

এস এস সি পদার্থবিজ্ঞান

অধ্যায়-৩: বল

প্রশ্ন ▶ ১ 3.92N ওজনের একটি খেলনা গাড়ীর উপর বল প্রয়োগ করায় এটি ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে 0.5ms^{-2} ত্বরণে চলতে শুরু করে। ঘর্ষণ বল 0.5N।

- //দি. বো.-২০১৬/
- অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? ১
 - পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য কেন? ২
 - গাড়ীর উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? ৩
 - ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বলে নিজের দিকে টানে তাকে ঐ বস্তুর ওজন বলে। বস্তুর ভরকে অভিকর্ষজ ত্বরণ দ্বারা গুণ করলে বস্তুর ওজন পাওয়া যায়। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য বলে পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য।

গ দেওয়া আছে, ঘর্ষণ বল, $F_k = 0.5\text{ N}$
গাড়ির ওজন, $W = 3.92\text{ N}$
গাড়ির ত্বরণ, $a = 0.5\text{ ms}^{-2}$
জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$
গাড়ির উপর প্রযুক্ত বল, $F = ?$

আমরা জানি, $W = mg$

$$\text{বা, } m = \frac{W}{g} = \frac{3.92}{9.8} = 0.4\text{ kg}$$

আবার, $F - F_k = ma$

$$\text{বা, } F = ma + F_k = 0.4 \times 0.5 + 0.5 = 0.7\text{ N (Ans.)}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

- গাড়ির ভর, $m = 0.4\text{ kg}$
গাড়ির উপর প্রযুক্ত বল, $F = 0.7\text{ N}$
ঘর্ষণ বল, $F_k = 0.5\text{ N}$
ধরি, ঘর্ষণযুক্ত অবস্থায় ত্বরণ, $a = 0.5\text{ ms}^{-2}$

ধরি, ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় ত্বরণ = a'

ঘর্ষণবিহীন অবস্থায়, $F = ma'$

$$\text{বা, } a' = \frac{F}{m} = \frac{0.7}{0.2} = 3.5\text{ ms}^{-2}$$

∴ ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের পরিবর্তন = $(3.5 - 0.5) = 3\text{ms}^{-2}$

অতএব, ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে গাড়ির ত্বরণ 3 ms^{-2} বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ▶ ২ 700kg ভরের একটি গতিশীল ট্রাক 20ms^{-1} বেগে 1300kg ভরের একটি স্থিতিশীল ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুইটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে।

- //ক্র. বো.-২০১৫/
- জড়তা কী? ১
 - গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২
 - ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর। ৩
 - ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কীভাবে নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে, গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার ধর্মই জড়তা।

খ ঘর্ষণ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অনেক সমস্যা সৃষ্টি কুরলেও চলাচল ও যানবাহন চালনার জন্য ঘর্ষণ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যেমন, গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ আছে বলেই গাড়ি

চালনা সম্ভব হয়েছে। বস্তুর গতির ওপর রাস্তার মসৃণতার প্রভাব অনেক বেশি। রাস্তা মসৃণ হলে রাস্তার যানবাহন চলাচল সহজতর হয় এবং ভ্রমণ আরামদায়ক হয়। রাস্তা যত বেশি মসৃণ হবে বাধাদানকারী ঘর্ষণ বলের মানও তত কম হবে। গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বলের মান টায়ারের এবং একই সাথে রাস্তার মসৃণতার ওপর নির্ভর করে। ঘর্ষণ বলের পরিমাণ অনেক কমে গেলে নানা ধরনের সমস্যারও সৃষ্টি হয়। তাই রাস্তাকে খুব বেশি মসৃণ করাও ঠিক নয়। ব্রেক হচ্ছে এমন এক ব্যবস্থা যা ঘর্ষণের পরিমাণ বৃদ্ধি করে গাড়ির গতি তথা চাকার ঘূর্ণনকে প্রয়োজন অনুযায়ী নিয়ন্ত্রণ করে। এর মাধ্যমে যানবাহনকে নির্দিষ্ট স্থানে থামানো সম্ভবপর হয়।

গ দেওয়া আছে,

গতিশীল ট্রাকের ভর, $m_1 = 700\text{ kg}$

স্থির ট্রাকের ভর, $m_2 = 1300\text{ kg}$

সংঘর্ষের পূর্বে, ১ম ট্রাকের গতিবেগ, $u_1 = 20\text{ms}^{-1}$

এবং ২য় ট্রাকের গতিবেগ, $u_2 = 0\text{ ms}^{-1}$

বের করতে হবে, ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ, $v = ?$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v + m_2v$

$$\therefore v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2} = \frac{700\text{ kg} \times 20\text{ms}^{-1} + 1300\text{ kg} \times 0\text{ms}^{-1}}{700\text{ kg} + 1300\text{ kg}} = 7\text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ মনে করি, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তুকণা পরস্পরের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এক্ষেত্রে বস্তুদ্বয়ের ওপর যথাক্রমে F_1 ও F_2 বল প্রযুক্ত হয়। সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের বেগ যথাক্রমে u_1 ও u_2 এবং সংঘর্ষের পরে এদের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 । সংঘর্ষের ক্রিয়াকাল t ।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\text{বা, } m_1v_1 - m_1u_1 = m_2u_2 - m_2v_2$$

$$\text{বা, } m(v_1 - u_1) = -m_2(v_2 - u_2)$$

$$\text{বা, } m_1 \frac{v_1 - u_1}{t} = -m_2 \frac{v_2 - u_2}{t}$$

$$\text{বা, } m_1a_1 = -m_2a_2 \text{ [সংঘর্ষকালে বস্তুদ্বয়ের ত্বরণ যথাক্রমে } a_1 \text{ ও } a_2]$$

$$\text{বা, } F_1 = -F_2, \text{ যা নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ।}$$

এভাবে, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ৩ তানজুম 50g ভরের একটি পাথরকে 60ms^{-1} বেগে ভূমির সমান্তরালে নিক্ষেপ করে।

- //ক্র. বো.-২০১৫/
- মাত্রা কাকে বলে? ১
 - 10N বল বলতে কী বোঝায়? ২
 - পাথরটি যদি সমবেগে গতিশীল থাকে তবে 4s এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করে, তা নির্ণয় কর। ৩
 - 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মতামত দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচককে এর মাত্রা বলে।

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

সুতরাং 10N বল বলতে বোঝায়, যে পরিমাণ বল 1 kg ভরের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে এতে 10ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

গ দেওয়া আছে,

পাথরটির আদিবেগ, $u = 60\text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ, $a = 0\text{ ms}^{-2}$ [∴ সমবেগ]

সময়কাল, $t = 4\text{ sec}$

বের করতে হবে, দূরত্ব (সরণ), $s = ?$

আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 60\text{ms}^{-1} \times 4\text{sec} + \frac{1}{2} \times 0 \text{ ms}^{-2} \times (4\text{sec})^2$$

$$= 240\text{m} + 0\text{m}$$

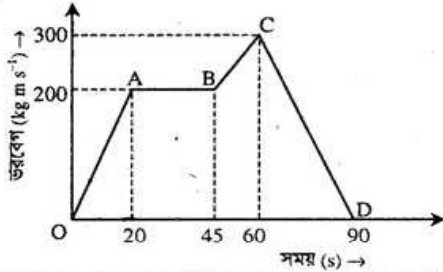
$$= 240\text{m (Ans.)}$$

ঘ) পাথরটির ভর, $m = 50\text{g} = 0.05\text{kg}$
 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করা হলে পাথরটির মন্দন হবে,
 $a = F/m$ [$\because F = ma$]
 $= 9\text{N}/0.05\text{kg}$
 $= 180\text{ms}^{-2}$

পাথরটির আদিবেগ, $u = 60\text{ms}^{-1}$
 শেষবেগ, $v = 0\text{ms}^{-1}$ [\because থেমে গেল]
 থেমে যাওয়ার আগ পর্যন্ত s পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করলে,
 $v^2 = u^2 - 2as$
 বা, $2as = u^2 - v^2$
 $\therefore s = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{(60\text{ms}^{-1})^2 - (0\text{ms}^{-1})^2}{2 \times 180\text{ms}^{-2}}$
 $= 10\text{m}$

সুতরাং 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে।

প্রশ্ন 8



চিত্র : 10 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ-সময় লেখচিত্র

[সি. বো. ২০১৭]

- ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ। ১
- চলন্ত বাস হতে বাইরের গাছপালাগুলোকে গতিশীল মনে হয়— ব্যাখ্যা কর। ২
- বস্তুটির ১ম 25 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- চিত্রে OA, AB ও CD অংশে ক্রিয়াশীল বল গাণিতিকভাবে তুলনা কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

খ) চলন্ত বাস হতে বাইরের গাছপালাগুলোকে গতিশীল মনে হয় আপেক্ষিক বেগের কারণে। প্রত্যেক পর্যবেক্ষক তার নিজ কাঠামোকে স্থির দেখে। চলন্ত বাসের যাত্রী বাসটিকে স্থির দেখবে কিন্তু তার কাছে মনে হবে গাছপালাগুলো বিপরীত দিকে গতিশীল।

গ) দেওয়া আছে,
 বস্তুর ভর, $m = 10\text{kg}$
 সময়, $t_1 = 20\text{s}$
 ধরি, t_1 সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_1
 পরবর্তী সমবেগে অতিক্রান্ত সময়, $t_2 = 5\text{s}$
 20 s পরে ভরবেগ, $P = 200\text{kg m s}^{-1}$
 বেগ, $v = \frac{200\text{kg m s}^{-1}}{10\text{kg}} = 20\text{ms}^{-1}$
 আদিবেগ, $u = 0\text{ms}^{-1}$

সুস্থম ত্বরণের ক্ষেত্রে, $s_1 = \frac{u+v}{2} t_1 = \frac{0+20\text{ms}^{-1}}{2} \times 20\text{s}$
 $= 200\text{m}$
 $s_2 = vt = 20\text{ms}^{-1} \times 5\text{s}$
 $= 100\text{m}$
 \therefore প্রথম 25 সেকেন্ডে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,
 $s = s_1 + s_2 = 200\text{m} + 100\text{m}$
 $= 300\text{m (Ans.)}$

ঘ) আমরা জানি, বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল এর ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমান।

চিত্র থেকে দেখা যায়, OA অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,
 $\Delta P = 200\text{kg m s}^{-1} - 0 = 200\text{kg m s}^{-1}$
 সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 20\text{s} - 0 = 20\text{s}$
 সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{OA} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{200\text{kg m s}^{-1}}{20\text{s}}$$

$$= 10\text{N}$$

AB অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,
 $\Delta P = 200\text{kg m s}^{-1} - 200\text{kg m s}^{-1} = 0$
 সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 45\text{s} - 20\text{s} = 25\text{s}$
 সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{AB} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{0}{25\text{s}}$$

$$= 0\text{N}$$

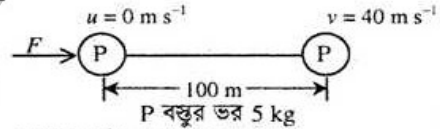
CD অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,
 $\Delta P = 0\text{kg m s}^{-1} - 300\text{kg m s}^{-1} = -300\text{kg m s}^{-1}$
 সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 90\text{s} - 60\text{s} = 30\text{s}$
 সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{CD} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-300\text{kg m s}^{-1}}{30\text{s}}$$

$$= -10\text{N}$$

চিত্রের OA অংশে ক্রিয়াশীল বল সবচেয়ে বেশি, AB অংশে কোনো বল ক্রিয়া করে না এবং CD অংশে সবচেয়ে কম। CD অংশে বাধাদানকারী বল ক্রিয়া করে।

প্রশ্ন ৫



এখানে ঘর্ষণ বল 10 N [সি. বো. ২০১৭]

- পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ সূত্রটি লিখ। ১
- বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে থেমে যায় না কেন— ব্যাখ্যা কর। ২
- F নির্ণয় কর। ৩
- 100 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটি প্রথম থেকে সর্বমোট কত সময় পর থেমে যাবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ $h \propto t^2$ ।

খ) বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে পাখাটি বন্ধ হয় না। কারণ গতির জড়তা ধর্মের কারণে গতিশীল বস্তুটি এর গতি বজায় রাখার প্রবণতা দেখায় ফলে পাখাটি আরো কিছু সময় পর্যন্ত ঘোরে, এবং বায়ুর বাধা ও ফ্যানের স্যাফটের ঘর্ষণের কারণে ধীরে ধীরে থেমে যায়।

গ) দেওয়া আছে,
 P বস্তুর আদিবেগ, $u = 0\text{ms}^{-1}$
 শেষবেগ, $v = 40\text{ms}^{-1}$
 সরণ, $s = 100\text{m}$
 P বস্তুর ভর, $m = 5\text{kg}$
 ঘর্ষণ বল, $F' = 10\text{N}$
 প্রযুক্ত বল, $F = ?$

আমরা জানি,

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

$$\therefore a = \frac{v^2 - u^2}{2s} = \frac{(40 \text{ m s}^{-1})^2 - (0 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 100 \text{ m}}$$

$$a = 8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\therefore \text{প্রযুক্ত বল, } F = ma + F' = 5 \text{ kg} \times 8 \text{ m s}^{-2} + 10 \text{ N}$$

$$= 50 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, $s_1 = 100 \text{ m}$ সরণের জন্য

$$\text{আদিবেগ, } u = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 40 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t_1 = ?$$

