Chapter Review

- A force is a push or a pull that can change the speed, direction or shape of an object, or start or stop motion. SI unit is newton (N); measured with a spring balance. Force has magnitude and direction. Balanced forces (equal and opposite on the same object) give zero net force and do not change the state of motion. Unbalanced forces produce a net force and cause acceleration.
- Friction is the force that opposes relative motion between surfaces in contact. It acts opposite to the direction of motion and depends on the nature of surfaces. It slows moving objects (a rolling ball stops) and also helps us walk, grip and brake. Galileo's thought experiment: on a perfectly smooth frictionless surface a ball would keep moving with uniform velocity, so force is needed only to change velocity, not to maintain it.
- Newton's first law (law of inertia): an object remains at rest or in uniform motion in a straight line unless an unbalanced external force acts on it. Inertia is the tendency to resist a change in state of rest or motion; mass is the measure of inertia (more mass = more inertia). Examples: passengers jerk forward when a bus brakes suddenly; dust leaves a beaten carpet; a coin drops into a glass when the card under it is flicked.
- Newton's second law: the rate of change of momentum is proportional to the applied force; in practice, acceleration is directly proportional to the net force and inversely proportional to mass: $a = F/m$, or $F = ma$. One newton is the force that gives a mass of 1 kg an acceleration of 1 m/s2 (1 N = 1 kg m/s2). Weight $W = mg$ (g = 9.8 m/s2); weight is a force, mass is not.

- Applications: a cricketer pulls the hands back while catching a ball to increase the time of stopping, so the force is reduced; airbags and landing mats do the same; a coconut falling on a hard floor breaks since the stopping time is very short and force is large. Same force on different masses: lighter mass accelerates more.
- Newton's third law: to every action there is an equal and opposite reaction. The two forces act on different objects at the same time, so they do not cancel each other. Examples: walking (foot pushes ground backward, ground pushes you forward), a canoe moving away when you jump off, rocket propulsion and Chandrayaan-3 (hot gases pushed down, the rocket goes up), recoil of a gun (gun mass large so recoil acceleration small; bullet mass small so acceleration large).
- System of objects: if a force F acts on two bodies in contact of masses m1 and m2 on a smooth surface, the combined acceleration $a = F/(m1 + m2)$; the force on each body = (its mass) x a. Always draw free-body diagrams, identify the net force and use $F = ma$ along the line of motion.

MERIT SPRING CLASS 9 NOTES BY ABHISHEK SIR

Key Terms

Force – Push or pull; SI unit newton (N).

Balanced forces – Net force zero; no change in motion.

Unbalanced forces – Net force not zero; acceleration.

Friction – Force opposing relative motion of surfaces.

Inertia – Tendency to resist change in state of motion; measured by mass.

Newton's first law – Object keeps its state unless acted on by a net force.

Newton's second law – $F = ma$.

Newton's third law – Action and reaction are equal and opposite on different bodies.

1 N – 1 kg m/s2.

Weight – $W = mg$, a force (N).
Mass – Amount of matter; measure of inertia (kg).
Recoil – Backward motion of a gun on firing.
Net force – Vector sum of all forces on a body.

Diagrams / Flowcharts

Effect of force

Apply force
↓
Net force not zero
↓
Velocity changes (acceleration)
↓
$a = F/m$

Balanced versus Unbalanced

Balanced
- Net force = 0
- No acceleration
- Rest or uniform motion
- Tug of war tie

Unbalanced
- Net force not 0
- Acceleration
- Speed or direction changes
- Pushing a trolley

MERIT SPRING CLASS 9 NOTES BY ABHISHEK SIR

Newton's laws

- Newton's laws
  - First law
    - Inertia
    - Seat belts
    - Dust from carpet
  - Second law
    - $F = ma$
    - Catching a ball
    - Airbags
  - Third law
    - Action = -Reaction
    - Rocket
    - Walking, recoil

