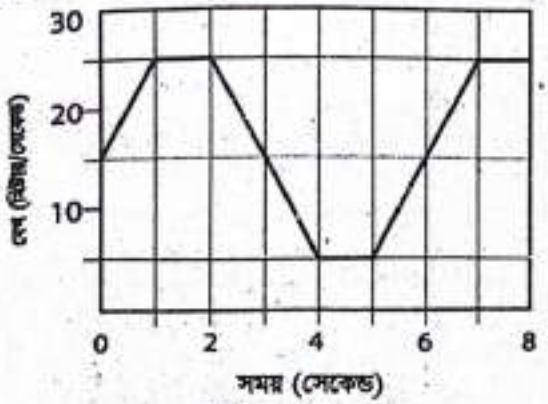
গাণিতিক সমস্যাবলি

অনুশীলনীর গাণিতিক প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন-১। চিত্র 3.22 এ দেখানো 1 kg ভরের একটি বেগ-সময় লেখচিত্র বা গ্রাফ দেখানো হয়েছে। বল-সময় লেখচিত্রটি আঁক।



চিত্র: 3.22

সমাধান:

প্রথম 1 s এর জন্য ত্বরণ $= \frac{\text{বেগ বৃদ্ধি}}{\text{সময়}}$

$= \frac{(25-15)\ ms^{-1}}{1s}$

$= 10ms^{-2}$

প্রথম 1 s এর জন্য বল = ভর × ত্বরণ

$= 1kg \times 10ms^{-2}$

$= 10N$

1s থেকে 2s এর অংশে বেগের পরিবর্তন হয় না, ফলে ত্বরণ ও বল উভয়ই শূন্য।

2s থেকে 4 s এর জন্য ত্বরণ $= \frac{(5-25)ms^{-1}}{(4-2)s}$

$= \frac{-20\ ms^{-1}}{2s}$

$= -10\ ms^{-2}$

2s থেকে 4 s এর জন্য বল = ভর × ত্বরণ

$= 1kg \times (-10\ ms^{-2})$

$= -10N$

3s থেকে 5 s এর অংশে বেগের পরিবর্তন হয় না, ফলে ত্বরণ ও বল উভয়ই শূন্য।

5s থেকে 7 s এর জন্য ত্বরণ $= \frac{(25-5)ms^{-1}}{(7-5)s}$

$= \frac{20ms^{-1}}{2s}$

$= 10ms^{-2}$

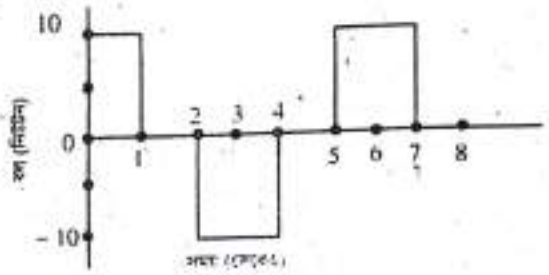
5s থেকে 7 s এর জন্য বল = ভর × ত্বরণ

$= 1kg \times 10ms^{-2}$

$= 10N$

যায়, শেষ 1 s এ বেগের পরিবর্তন নেই বিধায় ত্বরণ ও বলের মান শূন্য।

তএব, বস্তুটির বল-সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ–



প্রশ্ন-২। স্থির অবস্থায় থাকা 5 kg ভরের একটা বস্তুর ওপর 10 N বল 2 s কাজ করেছে। তার 5 s পরে 20 N একটি বল 3 s কাজ করেছে। বস্তুটি কতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করেছে?

সমাধান:

প্রথম 2 s এর ক্ষেত্রে:

আমরা জানি,

$F = ma_1$

বা, $a_1 = \frac{F}{m}$

$= \frac{10N}{5kg}$

$= 2ms^{-2}$

এখানে,
বল, $F = 10N$
ভর, $m = 5kg$
ত্বরণ, $a_1 = ?$

প্রথম 2 s পর প্রাপ্ত শেষবেগ v হলে,

$v = u + a_1t_1$

$= 0 + 2 \times 2$

$= 4ms^{-1}$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$
ত্বরণ, $a_1 = 2ms^{-2}$
সময়, $t_1 = 2s$
শেষবেগ, $v = ?$

এখন,

$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2$

$= (0 \times 2 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2)m$

$= (0 + 4)m$

$= 4m$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$
সময়, $t_1 = 2s$
ত্বরণ, $a_1 = 2ms^{-2}$
সরণ, $s_1 = ?$

পরবর্তী 5 s এর ক্ষেত্রে:

(বল প্রযুক্ত না হওয়ায় ত্বরণ থাকবে না, তথা সমবেগে চলবে)

$\therefore s_2 = vt_2$

$= (4 \times 5)m$

$= 20m$

এখানে,
বেগ, $v = 4ms^{-1}$
সময়, $t_2 = 5s$
সরণ, $s_2 = ?$

শেষ 3 s এর ক্ষেত্রে:

$\therefore a_2 = \frac{F}{m} = \frac{20N}{5kg} = 4ms^{-2}$

এখানে,
বল, $F = 20\ N$
ভর, $m = 5\ kg$
ত্বরণ, $a_2 = ?$

$s_3 = vt_3 + \frac{1}{2}a_2t_3^2$

$= \left[4 \times 3 + \frac{1}{2} \times 4 \times 3^2\right]m$

$= (12 + 18)m$

$= 30m$

এখানে,
আদিবেগ, $v = 4\ ms^{-1}$
সময়, $t_3 = 3\ s$
ত্বরণ, $a_2 = 4\ ms^{-2}$
সরণ, $s_3 = ?$

$\therefore$ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব $= s_1 + s_2 + s_3$

$= (4 + 20 + 30)m$

$= 54m$

$\therefore$ বস্তুটি 54m দূরত্ব অতিক্রম করেছে।

প্রশ্ন-৩। স্থির অবস্থায় থাকা 10 kg ভরের একটা বস্তুর ওপর 10 N বল কাজ করেছে তার 10 s পরে 20 N বল বিপরীত দিকে 5 s কাজ করেছে। বস্তুটি কতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করেছে?

সমাধান:

ধরি, প্রথমে প্রযুক্ত বলের দিকটি ধনাত্মক।

আমরা জানি,

$F_1 = ma_1$

বা, $a_1 = \frac{F_1}{m}$

$= \frac{10N}{10kg}$

$= 1ms^{-2}$

এখানে,
বল, $F_1 = 10N$
ভর, $m = 10kg$
ত্বরণ, $a_1 = ?$

আবার,

$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2$

$= 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 1 \times 10^2$

$= 50m$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$
সময়, $t_1 = 10s$
ত্বরণ, $a_1 = 1ms^{-2}$
সরণ, $s_1 = ?$

এখন,

$v = u + a_1t_1$

$= (0 + 1 \times 10)ms^{-1}$

$= 10ms^{-1}$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$
ত্বরণ, $a_1 = 1ms^{-2}$
ত্বরণ, $t_1 = 10s$

ক্রিয়াশীল ত্বরণ,

$a_2 = \frac{F_1 - F_2}{m}$

$= \frac{10 - 20}{10}$

$= -1\ ms^{-2}$

এখানে,
বল, $F_2 = -20N$
(বিপরীত দিকে বলে বলের মান ঋণাত্মক)
ভর, $m = 10kg$
ত্বরণ, $a_2 = ?$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_2 = vt_2 + \frac{1}{2}a_2(t_2)^2$

বা, $s_2 = 10 \times 5 + \frac{1}{2} \times (-1) \times (5)^2$

$= 50 - 12.5$

$\therefore s_2 = 37.5m$

এখানে,
বল, $F_2 = -20N$
(বিপরীত দিকে বলে বলের মান ঋণাত্মক)
ভর, $m = 10kg$
ত্বরণ, $a_2 = ?$

$\therefore$ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_2 = s_1 + s_2$

$= 50m + 37.5m$

$= 87.5\ m$ **[Ans.]**

এখানে,
আদিবেগ, $v = 10ms^{-1}$
সময়, $t_2 = 5s$
ত্বরণ, $a_2 = -1ms^{-2}$
সরণ, $s_2 = ?$

প্রশ্ন-৪। একটা নৌকা থেকে তুমি 10m/s বেগে তীরে লাফ দিয়েছে। তোমার ভর 50 kg, নৌকার ভর 100 kg হলে নৌকাটি কোন দিকে কত বেগে যাবে?

সমাধান:

ধরি, আমার লাফ দেওয়ার দিকে বেগ ধনাত্মক।

আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

বা, $50 \times 0 + 100 \times 0 = 50 \times 10 + 100 \times v_2$

বা, $0 = 500 + 100v_2$

বা, $100v_2 = -500$

$v_2 = \frac{-500}{100} = -5ms^{-1}$

এখানে,
আমার ভর, $m_1 = 50kg$
নৌকার ভর, $m_2 = 100kg$
আমার আদিবেগ, $u_1 = 0ms^{-1}$
নৌকার আদিবেগ, $u_2 = 0ms^{-1}$
আমার শেষবেগ, $v_1 = 10ms^{-1}$
নৌকার শেষবেগ, $v_2 = ?$

অতএব,
নৌকাটি বিপরীত দিকে $5ms^{-1}$ বেগে যাবে।

প্রশ্ন-৫। মেঝেতে রাখা একটি কাঠের টুকরোর ঘর্ষণ সহগ μ এর মান 0.01, কাঠের ভর 10 kg হলে সেটাকে নাড়াতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? কাঠের উপর 100 kg ভরের একটি পাথর রাখা হলে কত বল প্রয়োগ করে নাড়ানো সম্ভব? মেঝে ঘর্ষণহীন হলে কী হতো?