আমরা জানি,

$$s_1 = \frac{u + v}{2} t_1 = \frac{0 + 40 \text{ m s}^{-1}}{2} t_1 = 20 \text{ m s}^{-1} \times t_1$$

$$\therefore t_1 = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ m s}^{-1}} = 5 \text{ s}$$

প্রযুক্ত বল অপসারণের পর বস্তুর উপর ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করবে, অর্থাৎ ক্রিয়াশীল বল $F = -10 \text{ N}$

$$\text{সুতরাং ত্বরণ, } a = \frac{F}{m} = \frac{-10 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = -2 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{এক্ষেত্রে আদিবেগ, } u = 40 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 0 \text{ m s}^{-1}$$

বল অপসারণের পর থেকে খেমে যাওয়া পর্যন্ত সময় t_2 হলে আমরা পাই,

$$a = \frac{v - u}{t_2}$$

$$\therefore t_2 = \frac{0 \text{ m s}^{-1} - 40 \text{ m s}^{-1}}{-2 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 20 \text{ s}$$

$$\therefore \text{মোট সময়, } t = t_1 + t_2 = (5 + 20) \text{ s}$$

$$= 25 \text{ s (Ans.)}$$

প্রশ্ন ৬ স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে 600 kg ভরের একটি ট্রাক 0.2 m s^{-2} সুষম ত্বরণে 60 s চলার পর 400 kg ভরের একটি স্থির পিকআপ ভ্যানের সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে একত্রে 7.2 m s^{-1} বেগে চলতে থাকে।

- পিছলানো ঘর্ষণ কী? ১
- সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ। ২
- উদ্দীপকের ট্রাকটি পিকআপ ভ্যানের সাথে ধাক্কা খাওয়ার আগে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় কর। ৩
- উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তু তথা তলের উপর দিয়ে পিছলিয়ে বা ঘষে চলতে চেষ্টা করে বা চলে তখন যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে পিছলানো ঘর্ষণ বা বিসর্প ঘর্ষণ বলে।

খ সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে দুটি পার্থক্য:

| সাম্য বল | অসাম্য বল |
|--|--|
| ১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবস্থার সৃষ্টি করে তাকে সাম্য বল বলে। | ১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবস্থার সৃষ্টি করে না তাকে অসাম্য বল বলে। |
| ২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য। | ২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য হয় না। |

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ট্রাকটির আদিবেগ, } u = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 0.2 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 60 \text{ s}$$

বের করতে হবে, দূরত্ব (সরণ), $s = ?$

আমরা জানি,

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

$$= 0 \times 60 + \frac{1}{2} \times 0.2 \times (60)^2$$

$$= 360 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{ট্রাকের ত্বরণ, } a = 0.2 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{সময়, } t = 60 \text{ s}$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ট্রাকের বেগ, } u_1 = u + at$$

$$= 0 + 0.2 \times 60$$

$$= 12 \text{ m s}^{-1}$$

আবার,

$$\text{ট্রাকের ভর, } m_1 = 600 \text{ kg}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ট্রাকের বেগ, } u_1 = 12 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পর ট্রাকের বেগ, } v_1 = 7.2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{পিকআপ ভ্যানের ভর, } m_2 = 400 \text{ kg}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে বেগ, } u_2 = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পরে বেগ, } v_2 = 7.2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$= 600 \times 12 + 400 \times 0$$

$$= 7200 \text{ kg m s}^{-1}$$

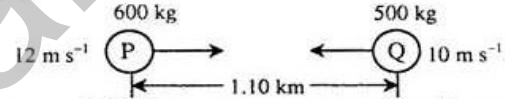
$$\text{ধাক্কার পরে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$= 600 \times 7.2 + 400 \times 7.2$$

$$= 7200 \text{ kg m s}^{-1}$$

যেহেতু ধাক্কার পূর্বে এবং পরে ট্রাক এবং পিকআপ ভ্যানের ভরবেগের সমষ্টি সমান তাই এক্ষেত্রে ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র সমর্থন করে।

প্রশ্ন ৭



যাত্রা শুরুর একটি নির্দিষ্ট সময় পরে P ও Q গাড়ি দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হলো এবং মিলিত বেগ 2 m s^{-1} হলো Q এর দিকে।

- সাম্য বল কী? ১
- বস্তুর আকারের উপর বলের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২
- যাত্রা শুরুর কত সময় পর P ও Q গাড়ি দুটি মিলিত হবে? ৩
- উদ্দীপকটি ভরবেগের সংরক্ষণশীল নীতিকে সমর্থন করলেও গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর গতিীয় অবস্থার পরিবর্তন না হয় তবে এর আকার বা আকৃতির পরিবর্তন হতে পারে। যেমন— একটি প্লাস্টিকের খালি বোতল জোরে চেপে ধরলে দুমড়ে-মুচড়ে যায়, অথবা একটি রাবার বারকে দুপ্রান্ত ধরে টানলে দৈর্ঘ্য বাড়ে ও চিকন হয়ে যায়। এ দুটি ক্ষেত্রে বল প্রয়োগের ফলে এদের আকারের পরিবর্তন হয়েছে।

কোনো কোনো ক্ষেত্রে বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আকার পরিবর্তন স্থায়ী আবার কোনো কোনো ক্ষেত্রে ক্ষণস্থায়ী হয়। উপরের উদাহরণে প্লাস্টিকের বোতলের ওপর থেকে বল অপসারিত হলে তা আর পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না অর্থাৎ পরিবর্তন স্থায়ী হয়েছে। কিন্তু রাবার বারকে ছেড়ে দিলে আবার পূর্বের অবস্থা ফিরে পায়। অর্থাৎ রাবারের আকারের পরিবর্তন ক্ষণস্থায়ী।

গ দেওয়া আছে,

P বস্তুর বেগ, $v_p = 12 \text{ m s}^{-1}$

Q বস্তুর বেগ, $v_Q = -10 \text{ m s}^{-1}$ [P এর বেগের বিপরীত দিকে গতিশীল]

P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব = $1.10 \text{ km} = 1100 \text{ m}$

মনে করি, যাত্রা শুরুর সময় t পর P থেকে x দূরত্বে এরা পরস্পর মিলিত হবে।

অতএব, P কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $x = v_p t$

Q কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $1100 - x = v_Q t$

সুতরাং $1100 = v_p t + v_Q t = (12 + 10) t = 22 t$

$$\therefore t = \frac{1100}{22} \text{ s} = 50 \text{ s (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

P বস্তুর ভর, $m_1 = 600 \text{ kg}$

Q বস্তুর ভর, $m_2 = 500 \text{ kg}$

P বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 12 \text{ m s}^{-1}$

Q বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -10 \text{ m s}^{-1}$

P ও Q বস্তুর মিলিত বেগ, $v = 2 \text{ m s}^{-1}$

সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ = $m_1 u_1 + m_2 u_2 = 600 \times 12 + 500(-10)$
 $= 2200 \text{ kg m s}^{-1}$

সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ = $m_1 v + m_2 v = 600 \times 2 + 500 \times 2$
 $= 2200 \text{ kg m s}^{-1}$

যেহেতু সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান, তাই বলা যায়, ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতিকে সমর্থন করে।

আবার,

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তির সমষ্টি} &= \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 600 \times 12^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times 10^2 \\ &= 43200 \text{ J} + 25000 \text{ J} \\ &= 68200 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পর গতিশক্তির সমষ্টি} &= \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 600 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times 2^2 \\ &= 1200 \text{ J} + 1000 \text{ J} \\ &= 2200 \text{ J} \end{aligned}$$

যেহেতু বস্তুদ্বয়ের সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের গতিশক্তির সমষ্টি সমান নয়, তাই বলা যায়, গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

প্রশ্ন ৮ একটি বন্দুক থেকে 10 g ভরের একটি গুলি 600 m s^{-1} বেগে নির্গত হওয়ার সময় 2 ms^{-1} বেগে পিছনে ধাক্কা দেয়।

- ক. লঘিষ্ঠ গণন কী? ১
- খ. স্কু গজের লঘিষ্ঠ গণন 0.01 mm বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. বন্দুকটির ভর নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কী কী ব্যবস্থা অবলম্বন করে বন্দুকটির পশ্চাৎবেগের মান আরও কমানো যায়? গাণিতিক যুক্তিসহ আলোচনা কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্কু-গজের বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্কুটি যতটুকু সরে আসে তাকে বলা হয় যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন।

খ স্কু-গজের লঘিষ্ঠ গণন 0.01 mm বলতে বুঝায় এর বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্কুটি 0.01 mm সরে আসে। যদি এই যন্ত্রের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা 100 হয়, তবে পিচ হবে 1 mm ।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

গুলির ভর, $m_1 = 10 \text{ g} = 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$

গুলির আদিবেগ, $u_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$

গুলির শেষ বেগ, $v_1 = 600 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, $v_2 = -2 \text{ ms}^{-1}$ [গুলির বেগের দিক

বন্দুকের ভর, $m_2 = ?$ ধনাত্মক বিবেচনা করে]

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } 10 \times 10^{-3} \times 0 + m_2 \times 0 = 10 \times 10^{-3} \times 600 + m_2(-2)$$

$$\text{বা, } 0 = 6 - 2m_2$$

$$\text{বা, } 2m_2 = 6$$

$$\text{বা, } m_2 = \frac{6}{2}$$

$$\therefore m_2 = 3 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ ধরি, গুলির ভর = m_1

বন্দুকের ভর = m_2

গুলির আদিবেগ, $u_1 = 0$

বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0$

গুলির শেষ বেগ = v_1

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ = v_2

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 \times 0 + m_2 \times 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$$

$$\text{বা, } v_2 = -\frac{m_1 v_1}{m_2} \dots \dots \dots (i)$$

(i) নং সমীকরণ অনুসারে m_1 এর মান কমালে এবং m_2 এর মান বাড়ালে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ কমবে। আবার, v_1 এর মান কমলেও v_2 এর মান কমে।

অতএব, বন্দুকের পশ্চাৎ বেগের মান আরও কমাতে হলে নিম্নলিখিত তিনটি ব্যবস্থা গ্রহণ করা যাবে—

- (i) গুলির ভর কমাতে হবে।
- (ii) বন্দুকের ভর বাড়াতে হবে।
- (iii) গুলির বেগ কমাতে হবে।

প্রশ্ন ৯ 10 g ভরের একটি বুলেট বন্দুক থেকে 1 km s^{-1} বেগে গুলি করা হল। বুলেটটি কাঠের ভিতর 3 cm প্রবেশ করার পর থেমে গেল।

(বুলেট কাঠেট কলজ)

- ক. অর্ধায়ু কি? ১
- খ. স্লেটের সূত্রটি লিখ এবং ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. বন্দুকটির ভর 50 kg হলে, বন্দুকটির পশ্চাৎবেগ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উপাত্তের তথ্যের আলোকে বুলেটের উপর কার্যরত বাধাদানকারী বলের মান গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের মোট পরমাণুর ঠিক অর্ধেক ক্ষয়প্রাপ্ত হতে যে সময় লাগে তা হলো ঐ পদার্থের অর্ধায়ু।

খ একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলোক রশ্মির ক্ষেত্রে আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুবক।

আপতন কোণ i ও প্রতিসরণ কোণ r হলে, স্লেটের সূত্রানুসারে,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{ধ্রুবক}$$

$i_1, i_2, i_3 \dots \dots \dots$ আপতন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণ $r_1, r_2, r_3 \dots \dots \dots$ ইত্যাদি হলে,

$$\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{\sin i_3}{\sin r_3} = \dots \dots \dots = \text{ধ্রুবক}।$$

গ দেওয়া আছে,

গুলির ভর, $m = 10 \text{ gm}$
 $= 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$

গুলির বেগ, $v = 1 \text{ km s}^{-1}$
 $= 1000 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের ভর, $M = 50 \text{ kg}$

ধরি, বন্দুকের বেগ = V

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, $MV = -mv$

$$\begin{aligned} \text{বা, } V &= -\frac{mv}{M} \\ &= -\frac{10 \times 10^{-3} \times 1000}{50} \text{ ms}^{-1} \\ &= -0.2 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ 0.2 ms^{-1} । (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{গুলির আদিবেগ, } u &= 1 \text{ kms}^{-1} \\ &= 1000 \text{ ms}^{-1} \\ \text{গুলি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= 3 \text{ cm} \\ &= 0.03 \text{ m} \\ \text{গুলির শেষ বেগ, } v &= 0 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

ধরি, গুলির মন্দন = a

$$\text{তাহলে, } v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0^2 = (1000)^2 - 2 \times a \times 0.03$$

$$\text{বা, } 0.06 a = 1000000$$

$$\therefore a = \frac{1000000}{0.06}$$

$$= 1.67 \times 10^7 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে, গুলির ভর, $m = 10 \text{ gm}$

$$= 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

ধরি, বাধাদানকারী বলের মান = F

তাহলে, $F = ma$

$$= 10 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 1.67 \times 10^7 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 1.67 \times 10^5 \text{ N}$$

অর্থাৎ গুলিটি কাঠের ভিতর প্রবেশ করলে $1.67 \times 10^5 \text{ N}$ বাধাদানকারী বল অনুভব করে।

প্রশ্ন ১০ 950kg ভরবিশিষ্ট 50 kmph বেগে গতিশীল একটি বস্তু বিপরীত দিক থেকে আগত 700kg ভর এবং 65kmph বেগের অপর একটি বস্তুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। সংঘর্ষের পর তারা একটি বস্তু হিসেবে চলতে থাকে।

(কেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ)

- ঘর্ষণ বল কাকে বলে? ১
- একট স্থির বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রী পিছনের দিকে ঝুঁকে যায় কেন? ২
- মিলিত বস্তুর বেগ নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের ঘটনাটি কি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ দাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শ থেকে একের উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি ধারার উৎপত্তি হয়, এই বাধাদানকারী বলকে ঘর্ষণ বল বলে।

খ বাস যখন স্থির অবস্থায় থাকে তখন যাত্রীও স্থির অবস্থায় থাকে। বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাসের সাথে সাথে যাত্রীর শরীরের নিচের অংশ গতিপ্রাপ্ত হয় এবং সামনে এগিয়ে যায়। কিন্তু যাত্রীর উপরের অংশ স্থিতি জড়তার দরুন পিছনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{প্রথম বস্তুর ভর, } m_1 = 950 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } V_1 = 50 \text{ kmph} \\ = 13.89 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{দ্বিতীয় বস্তুর ভর, } m_2 = 700 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } V_2 = -65 \text{ kmph [বিপরীত দিক]} \\ = -18.06 \text{ ms}^{-1}$$

বেগ করতে হবে, বস্তু দুটির মিলিত বেগ, $V = ?$

আমরা জানি,

$$(m_1 + m_2) V = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{বা, } V = \frac{950 \times 13.89 + 700 \times (-18.06)}{950 + 700}$$

$$\text{বা, } V = 0.3355 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore V = 1.21 \text{ kmph}$; ১ম বস্তুর দিকে (Ans.)