Mass versus Weight

Mass	Weight
· Matter in body	· Force of gravity, mg
· Scalar, kg	· Vector, N
· Same everywhere	· Changes with g
· Measure of inertia	· Spring balance

MERIT SPRING · CLASS 9 · NOTES BY ABHISHEK SIR

Key formulas

- $F = ma$; $W = mg$; $a = F/(m1 + m2)$ for two bodies together; $v = u + at$; $s = ut + 1/2\ at2$. Momentum $p = mv$. Recoil: $m1\ v1 = -\ m2\ v2$ (momentum conserved).

Examples

- Ex 6.7: Earth and fruit pull each other equally, but the huge mass of the Earth makes its acceleration negligible. Ex 6.8: 0.1 kg bullet, 5 kg gun, force 2 N: gun $a = 2/5 = 0.4$ m/s2, bullet $a = 2/0.1 = 20$ m/s2.

Revise, Reflect, Refine (with Answers)

Q.1 Q1. A table moves at constant velocity under horizontal force F. Friction by the floor?

Ans. Constant velocity means zero net force, so friction = F, opposite to the push.

Q.2 Q2. Ball on a smooth frictionless surface: fill the correct word.

Ans. (i) No net force: velocity remains the same. (ii) Net force along motion: velocity increases. (iii) Net force opposite to motion: velocity decreases.

Q.3 Q3. Block P has 4 N and 5 N in opposite directions; block Q moves with constant velocity. Which is correct?

Ans. (i) P experiences a net force (5 - 4 = 1 N) and Q does not (constant velocity).

Q.4 Q4. 100 oarsmen: 95 row forward-propelling, 5 the wrong way, 200 N each. Net force?

Ans. Net oarsmen = 95 - 5 = 90. Net force = 90 × 200 = 18,000 N forward.

Q.5 Q5. When a net force acts, the object accelerates: choose.

Ans. (iv) in the direction of the force, with acceleration proportional to the force (a = F/m).

Q.6 Q6. Fig. 6.37 position-time graphs of A, B, C, D: net force acts on which?

Ans. (iii) Object C. Its curve bends upward, so velocity changes. A and D are straight lines (constant velocity) and B is at rest: no net force.

Q.7 Q7. A sailor jumps from a small boat to the shore. Will the boat move?

Ans. Yes, backwards (away from the shore) by Newton's third law: he pushes the boat back and it pushes him forward.

MERIT SPRING · NOTES BY ABHISHEK SIR · CLASS 9

Q.8 Q8. Why a landing mat or sand bed in high jump?

Ans. It increases the time of stopping, so the impact force is smaller and the athlete is not hurt.

Q.9 Q9. A loaded hand cart collides with an identical empty one. Choose.

Ans. (iv) Both exert equal magnitude of force on each other (third law).

Q.10 Q10. Fig. 6.40 acceleration-mass graph: plot the force-mass graph.

Ans. F = m x a: 1 kg x 10 = 10 N, 2 kg x 5 = 10 N, 4 kg x 2.5 = 10 N. Force is constant (10 N), so the force-mass graph is a horizontal line at 10 N.

Q.11 Q11. Fig. 6.41: 10 kg object; v goes from 10 to 30 m/s in 8 s. Force?

Ans. a = (30 - 10)/8 = 2.5 m/s2. F = ma = 10 x 2.5 = 25 N.

Q.12 Q12. 50 g bullet at 100 m/s stops in 50 cm. Stopping force?

Ans. v2 = u2 + 2as: 0 = 10000 + 2a(0.5), so a = -10000 m/s2. F = 0.05 x 10000 = 500 N (opposing motion).

Q.13 Q13. Footballer kicks at 108 km/h with 800 N; mass 0.4 kg. Contact time?

Ans. v = 30 m/s. a = F/m = 800/0.4 = 2000 m/s2. t = v/a = 30/2000 = 0.015 s.