সমাধান:

ঘর্ষণযুক্ত মেঝের ক্ষেত্রে-

আমরা জানি,

ঘর্ষণ = $\mu \times$ বস্তুর ওজন

বা, $F_S = \mu \times W$

$= (0.01 \times 10 \times 9.8)N$

$= 0.98\ N$

এখানে,
ঘর্ষণ সহগ, $\mu = 0.01$
ওজন, $W = 10kg \times 9.8ms^{-2}$
ঘর্ষণ, $F_s = ?$

অতএব, 10kg ভরের বস্তুটিকে 0.98N বল প্রয়োগ করে নাড়ানো যাবে।

আবার, 100kg ভরের পাথরের বেলায়,

$F_s = \mu \times W$

$= (0.01 \times 110 \times 9.8)N$

$= 10.78N$

এখানে,
ঘর্ষণ সহগ, $\mu = 0.01$
ওজন, $W = 110 \times 9.8N$
ঘর্ষণ, $F_s = ?$

সুতরাং, 100kg ভরের বস্তুটিকে 10.78N বল প্রয়োগ করে নাড়ানো যাবে। মেঝে যদি ঘর্ষণহীন হতো, তাহলে বস্তুকে নাড়াতে এই অতিরিক্ত বল প্রয়োগ করতে হতো না। ঘর্ষণ বল বস্তুর ওজনের সমানুপাতিক। তাই, মেঝে ঘর্ষণহীন হলে, বেশি ওজনের বস্তুকে নাড়াতে যে বেশি বল প্রয়োগ করতে হয়। সেটির প্রয়োজন হতো না। সেক্ষেত্রে সমান বল প্রয়োগ করেই ভারী ও অপেক্ষাকৃত কম ভারী বস্তুকে নাড়ানো যেত।

জেনে রাখা ভালো: ঘর্ষণ সহগ দুই রকম। যথা: স্থিতি ঘর্ষণ সহগ এবং গতি ঘর্ষণ সহগ।

উল্লেখ্য, এই প্রশ্নটিতে স্থিতি ঘর্ষণ সহগ ব্যবহার করা হয়েছে।

আরও জেনে রাখো,

- যে ন্যূনতম পরিমাণ বল ক্রিয়া করলে বস্তু কোন তলের সাপেক্ষে গতিশীল হয় তা-ই হচ্ছে স্থিতি ঘর্ষণ বল।
- কোন তলের সাপেক্ষে গতিশীল অবস্থায় বস্তু যে ঘর্ষণ বলের মুখোমুখি হয় তা-ই হচ্ছে গতি ঘর্ষণ বল।

অতিরিক্ত গাণিতিক প্রশ্নোত্তর

Type-1

(ভরবেগ সংক্রান্ত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $p = mv$	p = ভরবেগ	$kgms^{-1}$
	m = ভর	kg (কেজি)
	v = বেগ	ms^{-1}

Example:

প্রশ্ন-৬। একটি গাড়ির ভর 400 kg এবং গাড়িটি 60 ms^{-1} সমবেগে চললে 10 s পর গাড়ির ভরবেগ কত?

সমাধান:

যেহেতু, গাড়িটি সমবেগে চলে সেহেতু 10 s পর গাড়িটির বেগ,

$v = 60\ ms^{-1}$

$\therefore$ 10 s পর গাড়িটির ভরবেগ,

এখানে,
গাড়ির ভর, $m = 400\ kg$
বেগ, $v = 60\ ms^{-1}$

$p = mv$
$= 400\ kg \times 60\ ms^{-1}$
$= 24000\ kg\ ms^{-1}$
∴ 10 s পর গাড়িটির ভরবেগ $24000\ kg\ ms^{-1}$। [Ans.]

প্রশ্ন-৭। একটি বস্তুর ভর 70 kg এবং এটি $5\ ms^{-1}$ বেগে গতিশীল হলে, বস্তুর ভরবেগ কত?

সমাধান:
আমরা জানি,
$p = mv$
$= 70\ kg \times 5\ ms^{-1}$
$= 350\ kg\ ms^{-1}$
∴ বস্তুর ভরবেগ $350\ kg\ ms^{-1}$। [Ans.]

এখানে,
বস্তুর ভর, $m = 70kg$
বেগ, $v = 5\ ms^{-1}$
ভরবেগ, $p = ?$

Practice Problem:

প্রশ্ন-৮। 200 kg ভরের একটি গাড়ি স্থিরাবস্থায় থেকে যাত্রা শুরু করে 2 ms^{-2} ত্বরণে চলছে। যাত্রা শুরু করার 6s পর ভরবেগ কতো?
[উত্তর: $2400\ kgms^{-1}$]

প্রশ্ন-৯। একটি বস্তুর যাত্রাকালের দ্বিতীয় সেকেন্ডে বেগ $4\ ms^{-1}$ এবং চতুর্থ সেকেন্ডে বেগ $6ms^{-1}$, এই সময়কালের মধ্যে ভরবেগের পরিবর্তন 20 $kgms^{-1}$ হলে বস্তুটির ভর কতো? [উত্তর: 10 kg]

Type-2
(ভরবেগের সংরক্ষণসূত্র সংক্রান্ত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• সংঘর্ষের পর দুটি বস্তু আলাদা থাকলে, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$	m_1 = প্রথম বস্তুর ভর	kg (কেজি)
	m_2 = দ্বিতীয় বস্তুর ভর	kg (কেজি)
	u_1 = প্রথম বস্তুর আদিবেগ	ms^{-1}
• সংঘর্ষের পর বস্তু দুটি মিলিত হয়ে গেলে, $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$	u_2 = দ্বিতীয় বস্তুর আদিবেগ	ms^{-1}
	v_1 = প্রথম বস্তুর শেষবেগ	ms^{-1}
	v_2 = দ্বিতীয় বস্তুর শেষবেগ	ms^{-1}
	v = মিলিত বস্তুর বেগ	ms^{-1}
• একক বস্তুর ক্ষেত্রে ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র, $mv - mu = Ft$	F = প্রযুক্ত বল	N (নিউটন)
	t = সময়	s (সেকেন্ড)

Example:

প্রশ্ন-১০। 600 kg ভরের একখানি গাড়ি 20 m s^{-1} বেগে সরলপথে চলতে চলতে 1400 kg ভরের একখানি স্থির ট্রাকের সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে গেল। মিলিত গাড়ি দুটির বেগ কত হবে?

সমাধান:
ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে আমরা জানি,
$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$
বা, $600 \times 20 + m_2 \times 0$
$= (600 + 1400)v$
বা, $12000 = 2000\ v$
∴ $v = \frac{12000}{2000} = 6 ms^{-1}$

দেয়া আছে,
গাড়ির ভর, $m_1 = 600\ kg$
ট্রাকের ভর, $m_2 = 1400\ kg$
মিলিত হওয়ার আগে গাড়ির বেগ, $u_1 = 20\ m\ s^{-1}$
মিলিত হওয়ার আগে ট্রাকের বেগ, $u_2 = 0\ m\ s^{-1}$
মিলিত হওয়ার পর মিলিত বস্তুদ্বয়ের বেগ, $v = ?$

মিলিত বেগ = $6\ ms^{-1}$ [Ans.]

প্রশ্ন-১১। একটি 10 g ভরের গুলি 6 kg ভরের একটি বন্দুকের নল থেকে $300ms^{-1}$ বেগে বেরিয়ে গেল। বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ বের কর।

সমাধান:
ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে আমরা জানি,
$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$
বা, $0.01 \times 0 + 6 \times 0$
$= 0.01 \times 300 + 6 \times v_2$
বা, $6v_2 + 3 = 0$
বা, $6v_2 = -3$
∴ $v_2 = \frac{-3}{6} = -0.5\ ms^{-1}$

দেয়া আছে,
গুলির ভর, $m_1 = 10\ g = 0.01\ kg$
বন্দুকের ভর, $m_2 = 6\ kg$
গুলির আদিবেগ, $u_1 = 0\ ms^{-1}$
বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
গুলির শেষবেগ, $v_1 = 300\ ms^{-1}$
বন্দুকের শেষ বেগ, $v_2 = ?$

যেহেতু v_2 ঋণাত্মক। অতএব বন্দুকের বেগ হবে পশ্চাৎদিকে।
বন্দুকের পশ্চাৎবেগ $0.5\ ms^{-1}$। [Ans.]

প্রশ্ন-১২। 9.1×10^{-31}kg ভরের একটি স্থির ইলেক্ট্রনের উপর 1.82×10^{-16}N বল 10^{-9}s ধরে কাজ করে। এই সময় শেষে ইলেকট্রনের ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
$F = ma$
বা, $F = m\frac{v-u}{t}$
বা, $Ft = m(v-u)$
বা, $mv - mu = Ft$
[অর্থাৎ, ভরবেগের পরিবর্তন = বল × সময়]
$= 1.82 \times 10^{-16}\ N \times 10^{-9}s$
$= 1.82 \times 10^{-25}\ kg\ ms^{-1}$
∴ ভরবেগের পরিবর্তন, $1.82 \times 10^{-25}\ kg\ ms^{-1}$ [Ans.]

দেয়া আছে,
ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31}\ kg$
আদি বেগ, $u = 0\ m\ s^{-1}$
বল, $F = 1.82 \times 10^{-16}\ N$
সময়, $t = 10^{-9}\ s$
ভরবেগের পরিবর্তন, $mv - mu = ?$

প্রশ্ন-১৩। একটি বন্দুক হতে 1 kms^{-1} বেগে 10 gm ভরের একটি বুলেট ছোঁড়া হল। বন্দুকের ভর যদি 2 kg হয়, তবে এর পশ্চাৎবেগ কত?

সমাধান:
ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে,
আমরা জানি-
$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$
বা, $0+0 = 10^{-2}kg \times 10^3\ ms^{-1} + 2kg \times v_2$
বা, $v_2 = \frac{-10}{2}$
$= -5\ ms^{-1}$
[∵ বন্দুকের বেগ ঋণাত্মক তাই এর বেগের দিক গুলির দিকের বিপরীত]
পশ্চাৎ বেগ $5\ ms^{-1}$ [Ans.]