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{প্রথম বস্তুর ভর, } m_1 = 950 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } V_1 = 50 \text{ kmph} = 13.89 \text{ ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্তুর ভর, $m_2 = 700 \text{ kg}$

$$\text{বেগ, } V_2 = -65 \text{ kmph} = -18.06 \text{ ms}^{-1}$$

'গ' অংশ হতে পাই,

$$\text{মিলিত বস্তুর বেগ, } V = 0.3355 \text{ ms}^{-1}$$

\therefore প্রথম বস্তুর আদি ভরবেগ = $m_1 v_1$

$$= 950 \times 13.89 = 13195.5 \text{ kgm/s}$$

দ্বিতীয় বস্তুর আদি ভরবেগ = $m_2 v_2$

$$= 700 \times (-18.06) = -12642 \text{ kgm/s}$$

\therefore মোট আদি ভর বেগ, $P_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$

$$= 13195.5 - 12642$$

$$= 553.5 \text{ kgm/s}$$

মিলিত বস্তুর ভরবেগ, $P = (m_1 + m_2) V$

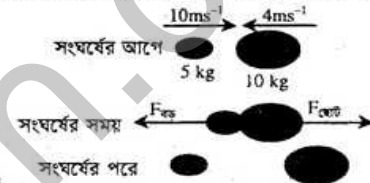
$$= (950 + 700) \times 0.3355$$

$$= 553.5 \text{ kg. ms}$$

সুতরাং বস্তুদ্বয়ের মোট আদি ভরবেগ, $P_0 =$ মিলিত বস্তুর ভরবেগ, P

অর্থাৎ, উদ্দীপকের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র সমর্থন করে।

প্রশ্ন ১১ নিচের ঘটনায় একটি স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটছে।



(গাবনা ক্যাডেট কলেজ)

- ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ। ১
- 10 kg ভরের বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে? ২
- সংঘর্ষের পরে 5 kg ভরের বস্তুটির বেগ এবং বেগের দিক নির্ণয় করো। ৩
- সংঘর্ষের সময়কাল যদি 0.1 sec হয় তাহলে উপরের ঘটনা কি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র সমর্থন করে? ব্যাখ্যা দাও। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

খ এখানে

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{বস্তুর আদি বেগ, } u = -4 \text{ ms}^{-1} \text{ [5kg ভরের বস্তুর গতির দিক ধনাত্মক]}$$

$$\text{বস্তুর শেষ বেগ, } v = 1 \text{ ms}^{-1}$$

ধরি, v এর দিক ধনাত্মক

$$\begin{aligned} \therefore \text{ভরবেগের পরিবর্তন} &= mv - mu \\ &= (10 \times 1) - 10 \times (-4) \text{ kg ms}^{-1} \\ &= 10 + 40 \text{ kgms}^{-1} \\ &= 50 \text{ kgms}^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং ভরবেগের পরিবর্তন হবে 50 kgms^{-1} এবং এর দিক হবে v এর দিকে।

গ উদ্দীপক থেকে,

$$\text{১ম বস্তুর ভর, } m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$\text{১ম বস্তুর আদিবেগ, } u_1 = 10 \text{ ms}^{-1} \text{ [ধরি, } u_1 \text{-এর দিক ধনাত্মক]}$$

$$\text{২য় বস্তুর ভর, } m_2 = 10 \text{ kg}$$

$$\text{২য় বস্তুর আদিবেগ, } u_2 = -4 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{২য় বস্তুর শেষবেগ, } v_2 = 1 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{১ম বস্তুর শেষবেগ, } v_1 = ?$$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে,

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

$$\text{বা, } v_1 = \frac{m_1u_1 + m_2u_2 - m_2v_2}{m_1}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{(5 \times 10) + (10 \times -4) - 10 \times 1}{5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{50 - 40 - 10}{5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{50 - 50}{5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v_1 = 0 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

সুতরাং সংঘর্ষের পরে 5 kg ভরের বস্তুর বেগ হবে 0 ms⁻¹ অর্থাৎ বস্তুটি থেমে যাবে।

ঘ এখানে,

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 5 \text{ kg}$

১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 10 \text{ ms}^{-1}$ [ধরি, u_1 -এর দিক ধনাত্মক]

'গ' অংশ হতে ১ম বস্তুর শেষবেগ, $v_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 10 \text{ kg}$

২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -4 \text{ ms}^{-1}$

২য় বস্তুর শেষবেগ, $v_2 = 1 \text{ ms}^{-1}$

সংঘর্ষের সময়কাল, $t = 0.1 \text{ s}$

উদ্দীপক অনুসারে,

m_1 ভরের বস্তু কর্তৃক m_2 ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল = F_{small} এবং m_2

ভরের বস্তু কর্তৃক m_1 ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল = F_{big}

উদ্দীপকের ঘটনাটি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র সমর্থন করবে যদি, $F_{\text{big}} = -F_{\text{small}}$ হয়।

$$\text{এখন, } F_{\text{big}} = m_2 \frac{v_2 - u_2}{t}$$

$$= 10 \times \frac{1 - (-4)}{0.1} \text{ N}$$

$$= 10 \times \frac{5}{0.1} \text{ N}$$

$$\therefore F_{\text{big}} = 500 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F_{\text{small}} = m_1 \frac{u_1 - v_1}{t}$$

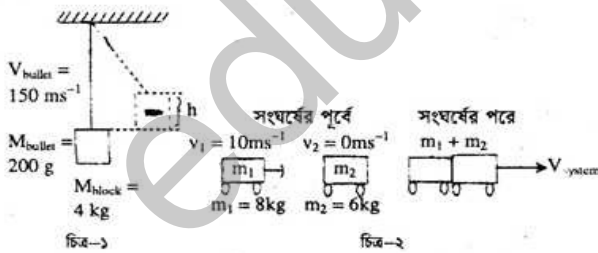
$$= 5 \times \frac{10 - 0}{0.1}$$

$$\therefore F_{\text{small}} = -500 \text{ N}$$

সেহেতু, $F_{\text{big}} = -F_{\text{small}}$

সুতরাং, উদ্দীপকের ঘটনাটি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র সমর্থন করে।

প্রশ্ন ১২ একটি বুলেট যার বেগ 150ms⁻¹ এবং 4kg ভরের স্থির ব্লককে বিদ্ধ করে। চিত্র-১ এ সংঘর্ষের পরে তারা একসাথে গতিশীল হয়।



ক. সাম্য বলের সংজ্ঞা দাও।

খ. আমাদের মাটির উপর হাঁটা ব্যাখ্যা করো।

গ. সংঘর্ষের পরে তাদের উচ্চতা বের করো।

ঘ. চিত্র-২ এ বস্তুর শক্তির অপচয় ঘটে। গাণিতিক হিসাবের মাধ্যমে তোমার যুক্তি দাও।

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যে বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ দৈনন্দিন জীবনে আমরা মাটির উপর দিয়ে হাঁটি। আমরা যখন মাটির উপর দিয়ে হাঁটি তখন পেছনের পা দ্বারা মাটির উপর পেছনের দিকে তির্যকভাবে একটি বল প্রয়োগ করি। এ বল হলো ক্রিয়া বল। নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী এই বলের বিপরীতে একটি প্রতিক্রিয়া বল সৃষ্টি হয়। এই প্রতিক্রিয়া বলের প্রভাবে আমরা রাস্তার উপর দিয়ে হাঁটতে সক্ষম হই।

গ চিত্র-১ হতে

$$\text{বুলেটের ভর, } m_1 = 200 \text{ g}$$

$$= 0.2 \text{ kg}$$

$$\text{বুলেটের আদি বেগ, } u_1 = 150 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ব্লকের ভর, } m_2 = 4 \text{ kg}$$

$$\text{ব্লকের আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

ধরি, ব্লক ও বুলেটের মিলিত অবস্থার বেগ $v \text{ ms}^{-1}$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী—

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

$$\text{বা, } 0.2 \times 150 + 4 \times 0 = (0.2 + 4) \times v$$

$$\text{বা, } 30 + 0 = 4.2 v$$

$$\text{বা, } v = \frac{30}{4.2}$$

$$\therefore v = 7.143 \text{ ms}^{-1}$$

চিত্র-১ অনুযায়ী বুলেটটি h উচ্চতায় উঠলে—

h উচ্চতায় বিভব শক্তি, $E_p = (m_1 + m_2)gh$

বস্তুদ্বয়ের মিলিত অবস্থার গতিশক্তিই এই বিভব শক্তিতে পরিণত হয়।

$$\therefore \text{গতি শক্তি, } E_k = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)v^2$$

$$\therefore E_p = E_k$$

$$\text{বা, } (m_1 + m_2)gh = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)v^2$$

$$\text{বা, } gh = \frac{1}{2} v^2$$

$$\text{বা, } h = \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h = \frac{(7.143)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore h = 2.6 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ চিত্র-২ হতে,

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 8 \text{ kg}$ ও ২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 6 \text{ kg}$

১ম বস্তুর বেগ, $v_1 = 10 \text{ ms}^{-1}$ ও ২য় বস্তুর বেগ, $v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

ধরি, মিলিত অবস্থায় বস্তু দুটির বেগ $v \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি,

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{8 \times 10 + 6 \times 0}{8 + 6}$$

$$= 5.71 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, সংঘর্ষের পূর্বে—

$$1\text{ম বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 8 \times (10)^2 = 400 \text{ J}$$

$$2\text{য় বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times (0)^2 = 0 \text{ J}$$

∴ বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি

$$E_k = 400 \text{ J} + 0 = 400 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পরে—

$$\text{বস্তুদ্বয়ের মিলিত অবস্থার গতিশক্তি, } E'_k = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$$

$$= \frac{1}{2} (8 + 6) \times (5.71)^2$$

$$= 228.23 \text{ J}$$

এখানে, $E_k > E'_k$

অর্থাৎ সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি বেশি ছিল।

তাই বলা যায় চিত্র-২ অনুযায়ী বস্তুর শক্তির অপচয় ঘটেছে।

প্রশ্ন ১৩ P ও Q দুইটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 20 kg এবং 30 kg। বস্তু দুটি একই সরলরেখা বরাবর একই দিকে চলছে। Q এর অবস্থান P এর সামনে এবং Q বস্তুটি 10ms⁻¹ সমবেগে ও P বস্তুটি স্থির অবস্থান থেকে 3ms⁻² সমত্বরণে চলছে। 10 sec পরে P ও Q বস্তুদ্বয় সংঘর্ষে লিপ্ত হয়ে একটি বস্তুতে পরিণত হয় এবং 18 ms⁻¹ সমবেগে একই দিকে চলতে থাকে।

[ক্রমিয়া ক্যাডেট কলেজ]

ক. বলের ঘাত কি?

১

খ. বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়ার সময় বন্দুকটি পিছনের দিকে সরে আসে কেন? কারণ ব্যাখ্যা করো।

২

গ. বস্তুদ্বয় মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্বে মুহূর্তে P বস্তুর বেগ নির্ণয় করো।

৩

ঘ. উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো।

৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে ঐ বলের ঘাত বলে।

খ গুলি ছোঁড়ার পর বন্দুকের পেছনের দিকে সরে আসতে দেখা যায়। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে এর ব্যাখ্যা পাওয়া যায়। গুলি ছোঁড়ার পূর্বে বন্দুক ও গুলি উভয়ের বেগ শূন্য থাকে কাজেই তখন তাদের ভরবেগের সমষ্টি শূন্য। গুলি ছোঁড়ার পর সামনের দিকে গুলির কিছু ভরবেগ উৎপন্ন হয়। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী গুলি ছোঁড়ার আগের ভরবেগের সমষ্টি পরের ভরবেগের সমষ্টির সমান হতে হবে। সুতরাং গুলি ছোঁড়ার পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান হতে হলে অর্থাৎ, শূন্য হতে হলে বন্দুকেরও গুলির সমান ও বিপরীতমুখী একটা ভরবেগের সৃষ্টি হতে হবে। ফলে বন্দুক পেছনের দিকে সরে আসে।

গ দেওয়া আছে, P বস্তুর আদিবেগ, $u = 0 \text{ms}^{-1}$

$$P \text{ বস্তুর ত্বরণ, } a = 3 \text{ms}^{-2}$$

মিলিত হতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 10 \text{s}$

মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্বে মুহূর্তে P এর বেগ,

$$v = u + at \\ = 0 + 3 \text{ms}^{-2} \times 10 \text{s} \\ = 30 \text{ms}^{-1}$$

অর্থাৎ বস্তুদ্বয় মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্বে মুহূর্তে P এর বেগ = 30ms⁻¹ (Ans.)