Q.14 Q14. 2 kg at 10 m/s meets friction 7 N plus extra 3 N opposing. Distance before stopping?

Ans. Net retarding force = 10 N, a = 10/2 = 5 m/s2. s = u2/2a = 100/10 = 10 m.

MERIT SPRING CLASS 9 NOTES BY ABHISHEK SIR

Q.15 Q15. Tractor force F gives a1 to harrow (m1), a2 to trolley (m2). Acceleration of trolley with harrow on it?

Ans. m1 = F/a1, m2 = F/a2. a = F/(m1 + m2) = 1/(1/a1 + 1/a2) = a1 a2/(a1 + a2).

Q.16 Q16. Magnet and compass exert equal forces, yet only the needle moves. Why?

Ans. Forces are equal, but the needle has a very small mass and so a large acceleration (a = F/m), while the bar magnet's large mass (and friction with the surface) gives it a negligible acceleration.

Q.17 Pause and Ponder. Why does a fireperson struggle holding a hose?

Ans. Water shoots forward, so by the third law the hose is pushed backward with equal force, which the fireperson must resist.

MERIT SPRING CLASS 9 NOTES BY ABHISHEK SIR

Board Exam Questions (Important)

Q.1 State Newton's three laws of motion.

Ans. 1: Inertia: state of rest or uniform motion continues unless a net force acts. 2: F = ma. 3: Every action has an equal and opposite reaction.

Q.2 Why is mass called a measure of inertia?

Ans. More mass resists change in motion more; it needs more force for the same acceleration.

Q.3 Define 1 newton.

Ans. Force that gives 1 kg an acceleration of 1 m/s2.

Q.4 Why does a gun recoil when it fires a bullet?

Ans. Third law: the gun pushes the bullet forward and the bullet pushes the gun backward; the gun's large mass gives it small acceleration.

Q.5 A 10 kg body accelerates at 2.5 m/s2. Find the net force.

Ans. $F = ma = 10 \times 2.5 = 25$ N.

