/d² (3) रेखा की दिशा – तीनों marks के लिए जरूरी।
- 3-mark importance में चारों बिंदु क्रम से लिखो – (i) से (iv) NCERT क्रम examiner को पसंद है।

- परिभाषा में शब्द 'केवल' जरूरी है – वायु प्रतिरोध हो तो शुद्ध मुक्त पतन नहीं माना जाता।
- Derivation वाले प्रश्न में पहले $F=GMm/R^2 = mg$ लिखो, फिर संख्याएँ – सिर्फ 9.8 याद करना अधूरा उत्तर है।
- Numerical में दिशा/चिह्न पहले तय करो – ऊपर फेंक = −g; नीचे गिरना = +g (नीचे धनात्मक लें).
- Difference table: द्रव्यमान | भार – इकाई, प्रकृति (अदिश/सदिश), स्थान निर्भरता – तीनों कॉलम भरो।
- हमेशा लिखो: 'द्रव्यमान अपरिवर्तित, भार बदलता है' – आधा नंबर इसी वाक्य पर मिलता है।

एक नज़र में रिवीज़न

› गुरुत्वाकर्षण = वह बल जो सेब, चंद्रमा और ग्रहों – सभी पर एक जैसा विचार देता है।

› Centripetal force towards centre; Moon stays in orbit due to Earth's gravity providing it.

› Universal law: $F = GMm/d^2$; G 6.67×10^{11} N m^2 kg^2; inverse-square.

› Importance: binding to Earth + Moon orbit + planets + tides.

› Free fall only gravity; $g = GM/R^2$ near surface; $F = mg$.

› Substitute G, M_earth, R_earth g 9.8 m s^2.

› g independent of mass; vacuum same rate; use kinematic eqs with ±g.

› m constant everywhere; W = mg (newtons); same place W m.

› W_moon = GM_moon m / R_{moon}^2; mass same, weight smaller on Moon.