ঘ 'গ' হতে, মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্বে মুহূর্তে P এর বেগ, $u_1 = 30 \text{ms}^{-1}$
Q এর বেগ, $u_2 = 10 \text{ms}^{-1}$

বস্তু P এর ভর, $m_1 = 20 \text{kg}$

বস্তু Q এর ভর, $m_2 = 30 \text{kg}$

বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, $v = 18 \text{ms}^{-1}$

এখানে, সংঘর্ষের পূর্বে

$$\text{ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 u_1 + m_2 u_2 \\ = (20 \times 30 + 30 \times 10) \text{kgms}^{-1} \\ = 900 \text{kgms}^{-1}$$

এখন, সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি = $(m_1 + m_2)v = (20 + 30) \times 18 = 900 \text{kgms}^{-1}$

যেহেতু, সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি = সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি

অর্থাৎ উদ্ভীপকের ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ১৪ 2000 kg ভরের একটি ট্রাক 54 kmh⁻¹ বেগে চলতে চলতে বিপরীত দিক থেকে 45 kmh⁻¹ বেগে আসা 800kg ভরের একটি বাসের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হল এবং আটকে গেল। ফলে মিলিত গাড়ি দুটি একত্রে চলতে শুরু করল।

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. বলের সংজ্ঞা দাও।

১

খ. দেখাও যে বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

২

গ. সংঘর্ষের পূর্বে ট্রাকটির গতিশক্তি নির্ণয় করো।

৩

ঘ. সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে কী গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল একটি বাহ্যিক কারণ যা কোনো একটি বস্তুর গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায়।

খ বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

m ভরের কোনো বস্তুর আদিবেগ u । F বল t সময় ধরে এর উপর প্রয়োগ করলে এর বেগ v হয়।

আদি ভরবেগ = mu

শেষ ভরবেগ = mv

ভরবেগের পরিবর্তন = $mv - mu$

আবার, বল ও সময়ের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

∴ বলের ঘাত = $F \times t$

$$= \frac{(mv - mu)}{t} \times t = mv - mu$$

অর্থাৎ, বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

গ দেয়া আছে, সংঘর্ষের পূর্বে ট্রাকের বেগ, $v = 54 \text{kmh}^{-1} = 15 \text{ms}^{-1}$

ট্রাকের ভর, $m = 2000 \text{kg}$

ট্রাকের গতিশক্তি $E_k = ?$

আমরা জানি,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2000 \times (15)^2 \text{J} = 2.25 \times 10^5 \text{J (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

ট্রাকের ভর, $m = 2000 \text{kg}$

ট্রাকের আদিবেগ, $u_1 = 54 \text{kmh}^{-1} = 15 \text{ms}^{-1}$

বাসের ভর, $m_2 = 800 \text{kg}$

বাসের আদি বেগ, $v_2 = -45 \text{kmh}^{-1} = -12.5 \text{ms}^{-1}$

[বিপরীত দিকে গতিশীল বলে ঋণাত্মক]

∴ মিলিত বেগ v হলে,

$$v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ = \frac{2000 \times 15 + 800 \times (-12.5)}{(12 + 800) \text{kg}} \\ = \frac{20000 \text{kgms}^{-1}}{2800 \text{kg}} \\ = 7.142 \text{kg}$$

∴ সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ = $m_1 u_1 + m_2 u_2$
= $2000 \times 15 + 800 \times (-12.5)$
= 20000kgms^{-1}

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ} &= (m_1 + m_2)v \\ &= (2000 + 800) \times 7.142 \\ &= 20000 \text{ kgms}^{-1} \end{aligned}$$

যেহেতু সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ = সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ
অতএব, সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুইটির ভরবেগের সংরক্ষিত থাকবে।

প্রশ্ন ১৫ 1000kg ও 1200kg ভরের A ও B বাস দুটি যথাক্রমে 30ms^{-1} এবং 25ms^{-1} বেগে একই দিকে গতিশীল। কুয়াশার জন্য তাদের সংঘর্ষ ঘটে। সংঘর্ষের পর B বাসের বেগ 5ms^{-1} ।

[বিজ্ঞানী ব্যাডেট কলেজ/]

- ক. ভরবেগ কাকে বলে? ১
খ. ঘর্ষণের সুবিধাগুলো লিখো। ২
গ. সংঘর্ষের পর A বাসের বেগ কত— নির্ণয় করো। ৩
ঘ. সংঘর্ষের সময় যত কম হবে বলের মান ততো বেশি হবে।
উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর ভর এবং বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

খ ঘর্ষণের সুবিধা গুলো নিচে দেওয়া হলো—

- ঘর্ষণ না থাকলে বস্তুর কোনো গতিই শেষ হত না, বিরামহীনভাবে চালতে থাকত।
- ঘর্ষণ আছে বলেই দেয়ালে পেরেক স্থিরভাবে আটকে থাকে।
- ঘর্ষণের কারণেই পাকা দালান ও বাড়িঘর নির্মাণ করা সম্ভব।
- ঘর্ষণের ফলে কাগজে পেন্সিল বা কলম দিয়ে লিখতে পারি।
- ঘর্ষণের জন্যই আমরা হাঁটাচলা করতে পারি।
- ঘর্ষণকে কাজে লাগিয়ে আমরা গাড়ির গতির দিক পরিবর্তন করতে পারি।

গ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{A বাসের ভর, } m_A &= 1000 \text{ kg} \\ \text{B বাসের ভর, } m_B &= 1200 \text{ kg} \\ \text{A বাসের আদি বেগ, } v_A &= 30 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{B বাসের আদিবেগ, } u_B = 25\text{ms}^{-1}$$

∴ দুটি গাড়ি একই দিকে
গতিশীল তাই সকল বেগ
ধনাত্মক ধরে নেয়া হল

$$\text{B বাসের শেষ বেগ, } v_B = 5\text{ms}^{-1}$$

বের করতে হবে, সংঘর্ষের পর A বাসের বেগ, $v_1 = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} m_A u_A + m_B u_B &= m_A v_A + m_B v_B \\ \text{বা, } v_1 &= \frac{1000 \times 30 + 1200 \times 25 - 1200 \times 5}{1000} \end{aligned}$$

$$\therefore v_A = 54 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

$$\begin{aligned} \text{A বাসের ভর, } m_A &= 1000 \text{ kg} \\ \text{B বাসের ভর, } m_B &= 12 \text{ kg} \\ \text{সংঘর্ষের পূর্বে A বাসের বেগ, } u_A &= 30 \text{ ms}^{-1} \\ \text{সংঘর্ষের পূর্বে B বাসের বেগ, } v_B &= 5 \text{ ms}^{-1} \\ \text{'গ' অংশ হতে পাই,} \\ \text{সংঘর্ষের পরে A বাসের বেগ, } v_A &= 54 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

ধরা যাক, A বস্তু B ধাক্কা জনিত বল = F এবং সংঘর্ষের সময়, t
আমরা জানি,

বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন

$$\text{বা, } Ft = m_A v_A - m_A u_A$$

$$\text{বা, } F = \frac{m_A v_A - m_A u_A}{t}$$

$$\text{বা, } F = \frac{1000 \times 54 - 1000 \times 30}{t}$$

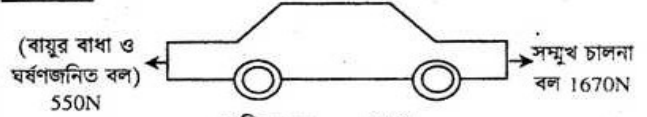
$$\text{বা, } F = \frac{24000}{t}$$

$$\therefore F \propto \frac{1}{t}$$

যেহেতু, ধাক্কা জনিত বল (F), সময়ের ব্যস্তানুপাতিক।

সুতরাং, সংঘর্ষের সময় যত কম হবে ধাক্কা জনিত বল ততো বেশি হবে।

প্রশ্ন ১৬



গাড়ির ভর $m = 800\text{kg}$

[বি.বার্ড স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট/]

- ক. অসমবেগ বলতে কী বোঝ? ১
খ. কম্পনশীল সুরশলাকার গতি স্পন্দন গতি— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. ড্রাইভার চলন্ত গাড়িটির ব্রেক কষলে অনুভূমিক বলের কীরূপ পরিবর্তন হবে— বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান বা দিক অথবা উভয়ই সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় তাহলে সেই বস্তুর বেগকে অসমবেগ বলে।

খ আমরা জানি, পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। কম্পনের সময় সুরশলাকার যেকোনো বাহু কম্পনের পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যদিকে গমন করে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে গমন করে ফলে স্পন্দন গতির সংজ্ঞানুসারে, কম্পনশীল সুর শলাকার গতি স্পন্দন গতি।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{গাড়ির ভর, } m = 800 \text{ kg}$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 1670 \text{ N}$$

$$\text{বায়ুর বাধা ও ঘর্ষণজনিত বল, } F' = 550 \text{ N}$$

$$\text{গাড়ির ত্বরণ, } a = ?$$

আমরা জানি, লক্ষ্য বল, $F_R = ma$

$$\text{বা, } F - F' = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F - F'}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{1670 - 550}{800}$$

$$\therefore a = 1.4 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের চলন্ত গাড়িটি 1.4 ms^{-2} সমত্বরণে গতিশীল ছিল। ড্রাইভার চলন্ত গাড়িটির ব্রেক কষলে গাড়ির চাকার উপর প্রযুক্ত বল শূন্য হবে কিন্তু গতি জড়তার কারণে গাড়িটি অনুভূমিকভাবে সামনের দিকে কিছুক্ষণ গতিশীল থাকবে কেননা গাড়িটির উপর বায়ুর বাধা ও ঘর্ষণজনিত বল ক্রিয়া করে যা গাড়িটির গতির অভিমুখের বিপরীতমুখী। এর ফলে গাড়িটির উপর একটি নির্দিষ্ট মন্দন ক্রিয়াশীল হবে এবং এর অনুভূমিক বল ধীরে ধীরে কমে শূন্য হবে। তখন গাড়িটি থেমে যাবে। অর্থাৎ ড্রাইভার চলন্ত গাড়িটির ব্রেক কষলে কিছু সময় পর অনুভূমিক বল শূন্য হবে।

প্রশ্ন ১৭ ফাবুক 4kg ভরের একটি বাক্স একটি মেঝের উপর দিয়ে সমবলে টেনে নিল। বাক্স ও মেঝের মধ্যকার ঘর্ষণ বলের মান 1.5N। বাক্সটিকে টেনে নেওয়ায় এর ত্বরণ হল 0.8 ms^{-2} । এরপর বাক্সটিকে ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে একই বল প্রয়োগ করে টানা হলো।

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা/]

- ক. সাম্য বল কাকে বলে? ১
খ. ভর হচ্ছে পদার্থের জড়তার পরিমাণ ব্যাখ্যা করো। ২
গ. প্রথম ক্ষেত্রে বাক্সটির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো। ৩
ঘ. ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে ত্বরণের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লক্ষ্য শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ) ভিন্ন ভরের দুটি বস্তু নিয়ে বস্তুদ্বয়কে স্থির অবস্থা থেকে গতিশীল করতে চাইলে ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টার দরকার হবে। একইভাবে বস্তুদ্বয় যদি গতিশীল থাকে তবে তাদেরকে থামানোর ক্ষেত্রে ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টা করতে হবে। এজন্যই বলা হয় ভর হল জড়তার পরিমাপক।

গ) ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ। উত্তর : 4.7 N

ঘ) ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৮ A এবং B বস্তুর ভর 20 kg ও 30 kg B সামনে থেকে 10ms^{-1} সমবেগে গতিশীল। A স্থির অবস্থান থেকে 3ms^{-2} সমত্বরণে গতিশীল। 10s পর সংঘর্ষে লিপ্ত হয়ে এরা মিলিত অবস্থায় চলতে থাকে।

[ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ]

ক. সুষম বেগ কাকে বলে? ১

খ. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণটির যথার্থতা মাত্রা বিশ্লেষণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উপরের বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরের ঘটনাটি কোন সূত্র সমর্থন করে, গাণিতিক যুক্তিসহকারে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষমবেগ বলে।

খ) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণটি বিবেচনা করা যাক। উপরিউক্ত সমীকরণের তিনটি পদ আছে, বামদিকে একটি এবং ডানদিকে দুটি। সমীকরণের s হল সরণ-এর মাত্রা L।

অপরদিকে দিকে, u হলো আদিবেগ, এর মাত্রা $\frac{L}{T} = L T^{-1}$

a হল ত্বরণ, এর মাত্রা $\frac{L}{T^2} = L T^{-2}$

t হল সময়, এর মাত্রা T

∴ ut এর মাত্রা = $L T^{-1} \times T = L$

at^2 এর মাত্রা = $L T^{-2} \times T^2 = L$

উপরিউক্ত সমীকরণের বাম দিকের পদটির মাত্রা L, এবং ডানদিকের পদ দুটির মাত্রাও L। যাতে উপরিউক্ত সমীকরণের সত্যতা যাচাই হলো।