MERIT SPRING
CLASS 9
NOTES BY ABHISHEK SIR

हिंदी संस्करण

बल गति को कैसे प्रभावित करते हैं

MERIT SPRING
CLASS 9
NOTES BY ABHISHEK SIR

अध्याय समीक्षा

- बल धक्का या खिंचाव है जो वस्तु की चाल, दिशा या आकार बदल सकता है, या गति शुरू या बंद कर सकता है। SI मात्रक न्यूटन (N); स्प्रिंग तुला से मापते हैं। बल का परिमाण और दिशा होती है। संतुलित बल (एक ही वस्तु पर बराबर व विपरीत) से परिणामी बल शून्य होता है और गति की अवस्था नहीं बदलती। असंतुलित बल परिणामी बल देते हैं और त्वरण उत्पन्न करते हैं।
- घर्षण संपर्क वाली सतहों की आपेक्षिक गति का विरोध करने वाला बल है। यह गति की विपरीत दिशा में लगता है और सतहों की प्रकृति पर निर्भर है। यह गतिमान वस्तु को रोकता है (लुढ़कती गेंद रुक जाती है) और चलने, पकड़ने व ब्रेक में सहायक है। गैलीलियो का विचार-प्रयोग: पूर्णतः चिकनी सतह पर गेंद एकसमान वेग से चलती रहेगी, अर्थात बल वेग बदलने के लिए चाहिए, बनाए रखने के लिए नहीं।
- न्यूटन का प्रथम नियम (जड़त्व का नियम): कोई वस्तु विराम या सरल रेखा में एकसमान गति में रहती है जब तक उस पर असंतुलित बाह्य बल न लगे। जड़त्व अवस्था परिवर्तन का विरोध करने की प्रवृत्ति है; द्रव्यमान जड़त्व का माप है। उदाहरण: बस के अचानक रुकने पर यात्री आगे झुकते हैं; कालीन झाड़ने पर धूल निकलती है; कार्ड झटकने पर सिक्का गिलास में गिरता है।
- न्यूटन का द्वितीय नियम: त्वरण परिणामी बल के अनुक्रमानुपाती और द्रव्यमान के व्युत्क्रमानुपाती है: $a = F/m$ या $F = ma$। 1 N वह बल है जो 1 kg द्रव्यमान में 1 m/s2 त्वरण उत्पन्न करे (1 N = 1 kg m/s2)। भार $W = mg$ (g = 9.8 m/s2); भार बल है, द्रव्यमान नहीं।
- उपयोग: गेंद पकड़ते समय खिलाड़ी हाथ पीछे खींचता है ताकि रुकने का समय बढ़े और बल घटे; एयरबैग और गद्दे यही करते हैं; नारियल कठोर फर्श पर गिरकर टूटता है क्योंकि रुकने का समय बहुत कम और बल अधिक। समान बल पर हल्की वस्तु अधिक त्वरित होती है।
- न्यूटन का तृतीय नियम: प्रत्येक क्रिया की बराबर और विपरीत प्रतिक्रिया होती है। दोनों बल अलग-अलग वस्तुओं पर एक साथ लगते हैं, इसलिए एक-दूसरे को निरस्त नहीं करते। उदाहरण: चलना (पैर भूमि को पीछे धकेलता है, भूमि आगे), नाव से कूदने पर नाव पीछे जाती है, रॉकेट और चंद्रयान-3 (गैसें नीचे, रॉकेट ऊपर), बंदूक का प्रतिक्षेप (बंदूक का द्रव्यमान अधिक, अतः त्वरण कम; गोली का द्रव्यमान कम, अतः त्वरण अधिक)।

- वस्तुओं का निकाय: चिकनी सतह पर संपर्क में द्रव्यमान m1 और m2 पर बल F लगे तो संयुक्त त्वरण $a = F/(m1 + m2)$; प्रत्येक पर बल = उसका द्रव्यमान x a। मुक्त-पिंड आरेख बनाएँ, परिणामी बल पहचानें और गति की दिशा में $F = ma$ लगाएँ।

मुख्य शब्दावली

बल – धक्का या खिंचाव; मात्रक न्यूटन (N)।

संतुलित बल – परिणामी बल शून्य; गति में बदलाव नहीं।

असंतुलित बल – परिणामी बल शून्य नहीं; त्वरण।

घर्षण – सतहों की आपेक्षिक गति का विरोधी बल।

जड़त्व – अवस्था परिवर्तन का विरोध; द्रव्यमान से मापा जाता है।

प्रथम नियम – परिणामी बल न हो तो अवस्था वही रहती है।

द्वितीय नियम – $F = ma$।

तृतीय नियम – क्रिया-प्रतिक्रिया बराबर, विपरीत और अलग वस्तुओं पर।

1 N – 1 kg m/s2।

भार – $W = mg$, एक बल (N)।

द्रव्यमान – पदार्थ की मात्रा; जड़त्व का माप (kg)।

प्रतिक्षेप – गोली चलने पर बंदूक का पीछे हटना।

परिणामी बल – सभी बलों का सदिश योग।

आरेख / फ्लोचार्ट

बल का प्रभाव

बल लगाएँ

↓

परिणामी बल शून्य नहीं

↓

वेग बदलता है (त्वरण)

↓

$a = F/m$

संतुलित बनाम असंतुलित

संतुलित
- परिणामी बल = 0
- त्वरण नहीं
- विराम या एकसमान गति
- रस्साकशी बराबर

असंतुलित
- परिणामी बल 0 नहीं
- त्वरण
- चाल या दिशा बदले
- ट्रॉली को धकेलना

न्यूटन के नियम

न्यूटन के नियम
- प्रथम
  - जड़त्व
  - सीट बेल्ट
  - कालीन की धूल
- द्वितीय
  - $F = ma$
  - गेंद पकड़ना
  - एयरबैग
- तृतीय
  - क्रिया = -प्रतिक्रिया
  - रॉकेट
  - चलना, प्रतिक्षेप

