📚 SSC Physics — Chapter 3

বল | Force | Bangladesh Class 9-10 Physics

1. বল কী? (What is Force?)

→ বল: যা কোনো স্থির বস্তুকে গতিশীল করে, বা গতিশীল বস্তুর গতির পরিবর্তন ঘটায়, তাকে বল বলে।

→ বল একটি ভেক্টর রাশি — মান ও দিক দুটোই আছে।

→ একক: নিউটন (Newton, N) | 1 N = 1 kg·m/s²

→ বলের মাত্রা: $[MLT^{-2}]$

F = m × a (বল = ভর × ত্বরণ) F = বল (N), m = ভর (kg), a = ত্বরণ (m/s²)

স্পর্শ বল (Contact Force)
সংস্পর্শে এসে কাজ করে
ঘর্ষণ, টান, স্থিতিস্থাপক বল

অস্পর্শ বল (Non-contact)
দূর থেকে কাজ করে
অভিকর্ষ, চৌম্বক, বৈদ্যুতিক বল

⚠ **Important:** বলের প্রভাব: (i) বস্তুর আকৃতি পরিবর্তন, (ii) গতির পরিবর্তন, (iii) স্থির বস্তুকে গতিশীল করা, (iv) গতিশীল বস্তুকে থামানো।

2. নিউটনের গতিসূত্র *** অতি গুরুত্বপূর্ণ! ***

প্রথম সূত্র — জড়তার সূত্র (Law of Inertia)

→ বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থির থাকে এবং গতিশীল বস্তু সমবেগে সরলপথে চলতে থাকে।

→ এটি জড়তার সূত্র — বস্তু তার বর্তমান অবস্থা বজায় রাখতে চায়।

→ উদাহরণ: গাড়ি হঠাৎ থামলে যাত্রী সামনে ঝুঁকে পড়ে | বাস ছেড়ে দিলে দাঁড়ানো যাত্রী পিছনে পড়ে।

দ্বিতীয় সূত্র — বলের সূত্র (Law of Force)

→ বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

$F = ma$ | $F = \Delta p/t$ | $F = m(v-u)/t$ $p = mv$ (ভরবেগ) | Δp = বেগের পরিবর্তন × ভর

→ ভরবেগ (Momentum): $p = mv$ — একক: kg·m/s, মাত্রা: $[MLT^{-1}]$

তৃতীয় সূত্র — ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার সূত্র (Action-Reaction)

→ প্রত্যেক ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

→ উদাহরণ: রকেট উৎক্ষেপণ | বন্দুক থেকে গুলি ছোড়া | সাঁতার কাটা।

$F_{12} = -F_{21}$ (দুটি বল সবসময় জোড়ায় আসে)

Trick: 1st Law = জড়তা (কারণ দরকার নেই) | 2nd Law = F=ma (কারণ থেকে প্রভাব) | 3rd Law = সব বল জোড়ায় (A→B হলে B→A)

3. জড়তা ও ভরবেগ (Inertia & Momentum)

জড়তা (Inertia)

বস্তু তার বর্তমান অবস্থা পরিবর্তনে যে বাধা দেয়

জড়তা ∝ ভর — ভর বেশি হলে জড়তা বেশি

ভরবেগ (Momentum)

$p = m \times v$

একক: kg·m/s

ভেক্টর রাশি — দিক আছে

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র: কোনো সিস্টেমে বাহ্যিক বল শূন্য হলে মোট ভরবেগ ধ্রুবক থাকে। $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

→ বন্দুক থেকে গুলি: গুলির সামনে যাওয়া = বন্দুকের পিছনে আসা (recoil)

★ আবেগ (Impulse) = $F \times t = \Delta p = m(v - u)$

⚠ **Important:** আবেগ-ভরবেগ উপপাদ্য: বলের আবেগ = ভরবেগের পরিবর্তন। পরীক্ষায় গণনামূলক প্রশ্নে আসে!