গ) এখানে, বস্তুদ্বয় একই দিকে গতিশীল।

A বস্তুর ভর, $m_A = 20\text{ kg}$

B বস্তুর ভর, $m_B = 30\text{ kg}$

B এর সমবেগ, $v_B = 10\text{ ms}^{-1}$

A বস্তুর আদিবেগ, $u_A = 0\text{ ms}^{-1}$

A বস্তুর সমত্বরণ, $a_A = 3\text{ ms}^{-2}$

সময়, $t = 10\text{ sec}$

t সময় পর A বস্তুর বেগ, $v_A = u_A + a_A t$
 $= (0 + 3 \times 10)\text{ ms}^{-1}$
 $= 30\text{ ms}^{-1}$

মনে করি, বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, v

∴ $m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v$

∴ $v = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B}$

$= \frac{20 \times 30 + 30 \times 10}{20 + 30}\text{ ms}^{-1}$

$= 18\text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

ঘ) উপরের বস্তুদ্বয়ের মধ্যে সংঘর্ষের সময় ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো ধরনের বল কাজ করেনি।

উদ্দীপক অনুযায়ী,

A বস্তুর ভর, $m_A = 20\text{ kg}$

B বস্তুর ভর, $m_B = 30\text{ kg}$

'গ' হতে পাই,

সংঘর্ষের আগে A বস্তুর বেগ, $v_A = 30\text{ ms}^{-1}$

সংঘর্ষের আগে B বস্তুর বেগ, $v_B = 10\text{ ms}^{-1}$

'গ' হতে পাই, সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, $v = 18\text{ ms}^{-1}$

∴ সংঘর্ষের আগে বস্তুদ্বয়ের ভরবেগের সমষ্টি

$$= m_A v_A + m_B v_B$$

$$= (20 \times 30 + 30 \times 10)\text{ kgms}^{-1}$$

$$= 900\text{ kgms}^{-1}$$

এবং সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের ভরবেগের সমষ্টি

$$= (m_A + m_B)v$$

$$= (20 + 30) \times 18\text{ kgms}^{-1}$$

$$= 900\text{ kgms}^{-1}$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, সংঘর্ষের সময় ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ করেনি। আবার বস্তুদ্বয়ের আদি ভরবেগের সমষ্টি এবং শেষ ভরবেগের সমষ্টি সমান।

অতএব, উপরের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ১৯ একজন দক্ষ শিকারী 6kg ভরের বন্দুক হতে 300 ms^{-1} বেগে 10g ভরের একটি গুলি ছুঁড়ল। গুলি ছোঁড়ার সময় বন্দুক একটি প্রতিক্রিয়া বলের সৃষ্টি করল।

[সালেহা ইসহাক সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, সিরাজগঞ্জ]

ক. পিচ কী? ১

খ. স্পর্শ বল কী ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ কত? ৩

ঘ. ঘটনাটি কী ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) স্কুগজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে এবং রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্কুটির পিচ বলে।

খ) যে বল সৃষ্টির জন্য দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন তাকে স্পর্শ বল বলে। যখন আমরা হাত দিয়ে কোনো বস্তুকে ঠেলি বা টানি তখন আমাদের হাত বস্তুর উপর একটি বল প্রয়োগ করে। এই ঠেলা বা টানা বল হচ্ছে স্পর্শ বল। কেননা হাত ও বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের ফলশ্রুতি হচ্ছে এ বল। স্পর্শ বলের উদাহরণ হলো- ঘর্ষণ বল, টান বল এবং সংঘর্ষের সময় সৃষ্ট বল।

গ) ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ। [উত্তর: 0.5 ms^{-1}]

ঘ) উদ্দীপক হতে,

বন্দুকের ভর, $M = 6\text{ kg}$

বন্দুকের আদিবেগ, $U = 0\text{ ms}^{-1}$

'গ' হতে বন্দুকের শেষ বেগ, $V = -0.5\text{ ms}^{-1}$

[গুলির বেগের দিক ধনাত্মক ধরা হয়েছে]

গুলির ভর, $m = 10\text{g} = 0.01\text{ kg}$

গুলির আদিবেগ, $u = 0\text{ ms}^{-1}$

গুলির শেষ বেগ, $v = 300\text{ ms}^{-1}$

বন্দুক ও গুলির মোট আদি ভরবেগ,

$$= MU + mu$$

$$= 6 \times 0 + 0.01 \times 0$$

$$= 0\text{ kg ms}^{-1}$$

বন্দুক ও গুলির মোট শেষ ভরবেগ

$$= MV + mv$$

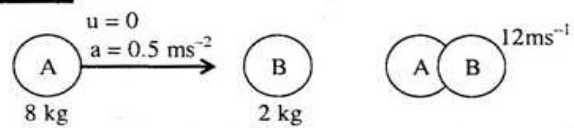
$$= 6 \times (-0.5) + (0.01) \times 300$$

$$= -3 + 3$$

$$= 0$$

অর্থাৎ বন্দুক ও গুলির ক্ষেত্রে তাদের মোট আদি ভরবেগ ও মোট শেষ ভরবেগের মান একই। অর্থাৎ ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ২০



A বস্তু 30 সেকেন্ড চলার পর স্থির বস্তু B কে ধাক্কা দেয় এবং মিলিত অবস্থায় 12ms^{-1} বেগে চলতে থাকে। [মন্দিপুর উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

- ক. নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্রটি বিবৃত করো। ১
 খ. বল একটি লম্ব রাশি কেন? ২
 গ. A বস্তু কত বেগে B বস্তুকে ধাক্কা দিবে নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণসূত্র মেনে চলে কিনা গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।
 খ আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} = \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} = \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2}$$

এখানে, ভর, সরণ এবং সময় হলো মৌলিক রাশি। সুতরাং একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে গঠিত হওয়ায় বল একটি লম্ব রাশি।

গ দেওয়া আছে,

$$A \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u_A = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$A \text{ বস্তুর ত্বরণ, } a_A = 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সময়, } t = 30 \text{ sec}$$

t সময় পরে A বস্তুর বেগ, $v_A = ?$

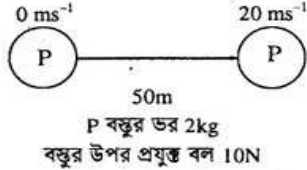
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} v_A &= u_A + a_A t \\ &= (0 + 0.5 \times 30) \text{ ms}^{-1} \\ &= 15 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

∴ A বস্তু, B বস্তুকে 15 ms^{-1} বেগে ধাক্কা দিবে। (Ans.)

ঘ ৬(ঘ) নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ২১



[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]

- ক. সাম্য বল কাকে বলে? ১
 খ. নিউটনের গতির ২য় সূত্র হতে ১ম সূত্র প্রতিপাদন করো। ২
 গ. উদ্দীপকের আলোকে ঘর্ষণ বল নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. 50 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটি প্রথম থেকে সর্বমোট কত সময় পর থেমে যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লম্বি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র হতে আমরা পাই, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

$$\text{অর্থাৎ, } F = ma$$

$$\text{বা, } F = m \frac{v - u}{t}$$

$$\text{বা, } Ft = m(v - u)$$

এখন, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে, $F = 0$

$$\therefore 0 \times t = m(v - u)$$

$$\text{বা, } m(v - u) = 0$$

$$\text{বা, } v - u = 0$$

$$\therefore v = u$$

অর্থাৎ, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল গতিশীল থাকবে। এটিই নিউটনের প্রথম সূত্র।

গ এখানে,

$$\text{বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল, } F = 10 \text{ N}$$

$$\text{বস্তুর উপর কার্যকর বল, } F_c = ma$$

$$\text{দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, } m = 2 \text{ kg}$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 0$$

$$\text{শেষ বেগ, } v = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব } s = 50 \text{ m}$$

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

$$\text{বা, } 2as = 20^2$$

$$a = \frac{20^2}{2 \times 50} = 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{কার্যকর বল, } F_c = 4 \times 2 = 8 \text{ N}$$

$$\therefore \text{ঘর্ষণ বল } F_f = (10 - 8) = 2 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুটির আদিবেগ, } u = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সমত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 = 50 \text{ m}$$

$$\text{সমত্বরণ শেষে বেগ, } v = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সমত্বরণে চলার সময়, } t_1 = ?$$

'গ' অংশ হতে পাই, সমত্বরণ, $a = 4 \text{ ms}^{-2}$

$$\text{আমরা জানি, } s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} a t_1^2$$

$$\text{বা, } 50 = 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times 4 \times t_1^2$$

$$\text{বা, } \frac{50 \times 2}{4} = t_1^2$$

$$\therefore t_1 = \sqrt{\frac{100}{4}} = 5 \text{ sec.}$$

50 m দূরত্ব অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটির উপর শুধু ঘর্ষণ বল কাজ করবে।

'গ' অংশ হতে পাই, ঘর্ষণ বল, $F_f = 2 \text{ N}$

দেওয়া আছে, বস্তুটির ভর, $m = 2 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{এক্ষেত্রে মন্দন, } a_1 &= \frac{F_f}{m} \\ &= \frac{2 \text{ N}}{2 \text{ kg}} \\ &= 1 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

মনে করি, বস্তুটি t_2 সময় পরে থেকে যাবে।

$$\text{এক্ষেত্রে, আদিবেগ, } v = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{এবং শেষবেগ, } v_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v_1 = v - a_1 t_2$$

$$\text{বা, } 0 = 20 - 1 \times t_2$$

$$\text{বা, } t_2 = 20 \text{ sec.}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বস্তুটির থামতে সর্বমোট সময়, } t &= t_1 + t_2 \\ &= (5 + 20) \text{ sec} \\ &= 25 \text{ sec} \end{aligned}$$

অতএব, 50 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটি প্রথম থেকে সর্বমোট 25 sec-এ থেমে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ২২ জামান 50g ভরের একটি পাথরকে 60 ms^{-1} বেগে ভূমির সমান্তরালে নিক্ষেপ করে। *[টাকুরগাঁও সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]*

- ক. বলের মাত্রা লিখ। ১
 খ. 10N বল বলতে কী বোঝায়? ২
 গ. পাথরটি যদি সমবেগে গতিশীল থাকে তবে 4s এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করে, তা নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মতামত দাও। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বলের মাত্রা, $[F] = \text{MLT}^{-2}$

খ ৩(খ) নং স্জনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

গ ৩(গ) নং স্জনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩(ঘ) নং স্জনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ২৩ নাবিল 5 kg ভরের বন্দুক থেকে 10g ভরের একটি গুলি 400 ms^{-1} বেগে ছুড়ল। এ সময় গুলিটি 5cm পুরু একটি তক্তায় 3cm প্রবেশ করার পর এর গতিশক্তি এক-চতুর্থাংশ হয়ে যায়।

[নরসিংদী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, নরসিংদী]

- ক. সুষম মন্দন কী? ১
খ. একটি ফ্যানের সুইচ অফ করার পরও এটি কিছুক্ষণ ঘুরে কেন? ২
গ. বন্দুকের পশ্চাৎ বেগের মান নির্ণয় করো। ৩
ঘ. গুলিটি তক্তাটি ভেদ করে বেরিয়ে যেতে পারবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সব সময় একই হারে কমতে থাকে তাহলে সে মন্দনই হলো সুষম মন্দন।

খ গতি জড়তার কারণে একটি ফ্যানের সুইচ অফ করার পরও এটি কিছুক্ষণ ঘুরে। ফ্যান এর সুইচ অফ করার সাথে সাথে ফ্যান এর মোটরের উপর ক্রিয়াশীল টর্ক থেমে যায় কিন্তু ফ্যানের গতি জড়তার দরুণ সমকৌণিক বেগে ঘুরার চেষ্টা করে। ফ্যানের পাখার সাথে যুক্ত শ্যাফটের এর ঘর্ষণ ও বায়ুর বাধার কারণে ফ্যান ধীরে ধীরে থেমে যায়। এই বাধাদানকারী বলের প্রভাবে ফ্যান কিছু সময় পর থেমে যায়। তাই ফ্যানের সুইচ বন্ধ করার পরও এটি কিছুক্ষণ ঘুরে।

গ আমরা জানি,

$$MV = -mv$$

$$\text{বা, } V = -\frac{mv}{M}$$

$$= -\frac{0.01 \text{ kg} \times 400 \text{ ms}^{-1}}{5 \text{ kg}}$$

$$= -0.8 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

বন্দুকের ভর, $M = 5 \text{ kg}$

গুলির ভর, $m = 10g = 0.01 \text{ kg}$

গুলির বেগ, $v = 400 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, $V = ?$

অর্থাৎ বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ $= 0.8 \text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

ঘ এখানে,

গুলির ভর, $m = 10g = 0.01 \text{ kg}$

গুলির আদিবেগ $v_1 = 400 \text{ ms}^{-1}$

$$\therefore \text{গুলির আদি গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.01 \text{ kg} \times (400 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 800 \text{ J}$$

$$3 \text{ cm ভেদ করার পর গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{4} E_{k_1} = \frac{1}{4} \times 800 \text{ J} = 200 \text{ J}$$