द्रव्यमान बनाम भार

द्रव्यमान
- पदार्थ की मात्रा
- अदिश, kg
- हर जगह समान
- जड़त्व का माप

भार
- गुरुत्व बल, mg
- सदिश, N
- g से बदलता है
- स्प्रिंग तुला

मुख्य सूत्र

- $F = ma$; $W = mg$; दो वस्तुओं के लिए $a = F/(m1 + m2)$; $v = u + at$; $s = ut + 1/2 at2$। संवेग $p = mv$। प्रतिक्षेप: $m1\ v1 = -\ m2\ v2$ (संवेग संरक्षित)।

उदाहरण

- उदा. 6.7: पृथ्वी और फल पर बल बराबर हैं, पर पृथ्वी का द्रव्यमान विशाल होने से उसका त्वरण नगण्य। उदा. 6.8: 0.1 kg गोली, 5 kg बंदूक, बल 2 N: बंदूक a = 0.4 m/s2, गोली a = 20 m/s2।

दोहराएँ, सोचें, सुधारें (उत्तर सहित)

प्र.1 प्र1. मेज़ क्षैतिज बल F से नियत वेग से चलती है। फर्श द्वारा घर्षण बल?

उत्तर- नियत वेग अर्थात परिणामी बल शून्य, अतः घर्षण = F, धक्के के विपरीत।

प्र.2 प्र2. चिकनी सतह पर गेंद: सही शब्द चुनिए।

उत्तर- (i) परिणामी बल नहीं: वेग वही रहेगा। (ii) गति की दिशा में बल: वेग बढ़ेगा। (iii) गति के विपरीत बल: वेग घटेगा।

प्र.3 प्र3. ब्लॉक P पर 4 N और 5 N विपरीत दिशा में; Q नियत वेग से चलता है। सही कथन?

उत्तर- (i) P पर परिणामी बल (5 - 4 = 1 N) है, Q पर नहीं (नियत वेग)।

प्र.4 प्र4. 100 नाविक: 95 आगे की ओर, 5 गलत दिशा में, प्रत्येक 200 N। परिणामी बल?

उत्तर- शुद्ध नाविक = 90; बल = 90 x 200 = 18,000 N आगे।

प्र.5 प्र5. परिणामी बल लगने पर वस्तु त्वरित होती है: सही विकल्प?

उत्तर- (iv) बल की दिशा में, त्वरण बल के अनुक्रमानुपाती (a = F/m)।

प्र.6 प्र6. चित्र 6.37 के ग्राफ में किस वस्तु पर परिणामी बल है?

उत्तर- (iii) वस्तु C। वक्र ऊपर की ओर मुड़ता है, अतः वेग बदल रहा है। A, D सीधी रेखाएँ (नियत वेग) और B विराम में: परिणामी बल नहीं।

प्र.7 प्र7. नाविक छोटी नाव से किनारे कूदता है। क्या नाव हिलेगी?

उत्तर- हाँ, पीछे की ओर (किनारे से दूर), तृतीय नियम से।

प्र.8 प्र8. ऊँची कूद में गद्दा या रेत क्यों?

उत्तर- रुकने का समय बढ़ता है, अतः टक्कर का बल कम होता है और चोट नहीं लगती।

MERIT SPRING CLASSES NOTES BY ABHISHEK SIR

प्र.9 प्र9. भरी हुई हाथगाड़ी खाली समरूप हाथगाड़ी से टकराती है। सही?