4. ঘর্ষণ বল (Friction)

→ ঘর্ষণ: দুটি বস্তুর সংস্পর্শতলের মধ্যে যে বল গতিকে বাধা দেয়।

→ ঘর্ষণ সর্বদা গতির বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে।

ঘর্ষণের প্রকার	সংজ্ঞা	মান
স্থিতি ঘর্ষণ (Static)	গতি শুরুর আগে বাধাদানকারী বল	সর্বোচ্চ
গতীয় ঘর্ষণ (Kinetic)	গতির সময় ক্রিয়াশীল ঘর্ষণ	মধ্যম
আবর্তন ঘর্ষণ (Rolling)	গড়িয়ে চলা বস্তুর ঘর্ষণ	সর্বনিম্ন

ঘর্ষণ সহগ (μ) = ঘর্ষণ বল / অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া $f = \mu \times N$ (f = ঘর্ষণ, N = অভিলম্ব বল) স্থিতি ঘর্ষণ ≥ গতীয় ঘর্ষণ > আবর্তন ঘর্ষণ

ঘর্ষণের সুবিধা

হাঁটতে পারি
গাড়ি ব্রেক করে
দেশলাই জ্বলে
স্ক্রু আটকে থাকে

ঘর্ষণের অসুবিধা

শক্তির অপচয়
যন্ত্রপাতি গরম হয়
যন্ত্রাংশ ক্ষয় হয়
দক্ষতা কমে

✎ **Remember:** ঘর্ষণ কমানোর উপায়: তৈলাক্তকরণ (Lubrication), মসৃণ তল, বল-বেয়ারিং ব্যবহার, গড়ানো ব্যবহার।

5. চাপ (Pressure)

→ চাপ: একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে।

→ চাপ একটি স্কেলার রাশি — মান আছে, দিক নেই।

→ একক: প্যাসকেল (Pascal, Pa) | $1\ Pa = 1\ N/m^2$

চাপ $P = F / A$ P = চাপ (Pa), F = বল (N), A = ক্ষেত্রফল (m^2)

★ চাপ ∝ 1/A — ক্ষেত্রফল কম হলে চাপ বেশি (ছুরির ধার, পেরেকের মাথা)

★ চাপ ∝ F — বল বেশি হলে চাপ বেশি

Trick: ছুরির ধার কেন ধারালো রাখে? A কমলে P বাড়ে → কম বলে বেশি চাপ! একই কারণে ট্র্যাক্টরের চাকা চওড়া — A বাড়লে P কমে।

→ তরলের চাপ (Fluid Pressure):

$P = \rho \times g \times h$ ρ = তরলের ঘনত্ব (kg/m^3), $g = 9.8\ m/s^2$, h = গভীরতা (m)

✎ **Remember:** তরলে চাপ চারদিকে সমান — প্যাসকেলের সূত্র: $P_1 = P_2 \rightarrow F_1/A_1 = F_2/A_2$ (হাইড্রোলিক মেশিন)

6. অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ (Gravity & Gravitation)

→ মহাকর্ষ: যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বল।

→ অভিকর্ষ: পৃথিবী ও অন্য বস্তুর মধ্যবর্তী মহাকর্ষ বলকে অভিকর্ষ বলে।

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র: $F = G \times m_1 \times m_2 / r^2$ $G = 6.673 \times 10^{-11}$ $N \cdot m^2/kg^2$ (মহাকর্ষীয় ধ্রুবক) m_1, m_2 = দুই বস্তুর ভর, r = দূরত্ব

→ $F \propto m_1 m_2$ — ভর বাড়লে বল বাড়ে

→ $F \propto 1/r^2$ — দূরত্ব দ্বিগুণ হলে বল চারভাগের এক ভাগ হয়

ভর (Mass)	ওজন (Weight)
বস্তুর জড়তার পরিমাণ	$W = mg$
সর্বত্র একই থাকে	স্থান ভেদে পরিবর্তিত হয়
একক: kg	একক: N (নিউটন)

অভিকর্ষজ ত্বরণ: $g = GM/R^2 = 9.8\ m/s^2$ চাঁদে $g = 1.62\ m/s^2$ (পৃথিবীর প্রায় ১/৬) ∴ চাঁদে ওজন = পৃথিবীর ওজনের ১/৬

⚠ **Important:** ভর অপরিবর্তিত, কিন্তু ওজন পরিবর্তিত হয়। মহাশূন্যে ওজন = 0, কিন্তু ভর একই থাকে!