দেয়া আছে,
গুলির ভর,
$m_1 = 10\ g$
$= 10 \times 10^{-3}\ kg$
$= 10^{-2}\ kg$
বন্দুকের ভর, $m_2 = 2\ kg$
গুলির আদি বেগ, $u_1 = 0$
বন্দুকের আদি বেগ, $u_2 = 0$
গুলির শেষ বেগ, $v_1 = 1\ k\ ms^{-1}$
$= 10^3\ ms^{-1}$
বন্দুকের শেষ বেগ, $v_2 = ?$

প্রশ্ন-১৪। 20 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 2000 N বল 0.1 s সময়ব্যাপী কাজ করে। বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
ভরবেগের পরিবর্তন = বল × সময়
$mv - mu = Ft$
$= 2000\ N \times 0.1\ s$
$= 200\ kg\ ms^{-2}\ s$
$= 200\ kg\ ms^{-1}$ [Ans.]

এখানে,
প্রযুক্ত বল, $F = 2000\ N$
বলের ক্রিয়া কাল, $t = 0.1\ s$
ভরবেগের পরিবর্তন, $mv - mu = ?$

প্রশ্ন-১৫ 700 kg ভরের একটি গতিশীল ট্রাক 20 ms^{-1} বেগে 1300 kg ভরের একটি স্থিতিশীল ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে। ট্রাক দুটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = MV$

বা, $V = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{M}$

$= \frac{700\ kg \times 20\ ms^{-1} + 1300 kg \times 0 ms^{-1}}{2000\ kg}$

$= \frac{14000}{2000}\ ms^{-1}$

$= 7\ ms^{-1}$

∴ মিলিত গাড়ি দুটির বেগ 7 ms^{-1} [Ans.]

এখানে,
১ম গাড়ির ভর, $m_1 = 700$ kg
আদিবেগ, $u_1 = 20\ ms^{-1}$
২য় গাড়ির ভর, $m_2 = 1300$ kg
আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
মিলিত গাড়ির ভর,
$M = (700 + 1300)$ kg
$= 2000$ kg
মিলিত গাড়ির বেগ, $V = ?$

প্রশ্ন-১৬ স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে 600 kg ভরের একটি ট্রাক 0.2 ms^{-2} সুষম ত্বরণে 60 s চলার পর 400 kg ভরের একটি স্থির পিকআপ ভ্যানের সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে একত্রে 7.2 ms^{-1} বেগে চলতে থাকে। উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = u + at$

$= 0 + 0.2\ ms^{-2} \times 60\ s$

∴ $v = 12\ ms^{-1}$

এখানে,
ত্বরণ, $a = 0.2\ ms^{-2}$
সময়, $t = 60$ s
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = ?$

∴ সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ,

$p_1 = m_1u_1 + m_2u_2$

$= 600\ kg \times 12\ ms^{-1} + 400\ kg \times 0\ ms^{-1}$

$= 7200\ kg\ ms^{-1}$

ট্রাকের ভর, $m_1 = 600$ kg
পিক আপের ভর, $m_2 = 400$ kg
সংঘর্ষের পূর্বে ট্রাকের বেগ, $u_1 = 12\ ms^{-1}$
পিক আপের বেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$

সংঘর্ষের পর, ট্রাক ও পিকআপের মিলিত বেগ, $v' = 7.2\ ms^{-1}$

∴ সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ,

$p_2 = (m_1 + m_2)\ v'$

$= (600\ kg + 400\ kg) \times 7.2\ ms^{-1}$

$= 1000\ kg \times 7.2\ ms^{-1}$

$= 7200\ kg\ ms^{-1}$

এখানে,
ট্রাকের ভর, $m_1 = 600$ kg
পিকআপের ভর, $m_2 = 400$ kg
মিলিত বেগ, $v' = 7.2\ ms^{-1}$

অর্থাৎ $p_1 = p_2$

যেহেতু p_1 ও p_2 এর মান সমান সেহেতু ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করবে। [Ans.]

প্রশ্ন-১৭ 4 kg ভর এবং 12 ms^{-1} বেগের একটি বস্তু চলন্ত অবস্থায় বিপরীত দিকে থাকে আগত 6 kg ভর এবং 4 ms^{-1} বেগের অপর একটি বস্তুর সাথে মিশে একটি বস্তুতে পরিণত হয়। মিলিত বস্তুর বেগ কত হবে?

সমাধান:

মনে করি, প্রথম বস্তু যে দিকে চলে সেদিকে বেগ ধনাত্মক।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\ v$

বা, $4\ kg \times 12\ ms^{-1} + 6\ kg \times (-4\ ms^{-1}) = (4\ kg + 6\ kg)\ v$

বা, $48\ kg\ ms^{-1} - 24\ kg\ ms^{-1} = v \times 10\ kg$

বা, $v \times 10\ kg = 24\ kg\ ms^{-1}$

বা, $v = \frac{24\ kg\ ms^{-1}}{10\ kg}$

$= 2.4\ ms^{-1}$

নির্ণেয় বেগ 2.4 ms^{-1} [Ans.]

এখানে,
১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 4$ kg
২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 6$ kg
প্রথম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 12\ ms^{-1}$
দ্বিতীয় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -4\ ms^{-1}$
মিলিত বস্তুর বেগ, $v = ?$

প্রশ্ন-১৮ 30 ms^{-1} বেগে গতিশীল একটি গাড়ির উপর 30 kg ভরের একটি বস্তু উপর হতে খাড়াভাবে পড়ে গাড়ির মধ্যে রয়ে গেল। গাড়ির ভর 150 kg হলে বস্তুসহ গাড়ির বেগ কত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\ v$

বা, $v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$

$= \left(\frac{150 \times 30 + 30 \times 0}{150 + 30}\right) ms^{-1}$

$= \frac{4500}{180}\ ms^{-1}$

$= 25\ ms^{-1}$

অতএব, বস্তুসহ গাড়ির বেগ 25 ms^{-1}। [Ans.]

এখানে,
গাড়িটির আদিবেগ, $u_1 = 30\ ms^{-1}$
গাড়িটির ভর, $m_1 = 150$ kg
বস্তুটির ভর, $m_2 = 30$ kg
বস্তুটির আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
বস্তুসহ গাড়ির বেগ, $v = ?$

প্রশ্ন-১৯ একটি 20 kg ভরের গোলা 3.5 ms^{-1} বেগে যাবার সময় আগুন ধরে ফেটে গেল এবং 12 kg ও 8 kg ভরে বিভক্ত হলো। যদি আগুন ধরার জন্য প্রথম অংশ থেকে যায় তবে দ্বিতীয় অংশের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$(m_1 + m_2)\ u = m_1v_1 + m_2v_2$

বা, $m_2v_2 = (m_1 + m_2)\ u - m_1v_1$

বা, $v_2 = \frac{(m_1 + m_2)\ u - m_1v_1}{m_2}$

$= \left\{\frac{(12+8) \times 3.5 - 12 \times 0}{8}\right\} ms^{-1}$

$= \frac{70}{8}\ ms^{-1}$

$= 8.75\ ms^{-1}$

এখানে,
গোলার ১ম অংশের,
ভর, $m_1 = 12$ kg
আদিবেগ $u_1 = u = 3.5\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v_1 = 0\ ms^{-1}$
গোলার ২য় অংশের,
ভর, $m_2 = 8$ kg
আদিবেগ $u_2 = u = 3.5\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v_1 = ?$

অতএব, ২য় অংশের শেষবেগ 8.75 ms^{-1}। [Ans.]

প্রশ্ন-২০ গাছের ডালে বসা 1.975 kg ভরের একটি পাখিকে 0.025 kg ভরের একটি বুলেট 400 ms^{-1} অনুভূমিক বেগে আঘাত করে পাখিটির ভিতর রয়ে গেল। পাখির অনুভূমিক বেগ নির্ণয় কর। ডালটি মাটি হতে 313.6 m উপরের হলে পাখিটি কত দূরে সামনে গিয়ে মাটিতে পড়বে?

সমাধান:

আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\ v$

বা, $v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$

$= \frac{1.975\ kg \times 0\ ms^{-1} + 0.025\ kg \times 400\ ms^{-1}}{1.975\ kg + 0.025\ kg}$

$= \left(\frac{0 + 10}{2}\right) ms^{-1}$

$= 5\ ms^{-1}$

এখানে,
পাখিটির ভর, $m_1 = 1.975$ kg
বুলেটের ভর, $m_2 = 0.025$ kg
বুলেটের আদিবেগ, $u_2 = 400\ ms^{-1}$
পাখিটির আদিবেগ, $u_1 = 0\ ms^{-1}$
পাখিটির অনুভূমিক বেগ, $v = ?$
মাটি হতে ডালটির উচ্চতা, $h = 313.6$ m

আবার, $h = \frac{1}{2}gt^2$

বা, $t^2 = \frac{2h}{g}$

$= \frac{2 \times 313.6\ m}{9.8\ ms^{-2}}$

এখানে,
উচ্চতা, $h = 313.6$ m
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
সময়, $t = ?$

বা, $t^2 = 64\ s^2$
বা, $t = 8\ s$
এখন,
আমরা জানি, $s = vt$
$= 5\ ms^{-1} \times 8\ s$
$= 40\ m$

এখানে,
বেগ, $v = 5\ ms^{-1}$
সময়, $t = 8\ s$
সরণ, $s = ?$

অতএব, পাখির অনুভূমিক বেগ $5\ ms^{-1}$ এবং দূরত্ব 40 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২১। **150 kg ভরের একটি গাড়ি $40\ ms^{-1}$ বেগে অনুভূমিক রাস্তার উপর দিয়ে চলছিল। এমন সময় 30 kg ভরের একটি বস্তু উপর হতে খাড়াভাবে পড়ে গাড়ির ভিতরে রয়ে গেল। গাড়িটির বর্তমান বেগ কত?**