$s = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$ ভেদ করার পর গুলিটির বেগ v_2 হলে,

$$\frac{1}{2} mv_2^2 = E_{k_2}$$

$$\text{বা, } v_2^2 = \frac{2E_{k_2}}{m} = \frac{2 \times 200 \text{ J}}{0.01 \text{ kg}}$$

$$\therefore v_2 = 200 \text{ ms}^{-1}$$

এক্ষেত্রে মন্দন a হলে, আমরা জানি,

$$v_2^2 = v_1^2 - 2as$$

$$\text{বা, } a = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2s}$$

$$= \frac{(400 \text{ ms}^{-1})^2 - (200 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 0.03 \text{ m}}$$

$$\therefore a = 2 \times 10^6 \text{ ms}^{-2}$$

ধরি, গুলিটি তক্তায় আরও x দূরত্ব প্রবেশ করে থেমে যাবে। এক্ষেত্রে শেষবেগ শূন্য।

$$\therefore 0^2 = v_2^2 - 2ax$$

$$\text{বা, } 2ax = v_2^2$$

$$\text{বা, } x = \frac{v_2^2}{2a} = \frac{(200 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 2 \times 10^6 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore x = 0.01 \text{ m} = 1 \text{ cm} < 2 \text{ cm}$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, গুলিটি তক্তা ভেদ করার পূর্বেই থেমে যাবে। সুতরাং, গুলিটি তক্তাটি ভেদ করে বেরিয়ে যেতে পারবে না।

প্রশ্ন ২৪ 50kg ও 60kg ভরের দুইজন ব্যক্তি নদীতে 250kg ভরের একটি স্থির নৌকায় বসেছিল। কোন এক সময় 60kg ভরের ব্যক্তি নৌকা হতে 3 ms^{-1} বেগে নদীতে লাফ দিলেন। এতে নৌকাটি 0.6 ms^{-1} বেগে পেছনের গতিশীল হয়ে 15s এর মধ্যে থেমে গেল।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

ক. জড়তা কাকে বলে? ১

খ. দুটি বিন্দুর মধ্যে সর্বনিম্ন দূরত্বই সরণ— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 60kg ভরের ব্যক্তি লাফ দেওয়ার পরে নৌকাটি কত ত্বরণ লাভ করেছিল? ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যাবলি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কী?— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাই বস্তুর জড়তা।

খ নির্দিষ্ট অবস্থানের পরিবর্তনের হারই সরণ। সরণ হল একটি ভেক্টর রাশি। আদি ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরৈখিক দূরত্ব হল সরণ। দুটি বিন্দুর মধ্যে সরলরৈখিক সর্বনিম্ন দূরত্ব হল বিন্দু দুইটির লম্ব দূরত্ব। সুতরাং দুটি বিন্দুর মধ্যে সর্বনিম্ন দূরত্বই হল সরণ।

গ দেয়া আছে,

নৌকার আদিবেগ, $u = 0.6 \text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ, $a = ?$

সময়, $t = 15 \text{ s}$

আমর জানি,

$$v = u + at$$

$$\Rightarrow a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{0 - 0.6 \text{ ms}^{-1}}{15 \text{ s}}$$

$$= -0.04 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ব্যক্তির লাফ দেওয়ার ফলে নৌকার ত্বরণ নির্ণয় করতে হলে নৌকা ও ব্যক্তির মধ্যবর্তী কার্যকর ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া বল জানা প্রয়োজন। তার জন্য ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া সংঘটনের সময় জানা প্রয়োজন। এই তথ্যগুলো উল্লেখ না করায় এই ত্বরণ নির্ণয় সম্ভব নয়। কিন্তু নৌকা গতিশীল হওয়া ও থেমে যাওয়ার মধ্যবর্তী সময়ে নৌকা ও নদীর পানির মধ্যবর্তী ঘর্ষণ জনিত ত্বরণ নির্ণয় সম্ভব।

ঘ দেওয়া আছে,

১ম ব্যক্তির ভর, $m_1 = 50 \text{ kg}$

২য় ব্যক্তির ভর, $m_2 = 60 \text{ kg}$

নৌকার ভর, $m_3 = 250 \text{ kg}$

১ম ব্যক্তির আদিবেগ, $u_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$

২য় ব্যক্তির আদিবেগ, $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

নৌকার আদিবেগ, $u_3 = 0 \text{ ms}^{-1}$

২য় ব্যক্তির শেষবেগ, $v_2 = 3 \text{ ms}^{-1}$

১ম ব্যক্তির শেষবেগ = নৌকার শেষবেগ = $v = -0.6 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{আদি ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 u_1 + m_2 u_2 + m_3 u_3 = 0 \text{ kg ms}^{-1}$$

$$\text{শেষ ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 v + m_2 v_2 + m_3 v$$

$$= m_2 v_2 + (m_1 + m_3) v$$

$$= 60 \times 3 + (250 + 50) \times (-0.6)$$

$$= (180 - 180) \text{ kgms}^{-1}$$

$$= 0$$

যেহেতু আদি ভরবেগের সমষ্টি = শেষ ভরবেগের সমষ্টি।

অতএব উদ্দীপকের তথ্যাবলি ভরবেগের সংরক্ষণের সূত্র সমর্থন করে।

প্রশ্ন ২৫ 4 kg ভরের একটি বাক্স একটি মেঝের উপর দিয়ে সমবেলে টেনে নেওয়া হলো। বাক্স ও মেঝের মধ্যকার ঘর্ষণ বলের মান হলো 1.5 N। বাক্সটিকে টেনে নেওয়ায় এর ত্বরণ হলো 0.8 ms^{-2} । এরপর বাক্সটিকে ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে একই বল প্রয়োগ করে টানা হলো।

[সরকারি কে.জি. ইউনিয়ন উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. সাম্য বল কাকে বলে? ১
 খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভর নিরপেক্ষ হলেও স্থান নিরপেক্ষ নয়? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ২
 গ. প্রথম ক্ষেত্রে বাক্সটির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে ত্বরণের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব বলের কারণে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয় তাদেরকে সাম্যবল বলে।
 খ. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। একে g দ্বারা প্রকাশ করা হয়। কোন বস্তুর ভর m , পৃথিবীর ভর M , ব্যাসার্ধ R এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক C হলে বস্তুর ওজন = অভিকর্ষ বল

$$\text{বা, } mg = G \frac{Mm}{R^2}$$

$$\text{বা, } g = \frac{GM}{R^2} \dots\dots\dots(i)$$

কিন্তু পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে R এর মান ভিন্ন। R এর মানের ভিন্নতার জন্য g এর মান পরিবর্তিত হয়। (i)নং সমীকরণ থেকে বলা যায় যে g এর মানের ক্ষেত্রে বস্তুর ভর m এর মানের কোন প্রভাব নেই। সুতরাং অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভর নিরপেক্ষ হলেও স্থান নিরপেক্ষ নয়।

গ. ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ। উত্তর : 4.7 N

ঘ. ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ।

প্রশ্ন ২৬ P ও Q বস্তুদ্বয়ের ভর যথাক্রমে 10kg ও 20kg। Q বস্তুটি 10ms^{-1} বেগে চলমান। Q বস্তুটির সামনে থেকে P বস্তুটি স্থিরাবস্থানে হতে 3ms^{-2} ত্বরণে একই দিকে চলতে শুরু করে। 10sec পর এদের মধ্যে সংঘর্ষ হয় এবং সংঘর্ষের পর এরা যুক্ত হয়ে 16.666ms^{-1} বেগে একই দিকে গতিশীল হয়।

(কাদিরাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, নাটোর)

- ক. নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত করো। ১
 খ. একটি বন্দুক হতে উর্ধ্বমুখী বুলেট ছোড়া হলে বন্দুকটি নিচের দিকে সরে আসে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. Q এর সাথে মিলিত হবার পূর্বে P এর ভরবেগ কত ছিল নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. উপরোক্ত ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কী? গাণিতিক যুক্তিসহ বর্ণনা করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. "কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

খ. দুটি বস্তুর সংঘর্ষে বস্তুদ্বয়ের মোট আদি ভরবেগের সমষ্টি এবং সংঘর্ষের পর মোট শেষ ভরবেগের সমষ্টি সমান থাকে। এটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র।

এখন, একটি বন্দুক হতে বুলেট ছোড়ার ক্ষেত্রে বুলেট ছোড়ার পূর্বে বন্দুক ও বুলেট উভয়ই স্থির থাকে বলে এদের মোট আদি ভরবেগের সমষ্টি শূন্য থাকে। বন্দুক থেকে উর্ধ্বমুখী বুলেট ছোড়া হলে বুলেটের শেষ ভরবেগ নিম্নমুখী হয়। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী বন্দুকেরও একটি নিম্নমুখী এবং বুলেটের সমান ভরবেগ উৎপন্ন হয় যাতে মোট শেষ ভরবেগ শূন্য হয়।

অতএব, বন্দুক হতে উর্ধ্বমুখী বুলেট ছোড়া হলে বন্দুকটি নিচের দিকে সরে আসে।

গ. উদ্দীপক অনুযায়ী Q বস্তুর সাথে মিলিত হবার পূর্বে,

$$P \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 3\text{ms}^{-2}$$

সংঘর্ষের পূর্বে চলমান সময়, $t = 10\text{s}$

P বস্তুর ভর, $m = 10 \text{ kg}$

ধরা যাক, Q এর সাথে মিলিত হবার পূর্বে 10s চলার পর P বস্তুর বেগ, V

তাহলে বের করতে হবে, বস্তুর ভরবেগ, $M = ?$

আমরা জানি,

$$v = u + at = 0 + 3 \times 10 = 30\text{ms}^{-1}$$

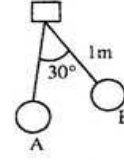
$$\therefore 10\text{s পর ভরবেগ, } M = mv$$

$$= 10 \times 30$$

$$= 300 \text{ kgms}^{-1}$$

ঘ. ১৩(ঘ) নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ২৭



দোলকটির গোলক আকৃতির ববের আয়তন $\frac{1}{6} \pi$ ঘনমিটার। সুতার দৈর্ঘ্য 1m। এটি B বিন্দুতে গিয়ে আবার ফিরে আসে।

(বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা)

- ক. ভানিয়ার ধ্রুবক কি? ১
 খ. মহাবিশ্বে পরম গতিশীল বস্তু পাওয়া সম্ভব নয় কেন? ২
 গ. B থেকে A তে আসতে যদি 0.5 second সময় লাগে তবে দোলকটির কম্পাঙ্ক কত? ৩
 ঘ. দোলকটি B বিন্দুতে থেমে আবার যখন A বিন্দুতে আসে তখন এর বেগ কত হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভানিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভানিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ. স্থিতি বা গতি নির্ধারিত হয় প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে। পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে। কিন্তু এ মহাবিশ্বে এমন কোনো প্রসঙ্গ বস্তু পাওয়া সম্ভব নয় যা প্রকৃতপক্ষে স্থির রয়েছে। কারণ পৃথিবী প্রতিনিয়ত সূর্যের চারদিকে ঘুরছে। সুতরাং মহাবিশ্বে পরম গতিশীল বস্তু পাওয়া সম্ভব নয়।

গ. দেওয়া আছে, B থেকে A আসতে, $t = 0.5\text{s}$ সময় লাগে যা পর্যায়কালের এক চতুর্থাংশ।

$$\therefore t = \frac{T}{4}$$

$$\Rightarrow T = 4t$$

$$= 4 \times 0.5\text{s}$$

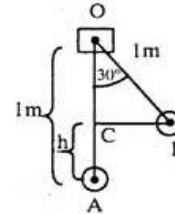
$$= 2\text{s}$$

কম্পাঙ্ক f হলে,

$$f = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1}{2\text{s}} = 0.5\text{s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. এখানে,



$$\frac{OC}{OB} = \cos\theta$$

$$\Rightarrow OC = OB \cos\theta = 1 \cos 30^\circ$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}$$

$$\therefore CA = OA - OC$$

$$\therefore h = (1 - 0.5)\text{m}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}$$

B বিন্দুতে বিভব শক্তি = A বিন্দুতে গতিশক্তি

$$\text{বা, } mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{বা, } v^2 = 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\therefore v = \sqrt{9.8 \text{ m}^2\text{s}^{-2}}$$

$$v = 2.63 \text{ ms}^{-1}$$

\(\therefore\) A বিন্দুতে বেগ = 2.63 ms⁻¹

প্রশ্ন 28 একটি বন্দুক হতে 1kms⁻¹ বেগে 10 g ভরের একটি গুলি এক টুকরা কাঠের মধ্যে 3 × 10² মি. মি. প্রবেশ করে থেমে গেল।

[চইচাম সিটি কর্পোরেশন আন্তঃ বিদ্যালয়]

- ক. তড়িৎ চৌম্বক বল কাকে বলে? ১
খ. তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ 33.4 × 10⁻⁶ K⁻¹ বলতে কী বোঝ? ২
গ. বন্দুকের ভর 40 kg হলে বন্দুক কত বেগে শিকারীকে পিছনে ধাক্কা দিবে? নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্ভীপকের তথ্যটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

28 নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি আহিত কণা বা দুটি চৌম্বক মেবু একে অপরের ওপর যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল প্রয়োগ করে তাকে তড়িত চৌম্বক বল বলে।

খ তামার ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ 33.4 × 10⁻⁶ K⁻¹ বলতে বুঝায় 1m² ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো ইস্পাতের পাতের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ পাতের ক্ষেত্রফল 22 × 10⁻⁶ m² বৃদ্ধি পায়।

গ ৯(গ) নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 0.25 ms⁻¹

ঘ ১৯(ঘ) নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন 29 2 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 20 g ভরের একটি গুলি 200 ms⁻¹ বেগে বের হয়ে কোনো কাঠের মধ্যে 3 mm টুকে বেগ অর্ধেক হয়ে গেল।