7. বলের ভারসাম্য (Equilibrium of Forces)

→ একটি বস্তু সাম্যাবস্থায় থাকলে তার উপর ক্রিয়াশীল সব বলের লব্ধি শূন্য।

$\Sigma F = 0$ (স্থির সাম্যাবস্থা) $\Sigma F_x = 0$ এবং $\Sigma F_y = 0$ (উভয় অক্ষে)

স্থির সাম্যাবস্থা
বস্তু স্থির থাকে
টেবিলের উপর বই

গতিশীল সাম্যাবস্থা
সমবেগে চলে
সুষম গতির গাড়ি

★ লব্ধি বল (Resultant Force): দুই বা ততোধিক বলের সমতুল্য একটি বল।

একই দিকে: $F_R = F_1 + F_2$ বিপরীত দিকে: $F_R = F_1 - F_2$ (বড় বলের দিকে) লম্ব বল: $F_R = \sqrt{(F_1^2 + F_2^2)}$

8. কেন্দ্রমুখী বল (Centripetal Force)

→ বৃত্তাকার পথে গতিশীল বস্তুকে কেন্দ্রের দিকে টানে রাখে এমন বলকে কেন্দ্রমুখী বল বলে।

$F_c = mv^2/r = m\omega^2 r$ m = ভর, v = রৈখিক বেগ, r = ব্যাসার্ধ, ω = কৌণিক বেগ

→ উদাহরণ: পৃথিবীর চারপাশে চাঁদের গতি | রাস্তার বাঁকে গাড়ির গতি | সুতায় বাঁধা পাথরের ঘূর্ণন

> ⚠ **Important:** কেন্দ্রবিমুখী বল (Centrifugal Force) = কাল্পনিক বল — কেন্দ্রমুখী বলের প্রতিক্রিয়ামূলক অনুভূতি।

9. বলের প্রকারভেদ — Summary টেবিল

বলের নাম	প্রকৃতি	উদাহরণ
অভিকর্ষ বল	আকর্ষণমূলক, দূরক্রিয়া	পৃথিবীতে বস্তুর পতন
ঘর্ষণ বল	স্পর্শ, গতি বিরোধী	মেঝেতে ঠেলা বাক্স
স্থিতিস্থাপক বল	স্পর্শ, পুনরুদ্ধারকারী	স্প্রিং, রাবার ব্যান্ড
চৌম্বক বল	দূরক্রিয়া, আকর্ষণ-বিকর্ষণ	চুম্বক ও লোহা
বৈদ্যুতিক বল	দূরক্রিয়া, কুলম্বের সূত্র	চার্জিত বস্তু
কেন্দ্রমুখী বল	কেন্দ্রাভিমুখী	বৃত্তাকার গতি
প্লবতা বল	ঊর্ধ্বমুখী, তরলের মধ্যে	পানিতে ভাসমান বস্তু

10. গুরুত্বপূর্ণ সূত্র — Quick Reference

রাশি	সূত্র	একক
বল (Force)	$F = ma$	$N = kg \cdot m/s^2$
ভরবেগ (Momentum)	$p = mv$	$kg \cdot m/s$
আবেগ (Impulse)	$J = F \cdot t = \Delta p$	$N \cdot s$
ঘর্ষণ (Friction)	$f = \mu N$	N
চাপ (Pressure)	$P = F/A$	$Pa = N/m^2$
তরল চাপ	$P = \rho gh$	Pa
ওজন (Weight)	$W = mg$	N
মহাকর্ষ	$F = Gm_1m_2/r^2$	N
কেন্দ্রমুখী বল	$F = mv^2/r$	N

Trick: সব সূত্রের একক SI-তে মেলাও। $N = kg \cdot m/s^2$ → সবকিছু kg, m, s দিয়ে বানানো যায়।

11. ★ পরীক্ষায় যা আসে (Exam Hotspot)

নিউটনের ৩টি সূত্র | $F = ma$ গণনা | জড়তার সূত্রের উদাহরণ | ভরবেগ $p = mv$ | আবেগ $J = F\Delta t$ | ভরবেগের সংরক্ষণ | ঘর্ষণ $f = \mu N$ | চাপ $P = F/A$ | তরল চাপ $P = \rho gh$ | মহাকর্ষ সূত্র | ভর vs ওজন | কেন্দ্রমুখী বল | চাঁদে ওজন ১/৬ | লব্ধি বল

> ✎ **Remember:** এই ১৪টি topic আয়ত্ত করলে Chapter 3 থেকে পূর্ণ নম্বর নিশ্চিত! নিউটনের সূত্র ও ভরবেগ সংরক্ষণ — এই দুটো সবচেয়ে বেশি পরীক্ষায় আসে।