সমাধান:
আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\ v$
বা, $v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$
$= \frac{150\ kg \times 40 ms^{-1} + 30 kg \times 0 ms^{-1}}{150\ kg + 30\ kg}$
$= \frac{6000}{180}\ ms^{-1}$
$= 33.33\ ms^{-1}$

এখানে,
গাড়িটির,
ভর, $m_1 = 150\ kg$
আদিবেগ, $u_1 = 40\ ms^{-1}$
বস্তুটির,
ভর, $m_2 = 30\ kg$
আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
গাড়ির বর্তমান বেগ, $v = ?$

অতএব, বস্তুসহ গাড়ির বর্তমান $33.33\ ms^{-1}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২২। **40 kg ও 60 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে $10\ ms^{-1}$ ও $2\ ms^{-1}$ বেগে পরস্পর বিপরীত দিক থেকে আসার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর বস্তুদ্বয় যুক্ত হয়ে কত বেগে চলবে?**

সমাধান:
ধরি, প্রথম বস্তুর বেগের দিক ধনাত্মক
আমরা জানি,
$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$
বা, $(40 \times 10 - 60 \times 2)\ kg\ ms^{-1} = (40 + 60)\ kg \times v$
বা, $(400 - 120)\ kg\ ms^{-1} = 100\ kg \times v$
বা, $(100\ kg)\ v = 280\ kg\ ms^{-1}$
$\therefore v = \frac{280}{100}\ ms^{-1}$
$= 2.8\ ms^{-1}$

১ম বস্তুর,
ভর, $m_1 = 40\ kg$
আদিবেগ, $u_1 = 10\ ms^{-1}$
২য় বস্তুর,
ভর, $m_2 = 60\ kg$
আদিবেগ, $u_2 = -2\ ms^{-1}$
মিলিত বেগ, $v = ?$

$\therefore$ ধাক্কার পর বস্তুদ্বয়ে যুক্ত হয়ে $2.8\ ms^{-1}$ বেগে ১ম বস্তুর বেগের দিকে চলবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৩। **5 kg ভরের একটি বস্তু $10\ ms^{-1}$ বেগে চলন্ত অবস্থায় 3 ms^{-1} বেগে একই দিকে গতিশীল 2 kg ভরের অপর একটি বস্তুর সাথে মিলিত হয়ে এক হয়ে যায়। মিলিত হয়ে একটি বস্তুতে পরিণত হওয়ার পর এর বেগ কত?**

সমাধান:
আমরা জানি,
$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$
বা, $v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$
$= \frac{5\ kg \times 10\ ms^{-1} + 2\ kg \times 3\ ms^{-1}}{5\ kg + 2\ kg}$
$= \frac{(50 + 6)\ kg\ ms^{-1}}{7\ kg}$
$= \frac{56}{7}\ ms^{-1}$
$= 8\ ms^{-1}$

এখানে,
১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 5\ kg$
২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 2\ kg$
১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 10\ ms^{-1}$
২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = 3\ ms^{-1}$
বস্তুদ্বয় মিলিত হওয়ার পর একত্রিত বেগ, $v = ?$

নির্ণেয় বেগ, $8\ ms^{-1}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৪। **5 মেট্রিক টন ভরের বালু-বোঝাই একটি ট্রাক $20\ ms^{-1}$ বেগে চলছিল। এমন সময় ট্রাকের ছিদ্র দিয়ে 100 kg বালু নিচে পড়ে গেল। ট্রাকের বর্তমান বেগ কত?**

সমাধান:
আমরা জানি,
$m_1v_1 = m_2v_2$
বা, $v_2 = \frac{m_1v_1}{m_2}$
$= \frac{5000\ kg \times 20\ ms^{-1}}{4900\ kg}$
$= 20.4\ ms^{-1}$

এখানে,
বালু বোঝাই ট্রাকের ভর, $m_1 = 5$ মেট্রিক টন $= 5000\ kg$
ট্রাকের বেগ, $v_1 = 20\ ms^{-1}$
বালু কমার পর ট্রাকের ভর, $m_2 = (5000 - 100)\ kg$
$= 4900\ kg$
ট্রাকের শেষ বেগ, $v_2 = ?$

$\therefore$ ট্রাকের বর্তমান বেগ $20.4\ ms^{-1}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৫। **10 kg ও 1 kg ভরের দুটি একই সরলরেখা বরাবর কিন্তু বিপরীত দিকে চলা অবস্থায় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পূর্বে তাদের বেগ যথাক্রমে $2\ ms^{-1}$ (উত্তর দিকে) ও $6\ ms^{-1}$ (দক্ষিণ দিকে) ছিল। ধাক্কার পর ২য় বস্তুটি $14\ ms^{-1}$ বেগে পিছিয়ে গেলে ১ম বস্তুটির বেগ কত হবে?**

সমাধান:
ধরি, ১ম বস্তুর বেগের দিক ধনাত্মক
আমরা জানি,
$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$
বা, $m_1v_1 = m_1u_1 + m_2u_2 - m_2v_2$
বা, $v_1 = \frac{(m_1u_1 + m_2u_2) - m_2v_2}{m_1}$

এখানে,
১ম বস্তুর,
ভর, $m_1 = 10\ kg$
আদিবেগ, $u_1 = 2\ ms^{-1}$ (উত্তর দিকে)
২য় বস্তুর,
ভর, $m_2 = 1\ kg$
আদিবেগ, $u_2 = -6\ ms^{-1}$ (দক্ষিণ দিকে)
শেষবেগ, $v_2 = 14\ ms^{-1}$
১ম বস্তুর শেষবেগ, $v_1 = ?$

$= \frac{\{10\ kg \times 2\ ms^{-1} + 1\ kg \times (-6\ ms^{-1})\} - 1\ kg \times 14\ ms^{-1}}{10\ kg}$
$= \frac{(20 - 6) - 14}{10}\ ms^{-1}$
$= \frac{14 - 14}{10}\ ms^{-1}$
$= \frac{0}{10}\ ms^{-1}$
$= 0\ ms^{-1}$

$\therefore$ প্রথম বস্তুটির বেগ শূন্য অর্থাৎ ধাক্কার পর ১ম বস্তুটি স্থির হয়ে যাবে।

প্রশ্ন-২৬। **240 kg ভরের একখানি স্থিরভাবে ভাস[illegible] নৌকার দুই প্রান্তে দুজন সাঁতারু দাঁড়িয়ে আছে তাদের ভর যথাক্রমে 40 kg ও 70 kg। যদি সাঁতারুদ্বয় প্রত্যেকে একসাথে $4\ ms^{-1}$ অনুভূমিক বেগে নৌকা থেকে ঝাঁপ দেয় তাহলে নৌকাটি কোন দিকে কত বেগে গতিশীল হবে?**

সমাধান:
আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = MV$
বা, $V = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{M}$
$= \frac{(40\ kg \times 4\ ms^{-1}) + (70\ kg \times -4\ ms^{-1})}{240\ kg}$
$= \frac{160 - 280}{240}\ ms^{-1}$
$= -0.5\ ms^{-1}$

এখানে,
নৌকার ভর, $M = 240\ kg$
১ম সাঁতারু,
ভর, $m_1 = 40\ kg$
আদিবেগ, $u_1 = 4\ ms^{-1}$
২য় সাঁতারু,
ভর, $m_2 = 70\ kg$
আদিবেগ, $u_2 = -4\ ms^{-1}$
নৌকার বেগ, $V = ?$

$\therefore$ নৌকাটি $0.5\ ms^{-1}$ বেগে 40 kg ভরের দিকে চলবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৭। 5 kg ভরের একটি গোলক 10 ms^{-1} বেগে সরল পথে চলতে চলতে 50 kg ভরের একটি স্থির গোলকের সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে চলতে লাগল। মিলিত গোলক দুটির বেগ কত?

সমাধান:

আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$

বা, $v = \frac{(5\ kg \times 10\ ms^{-1}) + (50\ kg \times 0\ ms^{-1})}{5\ kg + 50\ kg}$

$= \frac{50\ kg\ ms^{-1}}{55\ kg}$

$= 0.909\ ms^{-1}$

১ম গোলকের, ভর, $m_1 = 5\ kg$, আদিবেগ, $u_1 = 10\ ms^{-1}$
২য় গোলকের, ভর, $m_2 = 50\ kg$, আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
মিলিত গোলক দুটির বেগ, $v = ?$

অতএব, মিলিত গোলক দুটির বেগ 0.909 ms^{-1}। [Ans.]

প্রশ্ন-২৮। 80 kg ভরের এক ব্যক্তি স্থির পানিতে ভাসমান 150 kg ভরের একটি নৌকা থেকে লাফ দিয়ে তীরে পৌঁছাল। লাফের পর লোকের বেগ 15 ms^{-1} হলে নৌকার পশ্চাৎবেগ কত?

সমাধান:

মনে করি, লোকের বেগের দিকে বেগ ধনাত্মক।

ভরবেগের নিত্যতার সূত্র থেকে আমরা জানি, $MV + mv = 0$

বা, $(150\ kg)\ V + 80\ kg \times 15\ ms^{-1} = 0$

বা, $v = \frac{-1200}{150}\ ms^{-1}$

$= -8\ ms^{-1}$

এখানে, নৌকার ভর, $M = 15\ kg$, লোকের ভর, $m = 80\ kg$, লোকের বেগ, $v = 15\ ms^{-1}$, নৌকার বেগ, $V = ?$

নৌকাটির বেগ ঋণাত্মক অর্থাৎ লোকের বেগ যে দিকে নৌকার বেগ তার পশ্চাৎ দিকে।

সুতরাং নৌকার পশ্চাৎ বেগ 8 ms^{-1}। [Ans.]