उत्तर- (iv) दोनों एक-दूसरे पर बराबर परिमाण का बल लगाती हैं (तृतीय नियम)।

प्र.10 प्र10. चित्र 6.40 त्वरण-द्रव्यमान ग्राफ से बल-द्रव्यमान ग्राफ बनाइए।

उत्तर- F = m x a: 1 x 10 = 10 N, 2 x 5 = 10 N, 4 x 2.5 = 10 N। बल नियत (10 N), अतः बल-द्रव्यमान ग्राफ 10 N पर क्षैतिज रेखा है।

प्र.11 प्र11. चित्र 6.41: 10 kg वस्तु का वेग 8 s में 10 से 30 m/s। बल?

उत्तर- a = (30 - 10)/8 = 2.5 m/s2। F = 10 x 2.5 = 25 N।

प्र.12 प्र12. 50 g गोली 100 m/s से लकड़ी में 50 cm जाकर रुकती है। रोधी बल?

उत्तर- 0 = 10000 + 2a(0.5) से a = -10000 m/s2। F = 0.05 x 10000 = 500 N।

प्र.13 प्र13. फुटबॉलर 108 km/h से किक, बल 800 N, गेंद 0.4 kg। संपर्क समय?

उत्तर- v = 30 m/s। a = 800/0.4 = 2000 m/s2। t = 30/2000 = 0.015 s।

प्र.14 प्र14. 2 kg, 10 m/s पर खुरदरे हिस्से में घर्षण 7 N और अतिरिक्त 3 N विरोधी। रुकने तक दूरी?

उत्तर- कुल मंदक बल = 10 N, a = 5 m/s2। s = 100/10 = 10 m।

प्र.15 प्र15. ट्रैक्टर बल F से हल (m1) को a1 और ट्रॉली (m2) को a2 देता है। हल रखी ट्रॉली का त्वरण?

उत्तर- m1 = F/a1, m2 = F/a2। a = F/(m1 + m2) = a1 a2/(a1 + a2)।

प्र.16 प्र16. चुंबक और कंपास बराबर बल लगाते हैं, फिर भी सुई ही हिलती है। क्यों?

उत्तर- बल बराबर हैं, पर सुई का द्रव्यमान बहुत कम होने से त्वरण बड़ा (a = F/m); छड़ चुंबक का द्रव्यमान अधिक (और सतह से घर्षण) होने से त्वरण नगण्य।

प्र.17 रुकें-सोचें. दमकलकर्मी पाइप पकड़ने में कठिनाई क्यों?

उत्तर- पानी आगे निकलता है, अतः तृतीय नियम से पाइप पर बराबर बल पीछे लगता है जिसे उसे सँभालना पड़ता है।

बोर्ड परीक्षा प्रश्न (महत्वपूर्ण)

प्र.1 न्यूटन के तीनों गति नियम लिखिए।

उत्तर- 1: जड़त्व: परिणामी बल न लगे तो विराम या एकसमान गति बनी रहती है। 2: $F = ma$। 3: प्रत्येक क्रिया की बराबर व विपरीत प्रतिक्रिया।

प्र.2 द्रव्यमान को जड़त्व का माप क्यों कहते हैं?

उत्तर- अधिक द्रव्यमान गति परिवर्तन का अधिक विरोध करता है; समान त्वरण के लिए अधिक बल चाहिए।

प्र.3 1 न्यूटन की परिभाषा दीजिए।

उत्तर- वह बल जो 1 kg द्रव्यमान को 1 m/s^2 त्वरण दे।

प्र.4 गोली चलाने पर बंदूक पीछे क्यों हटती है?

उत्तर- तृतीय नियम: बंदूक गोली को आगे और गोली बंदूक को पीछे धकेलती है; बंदूक का द्रव्यमान अधिक होने से त्वरण कम।

प्र.5 10 kg वस्तु 2.5 m/s^2 से त्वरित है। परिणामी बल?

उत्तर- $F = ma = 10 \times 2.5 = 25$ N।

MERIT SPRING • CLASS 9 • NOTES BY ABHISHEK SIR