[লায়ল স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

- ক. জড়তা কাকে বলে? ১
খ. বায়ু ভর্তি বেলুন ফুটো করে ছেড়ে দিলে সামনের দিকে উড়ে যায় কেন? ২
গ. উদ্ভীপকের বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. গুলি কাঠের মধ্যে আর কত দূরে গিয়ে থেমে যাবে গাণিতিকভাবে নির্ণয় করো। ৪

29 নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাই বস্তুর জড়তা।

খ বায়ু ভর্তি একটি বেলুন ফুটা করে ছেড়ে দিলে তা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে সামনের দিকে এগিয়ে চলে। যখন বেলুন ফুটা করে দেয়া হয় তা থেকে যে বায়ু নির্গত হয় তার একটি ভরবেগ থাকে। তখন ভরবেগ সংরক্ষিত থাকার জন্য বেলুন বিপরীত দিকে গতিপ্রাপ্ত হয়। এ কারণে বেলুন ফুটা করে দিলে তা সামনের দিকে উড়ে চলে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বন্দুকের ভর, } M = 2 \text{ kg}$$

$$\text{গুলির ভর, } m = 20 \text{ g}$$

$$= 20 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{বন্দুকের আদিবেগ, } u_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{গুলির আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{গুলির শেষবেগ, } v_2 = 200 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, } v_1 = ?$$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে আমরা পাই,

$$Mu_1 + mu_2 = Mv_1 + mv_2$$

$$\text{বা, } 2 \times 0 + 20 \times 10^{-3} \times 0 = 2 \times v_1 + 20 \times 10^{-3} \times 200$$

$$\text{বা, } 0 + 0 = 2v_1 + 4$$

$$\text{বা, } 2v_1 = -4$$

$$\therefore v_1 = -2 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ 2ms⁻¹। (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{কাঠের মধ্যে প্রবেশের পূর্বে গুলির বেগ, } u_1 = 200 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{কাঠের মধ্যে গুলির অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 = 3 \text{ mm}$$

$$= 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

শর্তমতে, s₁ দূরত্ব অতিক্রম করার পর বেগ, v₁ = $\frac{u_1}{2}$

$$= \frac{200 \text{ ms}^{-1}}{2}$$

$$= 100 \text{ ms}^{-1}$$

কাঠের মধ্যে আরও অতিক্রান্ত দূরত্ব, s₂ = ?

মনে করি, কাঠের মধ্যে গুলিটি সমমন্দনে চলে এবং সমমন্দন হলো a

$$\therefore v_1^2 = u_1^2 - 2as_1$$

$$\text{বা, } \left(\frac{u_1}{2}\right)^2 = u_1^2 - 2 \times a \times 3 \times 10^{-3}$$

$$\text{বা, } \frac{u_1^2}{4} - u_1^2 = -2 \times a \times 3 \times 10^{-3}$$

$$\text{বা, } a = \frac{3u_1^2}{4 \times 2 \times 3 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore a = \frac{3 \times (200)^2}{4 \times 2 \times 3 \times 10^{-3}} \text{ ms}^{-2}$$

$$= 5 \times 10^6 \text{ ms}^{-2}$$

শর্তমতে, s₂ দূরত্ব অতিক্রম করার পর বেগ, v₂ = 0ms⁻¹ হবে।

$$\therefore v_2^2 = v_1^2 - 2as_2$$

$$\text{বা, } (0)^2 = (100)^2 - 2 \times 5 \times 10^6 \times s_2$$

$$\text{বা, } s_2 = \frac{(100)^2}{2 \times 5 \times 10^6}$$

$$\therefore s_2 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 1 \text{ mm}$$

অতএব, গুলিটি কাঠের মধ্যে 1mm গিয়ে থেমে যাবে।

প্রশ্ন 30 15g ভরের একটি গুলি 1080 kmh⁻¹ বেগে 2cm পুরু ৭টি তক্তার বাঁধিলে আঘাত করে ২টি তক্তা ভেদ করে এর বেগ 25% হারায়।

[বগুড়া সরকারি বালিকা বিদ্যালয়]

- ক. কুলম্বের সূত্রটি লেখ। ১
খ. ECG এর ব্যবহার লেখো। ২
গ. 2 টি তক্তা ভেদ করতে কি পরিমাণ ত্বরণ ক্রিয়া করে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. 2 টি তক্তা ভেদ করতে কি পরিমাণ বাধাদানকারী বল কাজ করে এবং দেখাও যে গুলিটি অবশিষ্ট বেগে সবগুলো তক্তা ভেদ করতে পারে না। ৪

30 নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুইটি বিন্দু আধানের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক, মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এই বল এদের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

খ সাধারণত কোনো রোগের বাহ্যিক লক্ষণ যেমন- বৃকের ধরফড়ানি, অনিয়মিত ও দ্রুত হৃৎস্পন্দন, বৃকে ব্যাথা ইত্যাদির কারণ নির্ণয় করার জন্য ইসিজি ব্যবহার করা হয়। এছাড়াও নিয়মিত পরীক্ষার অংশ হিসেবে যেমন- অপারেশনের পূর্বে ইসিজির সাহায্যে নেয়া হয়। এছাড়াও হৃৎপিণ্ডের অস্বাভাবিক কম্পন নির্ণয়ের জন্য, সম্প্রসারিত হৃৎপিণ্ড নির্ণয়ের জন্য ইসিজি ব্যবহার করা হয়।

গ দেয়া আছে,

$$\text{গুলির আদিবেগ, } u = 1080 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= \frac{1080 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 300 \text{ ms}^{-1}$$

২টি তক্তা ভেদ করতে সরণ, s = 2 × 20 m = 4cm

$$= 0.04 \text{ m}$$

শেষবেগ, v = u - u × 25%

$$= 300 - 75$$

$$= 225 \text{ ms}^{-1}$$

ত্বরণ, a = ?

মন্দনের জন্য, জানা আছে,

$$v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } u^2 - v^2 = 2as$$

$$\text{বা, } a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$$

$$\text{বা, } a = \frac{(300)^2 - (225)^2}{2 \times 0.04}$$

$$\therefore a = 492187.5 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘা দেওয়া আছে,

$$\text{গুলির ভর, } m = 15 \text{ gm} = 0.015 \text{ kg}$$

$$\text{গুলির আদিবেগ, } u = 1080 \text{ kmh}^{-1} \\ = 300 \text{ ms}^{-1}$$

$$2\text{টি তস্তা ভেদ করার পর বেগ, } v = 225 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 492187.5 \text{ ms}^{-2} \text{ [(গ) অংশ হতে]}$$

$$2\text{টি তস্তা ভেদ করতে বাধাদানকারী বল, } F = ?$$

জানা আছে,

$$F = ma$$

$$= 0.015 \times 492187.5$$

$$= 7382.8 \text{ N}$$

গুলির বেগ শূন্য না হওয়া পর্যন্ত সেটি ভেদ করতে পারে। দুটি তস্তা

ভেদ করার পর আদিবেগ, $u = 225 \text{ ms}^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, S' হলে

$$v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0 = (225)^2 - 2 \times (492187.5) s'$$

$$\text{বা, } s' = \frac{(225)^2}{2 \times 492187.5} = 0.514 \text{ m} = 5.14 \text{ cm}$$

সবগুলো তস্তা ভেদ করতে হলে গুলিকে অবশিষ্ট আরো ৫টি তস্তা ভেদ করতে হবে অর্থাৎ $(5 \times 2) = 10 \text{ cm}$ পথ অতিক্রম করতে হবে। কিন্তু গুলিটি মাত্র 5.14 cm পথ অতিক্রম করতে পারে। তাই দুটি তস্তা ভেদ করার পর গুলিটি অবশিষ্ট বেগে সবগুলো তস্তা ভেদ করতে পারবে না।

প্রশ্ন ৩১ 100 g ভরের একটি গুলি 100 ms^{-1} বেগে 15 cm পুরু একটি দেয়ালে 10 cm ভেদ করার পর উহার বেগ অর্ধেক হয়।

[লায়লা স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. SI একক কাকে বলে? ১

খ. বলের মাত্রা বিশ্লেষণ দেখাও। ২

গ. গুলিটির উপর দেয়ালের বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. গুলিটি সম্পূর্ণ দেয়াল ভেদ করতে পারবে কী? গাণিতিক ৪

ব্যাখ্যাসহ মতামত দাও।

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1960 সাল থেকে পৃথিবীজুড়ে বিভিন্ন রাশির যে একই রকম আন্তর্জাতিক একক চালু হয় তাই SI একক।

খ আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ}$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2}$$

যেহেতু ভরের মাত্রা M, সরণের মাত্রা L এবং সময়ের মাত্রা T

$$\text{সুতরাং, বলের মাত্রা} = M \times \frac{L}{T^2} \\ = MLT^{-2}$$

গ দেওয়া আছে,

$$\text{গুলির ভর, } m = 100 \text{ g} \\ = 0.1 \text{ kg}$$

$$\text{গুলির আদিবেগ, } u = 100 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সরণ, } s = 10 \text{ cm} \\ = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{গুলির শেষবেগ, } v = \frac{u}{2} \\ = 50 \text{ ms}^{-1}$$

বাধাদানকারী বল, $F = ?$

আমরা জানি,

মন্দন a হলে,

$$v^2 = u^2 - 2as$$

$$\Rightarrow a = \frac{u^2 - v^2}{2s}$$

$$= \frac{(100)^2 - (50)^2}{2 \times 0.1}$$

$$= 37500 \text{ ms}^{-2}$$

আবার, $F = ma$

$$= 0.1 \text{ kg} \times (37500) \text{ ms}^{-2}$$

$$= 3750 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ 'গ' হতে গুলিটির মন্দন,

$$a = 37500 \text{ ms}^{-2}$$

$$2\text{য় ক্ষেত্রে, আদিবেগ, } u = 50 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শেষ বেগ, } v = 0 \text{ ms}^{-1}$$

সরণ s হলে জানি,

$$v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0^2 = (50)^2 - 2 \times 37500 \times s$$

$$\text{বা, } 75000s = 2500$$

$$\text{বা, } s = \frac{2500}{75000}$$

$$\text{বা, } s = \frac{1}{30} \text{ m}$$

$$\therefore s = 3.33 \text{ cm}$$

$$\text{গুলির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, } = (10 + 3.33) \text{ cm} \\ = 13.33 \text{ cm}$$

যা দেয়ালের পুরুত্ব 15 cm এর কম

অতএব, গুলিটি সম্পূর্ণ দেয়াল ভেদ করতে পারবে না।

প্রশ্ন ৩২ 4 kg ভরের A বস্তুটি 25 ms^{-1} বেগে এবং 4 kg ভরের B বস্তুটি 20 ms^{-1} বেগে একই দিকে চলছে। কোনো এক সময় A বস্তুটি B বস্তুকে ধাক্কা দিলে A বস্তুটি 20 ms^{-1} ও B বস্তুটি পরিবর্তিত বেগে একই দিকে চলতে থাকলো।

[পাবনা সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, পাবনা]

ক. বলের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. দেখাও যে, বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান। ২

গ. B বস্তুর ক্ষেত্রে বলের ঘাত নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে কিনা গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল একটি বাহ্যিক কারণ যা কোন একটি বস্তুর গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায়।

খ বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

m ভরের কোনো বস্তুর আদিবেগ u। F বল t সময় ধরে এর উপর প্রয়োগ করলে এর বেগ v হয়।

$$\text{আদি ভরবেগ} = mu$$

$$\text{শেষ ভরবেগ} = mv$$

$$\text{ভরবেগের পরিবর্তন} = mv - mu$$

আবার, বল ও সময়ের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

$$\therefore \text{বলের ঘাত} = F \times t$$

$$= \frac{(mv - mu)}{t} \times t = mv - mu$$

অর্থাৎ, বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

গ এখানে,

$$A \text{ বস্তুর ভর, } m_1 = 4 \text{ kg}$$

$$A \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u_1 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পরে A বস্তুর বেগ, } v_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$B \text{ বস্তুর ভর, } m_2 = 4 \text{ kg}$$

$$B \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u_2 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পরে B বস্তুর বেগ, } v_2 = ?$$

$$B \text{ বস্তুর বলের ঘাত, } J = ?$$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{m_1u_1 + m_2u_2 - m_1v_1}{m_2}$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{4 \times 25 + 4 \times 20 - 4 \times 20}{4}$$

$$\therefore v_2 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, B বস্তুর বলের ঘাত,

$$J = \text{ভরবেগের পরিবর্তন}$$

$$= m_2v_2 - m_2u_2$$

$$= m_2(v_2 - u_2)$$

$$= 4 \times (25 - 20) \text{ kgms}^{-1}$$

$$= 4 \times 5 \text{ Ns}$$

$$\therefore J = 20 \text{ Ns (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক থেকে, A বস্তুর ভর, $m_1 = 4 \text{ kg}$

$$A \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u_1 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পরে A বস্তুর বেগ, } v_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$B \text{ বস্তুর ভর, } m_2 = 4 \text{ kg}$$

$$B \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u_2 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

'গ' অংশ হতে,

$$\text{সংঘর্ষের পরে B বস্তুর বেগ, } v_2 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1u_1 + m_2u_2$$

$$= (4 \times 25) + (4 \times 20) \text{ kgms}^{-1}$$

$$= (100 + 80) \text{ kgms}^{-1}$$

$$= 180 \text{ kgms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পরে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$= (4 \times 20) + (4 \times 25) \text{ kgms}^{-1}$$

$$= (80 + 100) \text{ kgms}^{-1}$$

$$= 180 \text{ kgms}^{-1}$$

যেহেতু, সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে A ও B বস্তুর ভরবেগের সমষ্টি সমান তাই এক্ষেত্রে উদ্দীপকের ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ৩৩ 2000kg ভরের একটি ট্রাক 54 kmh^{-1} বেগে চলতে চলতে বিপরীত দিক থেকে 45 kmh^{-1} বেগে আসা 800kg ভরের একটি বাসের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হলো এবং মিলিত বেগে একটি নির্দিষ্ট দিকে চলতে থাকলো।

[বর্ডার গার্ড পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, পিনেটা]

ক. নিউটনের ২য় সূত্রটি লিখ।

খ. সাম্যবল ও অসাম্য বলের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

গ. মিলিত গাড়ি দুটির বেগ কত?