প্রশ্ন-২৯। 10 g ভরের একটি বুলেট 6 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 30 ms^{-1} বেগে নিক্ষিপ্ত হলো। বন্দুকটির পশ্চাৎবেগ কত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি, $MV = -mv$

বা, $V = -\frac{mv}{M}$

$= -\frac{0.01\ kg \times 30\ ms^{-1}}{6\ kg}$

$= -0.05\ ms^{-1}$

এখানে, বুলেটের ভর, $m = 10\ g = \frac{10}{1000}\ kg = 0.01\ kg$, বন্দুকের ভর, $M = 6\ kg$, বুলেটের বেগ, $v = 30\ ms^{-1}$, বন্দুকের বেগ, $V = ?$

বেগের মান ঋণাত্মক বলে পশ্চাৎ বেগ নির্দেশ করে। সুতরাং বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ 0.05 ms^{-1}। [Ans.]

প্রশ্ন-৩০। 10 g ভরের একটি বুলেট 5 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 200 ms^{-1} বেগে ছোঁড়া হলো। বন্দুকটির পশ্চাৎবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

বা, $5\ kg \times 0 + 0.01\ kg \times 0 = 5\ kg \times v_1 + 0.01\ kg \times 200\ ms^{-1}$

বা, $0 + 0 = 5\ kg \times v_1 + 2\ kg\ ms^{-1}$

বা, $5\ kg \times v_1 = -2\ kg\ ms^{-1}$

বা, $v_1 = -\frac{2\ kg\ ms^{-1}}{5\ kg}$

$\therefore v_1 = -0.4\ ms^{-1}$

এখানে, বন্দুকের, ভর, $m_1 = 5\ kg$, আদিবেগ, $u_1 = 0$, গুলির ভর, $m_2 = 10\ g = 0.01\ kg$, গুলির আদিবেগ, $u_2 = 0$, শেষ বেগ, $v_2 = 200\ ms^{-1}$, বন্দুকের বেগ, $v_1 = ?$

এখানে, বন্দুকের বেগ ঋণাত্মক, অর্থাৎ বন্দুকটি পেছন দিকে গতিশীল হবে। সুতরাং বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ 0.4 ms^{-1}। [Ans.]

প্রশ্ন-৩১। 4 kg ভর এবং 15 ms^{-1} বেগে একটি বস্তু চলন্ত অবস্থায় বিপরীত দিক থেকে আগত 6 kg ভর এবং 5 ms^{-1} বেগের অপর একটি বস্তুর সাথে মিশে একটি বস্তুতে পরিণত হল। মিলিত অবস্থায় বস্তুর বেগ কত হবে?

সমাধান:

ধরি, 4 kg ভরের বস্তুর বেগের দিক ধনাত্মক।

আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\ v$

বা, $4\ kg \times 15\ ms^{-1} + 6\ kg \times (-5\ ms^{-1}) = (4\ kg + 6\ kg)\ v$

বা, $60\ kg\ ms^{-1} - 30\ kg\ ms^{-1} = 10\ kg \times v$

বা, $30\ kg\ ms^{-1} = 10\ kg \times v$

বা, $v = \frac{30\ kg\ ms^{-1}}{10\ kg}$

$= 3\ ms^{-1}$

এখানে, ১ম বস্তুর, ভর, $m_1 = 4\ kg$, বেগ, $u_1 = 15\ ms^{-1}$, ২য় বস্তুর, ভর, $m_2 = 6\ kg$, বেগ, $u_2 = 5\ ms^{-1}$, মিলিত বেগ, $v = ?$

সুতরাং বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ 3 ms^{-1}। [Ans.]

Practice Problem:

প্রশ্ন-৩২। 3 kg ভরের একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে পূর্বদিকে চলছে। 1 kg ভরের অপর একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে পশ্চিমদিকে চলছে। কোন এক সময় বস্তু দুটির মধ্যে সংঘর্ষের ফলে এরা মিলে এক হয়ে গেল। মিলিত বস্তুটি কোনদিকে কত বেগে চলছে?

[উত্তর: মিলিত বেগ 1 ms^{-1} এবং বেগ এর দিক প্রথম বস্তুটির বেগের দিকে অর্থাৎ পূর্ব দিকে।]

প্রশ্ন-৩৩। 60 kg ভরের একটি বস্তু 20 ms^{-1} বেগে সরলপথে চলতে চলতে 140 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে গেল। মিলিত বস্তুদ্বয়ের বেগ কত হবে? [উত্তর: মিলিত বস্তুদ্বয়ের বেগ = 6 ms^{-1}]

প্রশ্ন-৩৪। একটি বন্দুক থেকে 500 ms^{-1} বেগে 10g ভরের একটি গুলি ছোড়া হলো। বন্দুকের ভর 2 kg হলে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর।

[উত্তর: পশ্চাৎ বেগ = 2.5 ms^{-1}.]

প্রশ্ন-৩৫। 300 kg ভরের কোনো নৌকার দুইটি গলুই থেকে 20 kg এবং 25 kg ভরের দুইজন বালক যথাক্রমে 3.25 ms^{-1} ও 2ms^{-1} বেগে দুইদিকে লাফ দেয়। নৌকাটি কত বেগে এবং কোন দিকে চলবে?

[উত্তর: 25 kg ভরের বালকের দিকে 0.05 ms^{-1} বেগে]

প্রশ্ন-৩৬। 6 kg ও 4 kg ভরের দুটি বস্তু একই দিকে চলা অবস্থায় সংঘর্ষ হলো। সংঘর্ষের পূর্বে তাদের বেগ যথাক্রমে 12 ms^{-1} ও 6 ms^{-1} ছিল। সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয় সংযুক্ত অবস্থায় কত বেগে চলবে? [উত্তর: 9.6 ms^{-1}]

প্রশ্ন-৩৭। 100 kg এবং 200 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 20 ms^{-1} ও 10 ms^{-1} বেগে পরস্পর বিপরীত দিকে আসার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর বস্তুদ্বয় একত্রে যুক্ত থেকে কত বেগে চলবে? [উত্তর: 0]

প্রশ্ন-৩৮। 5 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 10 g ভরের গুলি 400 ms^{-1} বেগে বেরিয়ে গেল। বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ কত? [উত্তর: 0.8ms^{-1}]

প্রশ্ন-৩৯। 0.03 kg ভরের রাইফেলের গুলি 30 ms^{-1} বেগে বের হয়ে গেল। রাইফেলটি যদি 0.6 ms^{-1} বেগে পশ্চাৎ দিকে আসতে চায় তবে রাইফেলের ভর নির্ণয় কর। [উত্তর: 1.5 kg]

Type-3
(নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র সংক্রান্ত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$F = ma$	F = প্রযুক্ত বল	N (নিউটন)
	m = বস্তুর ভর	kg
	a = ত্বরণ	ms^{-2}

Alert:
• বাধাদানকারী বল গতির বিপরীতে ক্রিয়া করে অর্থাৎ গতিকে বাধা দেয় বলে বাধাদানকারী বলের ক্ষেত্রে ঋনাত্মক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। কিন্তু 'বাধাদানকারী বল' উল্লেখ করে দিলে সেই ঋনাত্মক চিহ্ন দেয়ার আর প্রয়োজন হয় না,বরং ঋণাত্মক চিহ্ন দিলে তা ভুল হবে।

Example:

প্রশ্ন-৪০ 50 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 100 N একটি বল ক্রিয়া করে। বস্তুটির ত্বরণ কত?

সমাধান:
আমরা *জানি*, $F = ma$

$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{100}{50} = 2\ m\ s^{-2}$$

বস্তুটির ত্বরণ $= 2\ m\ s^{-2}$ [Ans.]

দেয়া আছে,
ভর, $m = 50$ kg
বল, $F = 100$ N
ত্বরণ, $a = ?$

প্রশ্ন-৪১ 50 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করা হলে এর ত্বরণ $4\ ms^{-2}$ হবে?

সমাধান:
আমরা জানি,

$$F = ma = 50\ kg \times 4\ ms^{-2} = 200\ kg\ ms^{-2} = 200\ N$$ [Ans.]

এখানে,
বস্তুর ভর, $m = 50$ kg
ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-2}$
বল, $F = ?$

প্রশ্ন-৪২ একটি বালক 50 N বল দ্বারা একটি 20 kg ভরের একটি বাক্সকে ধাক্কা দেয়। বাক্সটির ত্বরণ কত হবে?

সমাধান:
আমরা জানি,

$$F = ma$$
$$a = \frac{F}{m} = \frac{50\ N}{20\ kg} = 2.5\ ms^{-2}$$ [Ans.]

এখানে,
বাক্সের ভর, $m = 20$ kg
প্রযুক্ত বল, $F = 50$ N
বাক্সের ত্বরণ, $a = ?$

প্রশ্ন-৪৩ 50 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর 100 N একটি বল 2 সেকেন্ড ধরে ক্রিয়া করে। এ সময় শেষে বস্তুটির বেগ কত হবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
বল, $F = ma$

বা, $F = m.\frac{v-u}{t}$ $\left[\because a = \frac{v-u}{t}\right]$

বা, $100\ N = 50\ kg \times \frac{v-0}{2s}$

বা, $v = \frac{100\ N.s}{25\ kg} = 4\ ms^{-1}$

$\therefore$ বস্তুটির শেষ বেগ হবে $4\ ms^{-1}$. [Ans.]

দেওয়া আছে,
বল, $F = 100$ N
ভর, $m = 50$ kg
আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
সময়, $t = 2$ sec
শেষ বেগ, $v = ?$

প্রশ্ন-৪৪ 9.1×10^{-31} ভরের একটি স্থির ইলেকট্রনের উপর 2×10^{-16} N বল 10^{-9} s বলে কাজ করে। এ সময় শেষে ইলেকট্রনের বেগ কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান:
ত্বরণ a হলে
আমরা জানি, $v = u + at$

$F = ma$

বা, $a = \frac{F}{m} = \frac{2 \times 10^{-16}\ N}{9.1 \times 10^{-31}\ kg} = 2.19 \times 10^{14}\ ms^{-2}$

এখন, $v = 0 + 2.19 \times 10^{14}\ ms^{-2} \times 10^{-9}\ s = 2.19 \times 10^{5}\ ms^{-1}$

নির্ণেয় বেগ $2.19 \times 10^{5}\ ms^{-1}$. [Ans.]

দেওয়া আছে,
ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg
আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
বল, $F = 2 \times 10^{-16}$ N
সময়, $t = 10^{-9}$s
শেষ বেগ, $v = ?$

প্রশ্ন-৪৫ 200 N মানের একটি বল 100 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 4 সেকেন্ড ধরে ক্রিয়া করে। বস্তুটির বেগ কত হবে?

সমাধান:
আমরা জানি, $F = ma$

বা, $a = \frac{F}{m}$

বা, $a = \frac{200\ N}{100\ kg}$

$\therefore a = 2\ ms^{-2}$

আবার,
আমরা জানি, $v = u + at$
বা, $v = 0\ ms^{-1} + (2\ ms^{-2})\ (4-s)$
$\therefore v = 8\ ms^{-1}$
$\therefore$ বস্তুর বেগ $8\ ms^{-1}$. [Ans.]

দেওয়া আছে,
প্রযুক্ত বল, $F = 200$ N
বস্তুর ওজন, $m = 100$ kg
বস্তুর আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
সময়, $t = 4$ s
বস্তুর শেষ বেগ, $v = ?$

প্রশ্ন-৪৬ 12 g ভরের একটি বুলেট $300\ ms^{-1}$ বেগে এক টুকরা কাঠের মধ্যে 4.5 cm প্রবেশ করে থেমে গেল। বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2as$
বা, $0 = (300\ ms^{-1})^2 + 2 \times a \times 0.045$ m
বা, $a = -\frac{300 \times 300}{2 \times 0.045}\ ms^{-1} = -10^6\ ms^{-2}$

আবার,
$F = ma$
$= 0.012\ kg \times (-10^6\ ms^{-2})$
$= -1.2 \times 10^4$ N [বাধাদানকারী বলে ঋণাত্মক]

নির্ণেয় বাধাদানকারী বল 1.2×10^4 N. [Ans.]

বিঃদ্রঃ বাধাদানকারী বলের ঋণাত্মক চিহ্ন বলের বিপরীত দিক বুঝায়।

এখানে,
আদি বেগ, $u = 300\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0$
দূরত্ব, $s = 4.5$ cm $= \frac{4.5}{100}$ m $= 0.045$ m
ভর, $m = 12$ kg $= \frac{12}{1000}$ kg $= 0.012$ kg
বল, $F = ?$

প্রশ্ন-৪৭। 50 g ভরের একটি পাথরকে 60 ms^{-1} বেগে ভূমির সমান্তরালে নিক্ষেপ করে 9 N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে 10 m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে কি?

সমাধান:

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$

বা, $0^2 = (60\ ms^{-1})^2 - 2a \times 10\ m$

বা, $a = \frac{(60)^2}{20}\ ms^{-2}$

$= 180\ ms^{-2}$

পাথর কর্তৃক প্রযুক্ত বল, $F = ma$

$= (0.05 \times 180)\ N$

$= 9\ N$

এখানে,
পাথরের ভর, $m = 50\ kg$
$= 0.05\ kg$
আদিবেগ, $u = 60\ ms^{-1}$
দূরত্ব, $s = 10\ m$
পাথরের শেষবেগ, $v = 0$
বাধাদানকারী বল, $F = 9\ N$

যেহেতু $F = F'$ কিন্তু বিপরীতমুখী। তাই বলা যায়, 10 m দূরত্বে পাথরটিকে থামানো সম্ভব হবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪৮। 1×10^5 g ভরের একটি স্থির গাড়ির পিছন থেকে অপর একটি গাড়ি ধাক্কা দেওয়ায় তা 30 সেকেন্ডে 54 kmh^{-1} বেগে অর্জন করে। পিছনের গাড়িটি কত বল প্রয়োগ করেছিল?

সমাধান:

ত্বরণ a হলে

আমরা জানি,

$v = u + at$

বা, $15\ ms^{-1} = 0 + a \times 30\ s$

বা, $a = \frac{15}{30}\ ms^{-2}$

$= \frac{1}{2}\ ms^{-2}$

আবার, $F = ma$

$= \left(10^2 \times \frac{1}{2}\right) N$

$= 50\ N$

এখানে,
গাড়ির ভর, $m = 1 \times 10^5\ g$
$= 10^2\ kg$
আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 54\ kmh^{-1}$
$= \frac{54 \times 1000}{3600}\ ms^{-1}$
$= 15\ ms^{-1}$
সময়, $t = 30\ s$
বল, $F = ?$

∴ প্রয়োগকৃত বল 50 N **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪৯। 1.5×10^3 kg ভর এবং 72 kmh^{-1} বেগ বিশিষ্ট একটি ট্রাক নিয়ন্ত্রণ হারিয়ে একটি খড়ের গাদার উপর উঠিয়ে দিলে 1s এ থেমে যায়। ট্রাকের উপর ক্রিয়ারত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান:

ট্রাকের ওপর ক্রিয়ারত প্রযুক্ত বল F হলে,

আমরা জানি,

$F = ma$

$= m\frac{(v-u)}{t}$

$= 1.5 \times 10^5\ kg \times (0 - 20\ ms^{-1})/1.0\ s$

$= -3 \times 10^6\ kg\ ms^{-2}$

$= -3 \times 10^6\ N$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 72\ kmh^{-1}$
$= \frac{72 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s}$
$= 20\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0$
সময়, $t = 1.0\ s$
ভর, $m = 1.5 \times 10^5\ kg$

ঋণাত্মক চিহ্ন গাড়ির মন্দনকে নির্দেশ করে।

অতএব, ট্রাকের ওপর ক্রিয়ারত বলের মান 3×10^6 N. **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫০। 5 ডেসিগ্রাম ভরের একটি স্থির কণার উপর 7.5×10^{-2} N বল 1 মাইক্রোসেকেন্ড ধরে ক্রিয়া করে। আবার, কণাটির উপর 0.225 N বল একই সময়ে প্রয়োগ করলে কণাটির বেগ 4.5×10^{-4} ms^{-1} হয়। প্রথম বল প্রয়োগের ক্ষেত্রে উক্ত সময়ে কণাটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:

কণাটিতে সৃষ্ট ত্বরণ a হলে,

$a = \frac{F}{m}$

$= \frac{7.5 \times 10^{-2}\ N}{5 \times 10^{-4}\ kg}$

$= 150\ ms^{-2}$

আমরা জানি,

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 150\ ms^{-2}\ (10^{-6}\ s)^2$

$= 7.5 \times 10^{-11}\ m$

এখানে,
প্রযুক্ত বল, $F = 7.5 \times 10^{-2}\ N$
কণার ভর,
$m = 5$ ডেসিগ্রাম
$= \frac{5}{10}$ গ্রাম [1 গ্রাম = 10 ডেসিগ্রাম]
$= \frac{5}{10 \times 1000}\ kg$
$= 5 \times 10^{-4}\ kg$
কণার আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

অতএব, প্রথম বল প্রয়োগের ক্ষেত্রে উক্ত সময়ে কণাটির অতিক্রান্ত দূরত্ব 7.5×10^{-11} m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫১। 20 kg এবং 30 kg ভরের দুটি বস্তুকে অনুভূমিকভাবে একটি রশি দিয়ে বেঁধে 250 N বলে টানলে এর ত্বরণ কত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

$F = ma$

বা, $a = \frac{F}{m}$

বা, $a = \frac{250\ N}{50\ kg}$

$= 5\ ms^{-2}$

এখানে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 20\ kg$
২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 30\ kg$
একত্রিকভাবে বস্তুদ্বয়ের ভর, $m = 20kg + 30kg$
$= 50\ kg$
প্রয়োগকৃত বল, $F = 250\ N$
বস্তু দুটির ত্বরণের পরিমাণ, $a = ?$

∴ বস্তু দুটির ত্বরণের পরিমাণ 5 ms^{-2}। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫২। 400 ms^{-1} বেগে 10 g ভরের একটি গুলি ছুড়লে 10 cm পুরুত্বের 10টি তক্তা ভেদ করার পর এর বেগ অর্ধেক হয়ে গেল। গুলির ওপর তক্তার বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান:

এখন, গুলির ত্বরণ a হলে,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{(200\ ms^{-1})^2 - (400\ ms^{-1})^2}{2 \times 1\ m}$

$= 6 \times 10^4\ ms^{-2}$

গুলির ভর, $m = 10\ g$

$= \frac{10}{1000}\ kg$

$= 0.01\ kg$

বাধাদানকারী বল F হলে

$F = ma$

$= 0.01\ kg \times (-6 \times 10^4)\ ms^{-2}$

$= -600\ N$

এখানে,
গুলির আদিবেগ, $u = 400\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = \frac{u}{2}$
$= \frac{400}{2}\ ms^{-1}$
$= 200\ ms^{-1}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব,
$s = (10 \times 10)\ cm$
$= 100\ cm$
$= 1\ m$

অতএব, বাধাদানকারী বলের মান 600 N। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫৩। 10 g ভরের একটি বুলেট 300 ms^{-1} বেগে 15 mm পুরু দুটি তক্তা ভেদ করে বুলেটটির বেগ অর্ধেক হলো। তক্তার বাধার পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান:

ধরি, তক্তার বাধাজনিত বল, F

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $2as = v^2 - u^2$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{(150\ ms^{-1})^2 - (300\ ms^{-1})^2}{2 \times 30 \times 10^{-3} m}$

$= \frac{-67500}{0.06}\ ms^{-2}$

$= -1125000\ ms^{-2}$

∴ বাধাদানকারী বল, $F = ma$

$= 0.01\ kg \times (-1125000\ ms^{-2})$

$= -11250\ N$

∴ তক্তা বাধার পরিমাণ 11250 N। **[Ans.]**

এখানে,
বুলেটের ভর, $m = 10\ g = 0.01\ kg$
আদিবেগ, $u = 300\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v = \frac{300}{2}\ ms^{-1} = 150\ ms^{-1}$
প্রথম অংশে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 2 \times 15\ mm = 30\ mm = 30 \times 10^{-3}\ m$

প্রশ্ন-৫৪। $10\ ms^{-1}$ বেগে চলন্ত 170 kg ভরের একটি মোটর সাইকেল বল প্রয়োগ করলে এটি 3s এ $25\ ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়। মোটর সাইকেলে প্রয়োগকৃত বলের মান কত?

সমাধান:
আমরা জানি,

$F = ma$

$= m\left(\frac{v-u}{t}\right)$

$= 170\ kg \times \left(\frac{25\ ms^{-1} - 10\ ms^{-1}}{3\ s}\right)$

$= 170\ kg \times \frac{15\ ms^{-1}}{3\ s}$

$= 170\ kg \times 5\ ms^{-2}$

$= 850\ N$

সুতরাং মোটর সাইকেলে প্রয়োগকৃত বলের মান 850 N। **[Ans.]**

এখানে,
মোটর সাইকেলের ভর, $m = 170\ kg$
আদি বেগ, $u = 10\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 25\ ms^{-1}$
সময়, $t = 3\ s$
ধরি, প্রয়োগকৃত বল $= F$

প্রশ্ন-৫৫। একজন ট্রাক চালক তার 500 kg ভরের ট্রাকটি $60\ ms^{-1}$ বেগে চালানো অবস্থায় 40 m সামনে একটি বালককে দেখে ব্রেক চেপে দিলেন। ফলে ট্রাকটি বালকের 1 m সামনে এসে থেমে গেল। এখানে বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান:
ট্রাকের ত্বরণ a হলে,
আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2as$

বা, $0 = (60\ ms^{-1})^2 + 2 \times a \times 39m$

বা, $a = -\frac{3600\ m^2s^{-2}}{2 \times 39\ m}$

∴ $a = -46.15\ ms^{-2}$

এখন,
বল, $F = ma$

$= 500\ kg \times (-46.15\ ms^{-2})$

$= -23075\ N$

অতএব, বলের মান -23075 N। **[Ans.]**

এখানে,
ট্রাকের ভর, $m = 500\ kg$
আদিবেগ, $u = 60\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
সরণ, $s = (40 - 1)\ m = 39\ m$
বল, $F = ?$

প্রশ্ন-৫৬। 5 টনের একটি ট্রাক ঘণ্টায় 36 km বেগে চলছে। এটি 4 m দূরত্বে থামাতে হলে কত বলের প্রয়োজন হবে?

সমাধান:
এখানে, ত্বরণ নির্ণয়ের জন্য

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $v^2 - u^2 = 2as$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{0^2 - (10\ ms^{-1})^2}{2 \times 4\ m}$

$= -12.5\ ms^{-2}$

এখানে,
ভর, $m = 5\ টন = 5000\ kg$
আদিবেগ, $u = 36\ kmh^{-1} = \frac{36 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1} = 10\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
সরণ, $s = 4\ m$
বল, $F = ?$

আমরা জানি, $F = ma$

$= 5000\ kg \times (12.5\ ms^{-2})$

$= 6.25 \times 10^4\ N$

অতএব, প্রযুক্ত বলের মান 6.25×10^4 N। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫৭। 200 kg ভরের একটি মোটর গাড়ি ঘণ্টায় 108 km বেগে চলে। ব্রেকের সাহায্যে গাড়িটিকে 20 m দূরত্বে থামিয়ে দেওয়া হলো। বাধাদানকারী বলের মান বের কর।

সমাধান:
ধরি, বাধাদানকারী বলের মান F
আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2as$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{(0\ ms^{-1}) - (30\ ms^{-1})^2}{2 \times 20\ m}$

$= -22.5\ ms^{-2}$

এখন, $F = ma$

$= 200\ kg \times (-22.5\ ms^{-2})$

$= -4500\ N$

বলটি বাধাদানকারী বলের ঋণাত্মক চিহ্ন হয়েছে।

∴ বাধাদানকারী বলের মান 4500 N। **[Ans.]**

এখানে,
মোটর গাড়ি, $m = 200\ kg$
আদিবেগ, $u = 108\ kmh^{-1} = \frac{108 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1} = 30\ ms^{-1}$
সরণ, $s = 20\ m$
শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

প্রশ্ন-৫৮। $30\ ms^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়িকে ব্রেক করে 6 s-এ থামানো হলো। যাত্রিসহ গাড়ির ভর 750 kg হলে ব্রেকজনিত বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি, $F = ma$
আবার, $v = v_0 + at$

বা, $a = \frac{v - v_0}{t}$

$= \frac{(0 - 30)\ ms^{-1}}{6\ s}$

$= -5\ ms^{-2}$

∴ ব্রেকজনিত বল, $F = 750\ kg \times (-5\ ms^{-2})$

$= 3750\ N$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন বাধাদানকারী বল নির্দেশ করে। সুতরাং বাধাদানকারী বল 3750 N। **[Ans.]**

এখানে,
আদিবেগ, $v_0 = 30\ ms^{-1}$
সময়, $t = 6\ s$
শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
ভর, $m = 750\ kg$
ব্রেকজনিত বল, $F = ?$

প্রশ্ন-৫৯। 2 kg ভরের একটি বস্তুকে $10\ ms^{-2}$ ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [পাথরের ঘর্ষণ বল = 10 N, বাতাসের বাধাজনিত বল = 5 N]

সমাধান:
আমরা জানি,

$F_1 = ma$

$= 2\ kg \times 10\ ms^{-2}$

$= 20\ N$

এখন,
মোট বল,

$F = F_1 + F_2 + F_3$

$= 20\ N + 10\ N + 5\ N$

$= 35\ N$

∴ 35 N বল প্রয়োগ করতে হবে। **[Ans.]**

এখানে,
ভর, $m = 2\ kg$
ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$
পথের ঘর্ষণ বল, $F_2 = 10\ N$
বাতাসের বাধাজনিত বল, $F_3 = 5\ N$
মোট বল, $F = ?$

প্রশ্ন-৬০। 7.26 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 9.03 N মানের একটি বল 2 সেকেন্ড ব্যাপী ক্রিয়া করে থেমে গেল। বস্তুটির প্রাপ্ত বেগ ও উক্ত সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,
$F = ma$
বা, $a = \frac{F}{m}$
$= \frac{9.03\ N}{7.26\ kg}$
$\therefore a = 1.24\ ms^{-2}$

এখানে,
বস্তুর ভর, $m = 7.26\ kg$
বল, $F = 9.03\ N$
সময়, $t = 2\ s$
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
বেগ, $v = ?$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S = ?$

আবার, $v = u + at$
$= 0 + 1.24\ ms^{-2} \times 2\ s$
$= 2.49\ ms^{-1}$

আবার,
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$
$= 0 \times 2\ s + \frac{1}{2} \times 1.24\ ms^{-2} \times (2\ s)^2$
$= 2.49\ m$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
সময়, $t = 2\ s$
ত্বরণ, $a = 1.24\ ms^{-1}$
সরণ, $s = ?$

অতএব, বস্তুটির প্রাপ্ত বেগ ও উক্ত সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব যথাক্রমে $2.49\ ms^{-1}$ ও 2.49 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৬১। প্রতি সেকেন্ডে 0.5 kg হারে $1.5\ ms^{-1}$ সমবেগে অনুভূমিকভাবে চলমান কোনো conveyor বেল্ট এর উপর বালি খাড়াভাবে পড়ে। conveyor বেল্ট চলার জন্য কোন অতিরিক্ত কত বল প্রয়োজন হবে এবং কেন ব্যাখ্যা কর।

সমাধান:
আমরা জানি,
$a = \frac{v - u}{t}$
$= \frac{0\ ms^{-1} - 1.5\ ms^{-1}}{1\ s}$
$= -1.5\ ms^{-2}$

এখানে,
সময়, $t = 1\ s$
আদিবেগ, $u = 1.5\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ $a = ?$

আবার, $F = ma$
$= 0.5\ kg \times (-1.5\ ms^{-2})$
$= -0.75\ N$

এখানে,
ভর, $m = 0.5\ kg$
ত্বরণ, $a = -1.5\ ms^{-2}$
বল, $F = ?$

ঋণাত্মক মান বাধাদানকারী বল নির্দেশ করে
$\therefore$ বল প্রয়োজন হবে 0.75 N। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৬২। কোনো স্থির বস্তুর উপর 10 N বল 10 s ধরে কাজ করে। অতঃপর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়। এরপর বস্তুটি 5 s এ 50 m দূরত্ব অতিক্রম করে। বস্তুটির ভর কত?

সমাধান:
যেহেতু বলটি প্রথম 10 s ক্রিয়াশীল থাকার পর আর কাজ করে না, তাই বস্তুটি শেষ 5 s সময়ে সমবেগে চলবে

$\therefore v = \frac{s}{t_2}$
$= \frac{50\ m}{5\ s}$
$= 10\ ms^{-1}$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
বল, $F = 10\ N$
সময়, $t_1 = 10\ s$
সময়, $t_2 = 5\ s$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 50\ m$
বস্তুটির ভর, $m = ?$

আমরা জানি,
$a = \frac{v - u}{t_1}$
$= \frac{10\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1}}{10\ s}$
$= 1\ ms^{-2}$

আবার, $F = ma$
বা, $m = \frac{F}{a}$
$= \frac{10\ N}{1\ ms^{-2}}$
$= 10\ kg$

অতএব, বস্তুটির ভর 10 kg। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৬৩। স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে 30 kg ভরের একটি বস্তু 15 s এ 300 m দূরত্ব অতিক্রম করে। এরপর সমবেগে চলে। 600 m পথ অতিক্রম করতে হলে প্রযুক্ত বলের মান কত হওয়া প্রয়োজন?

সমাধান:
মনে করি, প্রযুক্ত বল F
আমরা জানি,
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$

উদ্দীপক হতে,
বস্তুর ভর, $m = 30\ kg$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 600\ m$
সময়, $t = 15\ s$
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = ?$

বা, $600\ m = 0 \times 15\ s + \frac{1}{2} \times a \times (15\ s)^2$
বা, $600\ m = \frac{a}{2} \times 225\ s^2$
বা, $a \times 225\ s^2 = 1200\ m$
বা, $a = \frac{1200\ m}{225\ s^2}$
$= 5.33\ ms^{-2}$

নিউটনের ২য় সূত্রানুসারে,
$F = ma$
$= 30\ kg \times 5.33\ ms^{-2}$
$\therefore F = 160\ N$

এখানে,
ভর, $m = 30\ kg$
ত্বরণ, $a = 5.33\ ms^{-2}$
বল, $F = ?$

সুতরাং, উদ্দীপকের আলোকে 600 m পথ অতিক্রম করতে হলে প্রযুক্ত বলের মান 160 N হওয়া প্রয়োজন। **[Ans.]**

Practice Problem:

প্রশ্ন-৬৪। 15 kg ভরের কোনো বস্তুর ওপর 105 N বল প্রযুক্ত হলে তার ত্বরণ কত হবে? **[উত্তর: $7\ ms^{-2}$]**

প্রশ্ন-৬৫। 20 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে এর ত্বরণ $2ms^{-2}$ হবে? **[উত্তর: 40 N]**

প্রশ্ন-৬৬। 10 kg ভরের গাড়ির উপর 20 N বল প্রয়োগ করলে ত্বরন কত হবে? **[উত্তর: $2\ ms^{-2}$]**

প্রশ্ন-৬৭। 36 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রযুক্ত হলে 1 min এ এর বেগ $15km\ h^{-1}$ বৃদ্ধি পাবে? **[উত্তর: 2.5 N]**

প্রশ্ন-৬৮। $20\ ms^{-1}$ বেগে চলমান 2000 kg ভরের একটি ট্রাক একটি ভারি দেয়ালে এসে ধাক্কা দেয়। দেয়ালে আঘাত পেয়ে ট্রাকটি $1.3\ ms^{-1}$ বেগে পিছনে ফিরে আসে। আঘাতের সময়কাল 0.15 s হলে ট্রাকটির ওপর প্রযুক্ত গড় বল কত? **[উত্তর: $2.84 \times 10^5 N$]**

প্রশ্ন-৬৯। $25\ ms^{-1}$ বেগে আগত 0.2 kg ভরের একটি ক্রিকেট বলকে একজন খেলোয়াড় ক্যাচ ধরে 0.1 s সময়ের মধ্যে থামিয়ে দিল। খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত? **[উত্তর: 50 N]**

প্রশ্ন-৭০। একটি বল 2kg ভরবিশিষ্ট একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। এর ফলে বস্তুটি 4 সেকেন্ডে 24m দূরত্ব অতিক্রম করে। বলের মান কত? **[উত্তর: 6 N]**

প্রশ্ন-৭১। কত মানের একটি বল 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 4 s ক্রিয়া করলে বেগের পরিবর্তন 40 ms^{-1} হবে? [উত্তর: 100 N]

প্রশ্ন-৭২। 200 ms^{-1} বেগের 8 g ভরের একটি গুলি কাঠের খুঁটির অভ্যন্তরে 4.0 cm গিয়ে থেমে যায়। কাঠের গুলির বল ধ্রুবক হলে, বলের মান কত ছিল? [উত্তর: 4×10^3N]

প্রশ্ন-৭৩। 4 kg ভরের একটি বস্তুকে 10 ms^{-2} ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? পথের ঘর্ষণ বল 2.5 N. [উত্তর: 42.5 N]

প্রশ্ন-৭৪। 80 km h^{-1} বেগে চলন্ত একটি গাড়ির চালক 35 m সামনে একটি বারক দেখতে পেয়ে ব্রেক চাপলেন। গাড়িটি বালকের 2 m সামনে এসে থেমে গেল। আরোহীসহ গাড়ির ভর 1200 kg হলে ব্রেকজনিত বল নির্ণয় কর। [উত্তর: 8976]

প্রশ্ন-৭৫। একটি বালক 20 kg ভরের একটি বাক্সকে 50 N বল দ্বারা ধাক্কা দিচ্ছে। বাক্সটির ত্বরণ নির্ণয় কর। [উত্তর: 2.5 ms^{-2}]

প্রশ্ন-৭৬। 1000 kg ভরের একটি গাড়ি 5 s সময়ে স্থিরাবস্থা হতে ত্বরিত হয়ে 20 ms^{-1} বেগ অর্জন করল। গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল সম্মুখমুখী ধাক্কার পরিমাণ নির্ণয় কর। [উত্তর: 4000 N]

Type-4
(মহাকর্ষ বল সংক্রান্ত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$	F = দুটি বস্তুর মধ্যে আকর্ষণ বল	N (নিউটন)
	G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক	Nm^2kg^{-2}
	m_1 = প্রথম বস্তুর ভর	kg (কেজি)
	m_2 = দ্বিতীয় বস্তুর ভর	kg (কেজি)
	r = দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব	m (মিটার)

⚠ Alert:
- পাঠ্যবইয়ে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G-এর একক ভুল দেওয়া আছে। বইয়ে G এর একক Nm^2kg^2 দেওয়া আছে।
- G-এর সঠিক একক Nm^2kg^{-2}।

Example:

প্রশ্ন-৭৭। দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে 40kg ও 15kg। তাদের কেন্দ্রদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.1m হলে, পারস্পরিক আকর্ষণ বল কত হবে? [$G = 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$]

সমাধান:
আমরা জানি,

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$
$$= 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}\times\frac{40kg\times15kg}{(0.1m)^2}$$
$$= 40.02\times10^{-7}N$$

এখানে,
১ম গোলকের ভর, m_1 = 40kg
২য় গোলকের ভর, m_2 = 15kg
মধ্যবর্তী দূরত্ব, r = 0.1m
$G = 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$
আকর্ষণ বল, F = ?

∴ পারস্পরিক আকর্ষণ বল 40.02×10^{-7}N [Ans.]

প্রশ্ন-৭৮। 10g ও 20g ভরের দুটি বস্তুকে 5m দূরে রাখা হলো। যদি মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$ হয় তবে বস্তু দুটির মধ্যে বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$
$$= 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}\times\frac{10\times10^{-3}kg\times20\times10^{-3}kg}{(5m)^2}$$
$$= 5.336\times10^{-16}N$$

এখানে,
১ম বস্তুর ভর, m_1 = 10g
$= 10\times10^{-3}$kg
২য় বস্তুর ভর, m_2 = 20g
$= 20\times10^{-3}$kg
মধ্যবর্তী দূরত্ব, r = 5m
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$
বল, F = ?

∴ বস্তু দুটির মধ্যে বলের মান 5.336×10^{-16} N [Ans.]

প্রশ্ন-৭৯। 25g ও 50g ভরের দুটি বস্তু 1m দূরে আছে। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$ হলে মধ্যবর্তী বল কত?

সমাধান:
আমরা জানি,

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$
$$= 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}\times\frac{25\times10^{-3}kg\times50\times10^{-3}kg}{(1m)^2}$$
$$= 8.3375\times10^{-14}N$$

এখানে,
১ম বস্তুর ভর, m_1 = 25g
$= 25\times10^{-3}$kg
২য় বস্তুর ভর, m_2 = 50g
$= 50\times10^{-3}$kg
মধ্যবর্তী দূরত্ব, r = 1m
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$
বল, F = ?

∴ মধ্যবর্তী বল 8.3375×10^{-14}N. [Ans.]

প্রশ্ন-৮০। 5kg ভরের দুটি গোলককে পরস্পর হতে 2m দূরে স্থাপন করলে যদি বলের মান 41.67×10^{-11}N হয়, তবে মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান কত হবে?

সমাধান:
আমরা জানি,

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$
বা, $$G = \frac{Fr^2}{m_1m_2}$$
$$= \frac{41.67\times10^{-11}N\times(2m)^2}{5kg\times5kg}$$
$$= 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$$

এখানে,
গোলকের ভর, $m_1 = m_2$
= 5 kg
মধ্যবর্তী দূরত্ব, r = 2m
বল, $F = 41.67\times10^{-11}$N
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, G = ?

∴ মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান 6.67×10^{-11} Nm^2kg^{-2} [Ans.]

প্রশ্ন-৮১। 3kg ও 5kg ভরের দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী বলের মান 1×10^{-11}N। মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান 6.67×10^{-11} Nm^2kg^{-2} হলে, বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$
বা, $$r^2 = G\frac{m_1m_2}{F}$$
বা, $$r^2 = 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}\times\frac{3kg\times5kg}{1\times10^{-11}N}$$
বা, $r^2 = 100m^2$
∴ r = 10m

এখানে,
১ম বস্তুর ভর, m_1 = 3g
২য় বস্তুর ভর, m_2 = 5kg
বল, $F = 1\times10^{-11}$N.
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$
বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, r = ?

∴ বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 10m. [Ans.]