ঘ. সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সে দিকে হবে।

খ সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে পার্থক্য:

| সাম্য বল | অসাম্য বল |
|--|--|
| ১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবস্থার সৃষ্টি করে তাকে সাম্য বল বলে। | ১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবস্থার সৃষ্টি করে না তাকে অসাম্য বল বলে। |
| ২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য। | ২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য হয় না। |

গ ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: মিলিত গাড়ি দুয়ের বেগ 25.714 km/h এবং এর দিক হবে ট্রাকের বেগের দিকে।

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৩৪ 0.4 kg ভরের একটি খেলনা গাড়ির উপর বল প্রয়োগ করায় এটি ঘর্ষণ যুক্ত মেঝেতে 0.5 ms^{-2} ত্বরণে চলতে শুরু করে। ঘর্ষণ বল 0.5 N ।

[সরকারি পি.এন. বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, রাজশাহী]

ক. দুর্বল নিউক্লীয় বল কাকে বলে?

১

খ. ব্রেক কী? গাড়ির গতি নিয়ন্ত্রণে এর ভূমিকা আলোচনা করো।

২

গ. গাড়ির উপর প্রযুক্ত বলের মান কত?

৩

ঘ. ঘর্ষণযুক্ত এবং ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন করো।

৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে স্বল্প পাল্লার এবং স্বল্প মানের বল নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরস্থ মৌলিক কণাগুলোর মধ্যে ক্রিয়া করে তাকে দুর্বল নিউক্লীয় বল বলে।

খ ব্রেক হচ্ছে এমন এক ব্যবস্থা যা ঘর্ষণের পরিমাণ বৃদ্ধি করে গাড়ির গতি তথা চাকার ঘূর্ণনকে প্রয়োজন অনুযায়ী নিয়ন্ত্রণ করে। এর মাধ্যমে যানবাহনকে নির্দিষ্ট স্থানে থামানো সম্ভব হয়। যখন গাড়ির চালক ব্রেক প্রয়োগ করেন, তখন এসবেস্টেসের তৈরি সু বা প্যাড চাকায় অবস্থিত ধাতব চাকতিকে ধাক্কা দেয়। প্যাড ও চাকতির মধ্যবর্তী ঘর্ষণ চাকার গতিকে কমিয়ে দেয়। ফলে গাড়ির বেগ হ্রাস পায়। এভাবে গাড়ির বেগ হ্রাস করে তথা মন্দন সৃষ্টি করে গাড়িকে নির্দিষ্ট স্থানে থামাতে ব্রেক বড় ভূমিকা পালন করে।

গ ১নং প্রশ্নের (গ) নং এর অনুরূপ।

উত্তর : 0.7N

ঘ ১নং প্রশ্নের (ঘ) নং এর অনুরূপ।

প্রশ্ন ৩৫ 3.92N ওজনের একটি খেলনা গাড়ির উপর বল প্রয়োগ করায় এটি ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে 0.5 ms^{-2} ত্বরণে চলতে শুরু করে। যেখানে ঘর্ষণ বল 0.4 N ।

[মাতৃপীঠ সরকারী বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চাঁদপুর]

ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কী?

১

খ. 12N বল ব্যাখ্যা করো।

২

গ. গাড়ির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো।

৩

ঘ. ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে, যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাই প্রবাহী ঘর্ষণ।

খ 12 N বলতে বোঝায়—

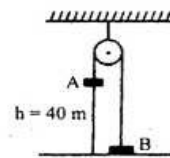
i. যে পরিমাণ বল 1 kg ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 12 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

ii. যে পরিমাণ বল 12 kg ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 1 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

গ ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৬



চিত্রটি একটি ঘর্ষণমুক্ত পুল বিবেচনা করো। A বিন্দুতে বস্তুটির ভর 15 kg। B বিন্দুতে 2.5 kg ভরের একটি বস্তুকে আটকে রাখা হলো।

[রাজশাহী কলেজিয়েট স্কুল]

- ক. আর্কিমিডিসের নীতিটি লিখ। ১
 খ. ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব— ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. B বস্তুর বাঁধন ছেড়ে দিলে A বস্তুটি কত ত্বরণে নিচে নামবে? ৩
 ঘ. B বস্তুর বাঁধন ছেড়ে দিলে A বস্তুটি কত বেগে ভূমিতে আঘাত করবে এবং বস্তুর পতনকাল কত হবে? ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। এই হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

খ দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণকে কাজে লাগিয়ে আমরা হাঁটাচলা করি, বাড়ির নির্মাণ করি, প্রয়োজন অনুযায়ী গাড়ির দিক পরিবর্তন করি। কিন্তু ঘর্ষণের কারণে আবার শক্তির অপচয় হয়, যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশ উত্তপ্ত হয়ে উঠে; যন্ত্রপাতির দক্ষতা নষ্ট হয়। দৈনন্দিন কাজে ঘর্ষণকে যেমন পুরোপুরি বাদ দেয়া যায় না তেমনি অনেক ক্ষেত্রে ঘর্ষণ আমাদের উপকারে আসে। এজন্যই ঘর্ষণকে একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব বলা হয়।

গ সুতার সর্বত্র টান সমান বিবেচনা করলে A বস্তুটি যে ত্বরণে নামবে, B বস্তুটি সেই ত্বরণেই উপরে উঠবে।

মনে করি, ত্বরণের মান = a

অতএব, A বস্তুর উপর প্রযুক্ত লম্বি নিম্নমুখী বল, $F_1 = m_1(g - a)$

B বস্তুর উপর প্রযুক্ত লম্বি উর্ধ্বমুখী বল, $F_2 = -m_2(g + a)$

[নিচের দিক ধনাত্মক এবং উপরের দিক ঋণাত্মক ধরে]

$$F_1 + F_2 = 0$$

$$\text{বা, } m_1(g - a) - m_2(g + a) = 0$$

$$\text{বা, } m_1(g - a) = m_2(g + a)$$

$$\text{বা, } 15(g - a) = 2.5(g + a)$$

$$\text{বা, } 3g - 3a = 0.5g + 0.5a$$

$$\text{বা, } 3.5a = 2.5g$$

$$\text{বা, } a = \frac{2.5}{3.5} \times 9.8$$

$$\therefore a = 7 \text{ms}^{-2}$$

অতএব, A বস্তুটি 7ms^{-2} ত্বরণে নিচে নামবে। (Ans.)

ঘ 'গ' হতে ক্রিয়াশীল ত্বরণ, $a = 7 \text{ms}^{-2}$

A এর উচ্চতা, $h = 40 \text{m}$

আদি বেগ, $u = 0 \text{ms}^{-1}$

\therefore ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে বেগ v হলে

$$v^2 = u^2 + 2ah$$

$$\text{বা, } v^2 = 2 \times 7 \times 40$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2 \times 7 \times 40}$$

$$\therefore v = 23.66 \text{ms}^{-1}$$

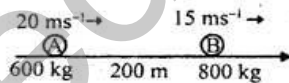
আবার, পড়তে সময় t_1 হলে

$$h = \frac{1}{2} at_1^2$$

$$\text{বা, } t_1 = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 40}{7}} = 3.3 \text{ s}$$

অর্থাৎ A বস্তু 3.3 s পর 23.66ms^{-1} বেগে ভূমিকে আঘাত করবে।

প্রশ্ন ৩৭



A ও B বস্তু দুটি একই দিকে চলমান এবং B বস্তুটি 200m সামনে রয়েছে।

[রাজশাহী কলেজিয়েট স্কুল]

- ক. সুখম ত্বরণ কাকে বলে? ১
 খ. g এক প্রকার সুখম ত্বরণ— ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. কত সময় পর বস্তু দুটি মিলিত হবে? ৩
 ঘ. একই দিকে চলমান বস্তুর মিলিত বেগ বস্তু দুটির পরস্পরের দিকে মিলিত বেগ অপেক্ষা বেশি-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুখম ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সব সময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই ত্বরণকে সুখম বা সমত্বরণ বলে। আবার আমরা জানি অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। এ সংজ্ঞা থেকে সুস্পষ্ট যে, পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট দিক অর্থাৎ নিচের দিকে যখন পড়ে তখন বেগ সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে। অতএব, অভিকর্ষজ ত্বরণকে সমত্বরণ বলা যায়।

গ ধরি,

B বস্তু হতে x m দূরে t সময় পরে A ও B বস্তুদ্বয় মিলিত হবে।

তাহলে, A বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = (200 + x) \text{m}$

B বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = x \text{m}$

A বস্তুর বেগ, $u_1 = 20 \text{ms}^{-1}$

B বস্তুর বেগ, $u_2 = 15 \text{ms}^{-1}$

বস্তুদ্বয়ের মিলিত হওয়ার সময়, $t = ?$

আমরা জানি, বেগ = $\frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

$$\therefore u_1 = \frac{s_1}{t} \text{ বা, } t = \frac{s_1}{u_1} \text{----- (1)}$$

$$\text{এবং } u_2 = \frac{s_2}{t} \text{ বা, } t = \frac{s_2}{u_2} \text{----- (2)}$$

(1) ও (2) নং হতে,

$$\frac{s_1}{u_1} = \frac{s_2}{u_2}$$

$$\text{বা, } \frac{200 + x}{20} = \frac{x}{15}$$

$$\text{বা, } 3000 + 15x = 20x$$

$$\text{বা, } 5x = 3000$$

$$\therefore x = 600 \text{m}$$

$$2 \text{ নং হতে, } t = \frac{s_2}{u_2} = \frac{x}{15} = \frac{600}{15} \text{ s}$$

$$\therefore t = 40 \text{ s (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 600 \text{kg}$

১ম বস্তুর বেগ, $u_1 = 20 \text{ms}^{-1}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 800 \text{kg}$

২য় বস্তুর বেগ, $u_2 = 15 \text{ms}^{-1}$

ধরি, যখন একই দিকে চলমান তখন বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ = v_1

আমরা জানি,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = v_1(m_1 + m_2)$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{(600 \times 20) + (800 \times 15)}{600 + 800} \text{ms}^{-1}$$

$$\therefore v_1 = 17.1429 \text{ms}^{-1}$$

বস্তুদ্বয় পরস্পরের দিকে চলমান থাকার ক্ষেত্রে ধরি মিলিত বেগ v_2

ধরি, ১ম বস্তুর বেগ ধনাত্মক এবং ২য় বস্তুর বেগ ঋণাত্মক

$$\therefore 1 \text{ম বস্তুর বেগ, } u_1 = 20 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{এবং } 2 \text{য় বস্তুর বেগ, } u_2 = -15 \text{ms}^{-1}$$

ধরি, বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ = v_2

$$\text{সুতরাং, } m_1u_1 + m_2u_2 = v_2(m_1 + m_2)$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{(600 \times 20) + (800 \times -15)}{600 + 800} \text{ms}^{-1}$$

$$\therefore v_2 = 0 \text{ms}^{-1}$$

$$\therefore v_1 > v_2$$

অর্থাৎ একই দিকে চলমান বস্তু দুটির মিলিত বেগ বস্তু দুটির পরস্পরের দিকে মিলিত বেগ অপেক্ষা বেশি।

প্রশ্ন ৩৮ 10g ভরের একটি বুলেটে 300ms⁻¹ বেগে এক টুকরা কাঠের মধ্যে 1.5cm প্রবেশ করে বুলেটের বেগ অর্ধেক হয়।

(নোয়াখালী জিলা স্কুল)

- ক. প্রসঙ্গ কাঠামো কি? ১
খ. অবস্থান বলতে কি বুঝ? ২
গ. উদ্দীপকের বুলেটের কাঠ কর্তৃক বাধাদানকারি বলের মান নির্ণয় করো। ৩
ঘ. বুলেটটি কি আরো 1cm প্রবেশ করতে পারবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দৃঢ় বস্তুর সাপেক্ষে কোন বস্তুর গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

খ একটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে কোন বস্তু কোন দিকে কতদূরে রয়েছে সেটিই হচ্ছে ঐ বস্তুর অবস্থান। একটি বস্তু বা বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় করতে হলে প্রথমেই একটি জানা বিন্দু বা বস্তু ধরে নিতে হবে যার সাপেক্ষে বিন্দু বা বস্তুর অবস্থান নির্ণয় করা যাবে।

গ উদ্দীপক থেকে পাই,

বুলেটের ভর, $m = 10g = 0.01 \text{ kg}$
বুলেটের বেগ, $v_1 = 300 \text{ ms}^{-1}$
বুলেটটি কাঠে প্রবেশ করে, $s_1 = 1.5 \text{ cm} = 0.015 \text{ m}$

কাঠে প্রবেশের পর বুলেটের বেগ, $v_1 = \frac{300}{2} = 150 \text{ ms}^{-1}$

∴ কাঠে বুলেটটির মন্দন a_1 হলে,

$$v_1^2 = u_1^2 - 2a_1s_1$$

বা, $150^2 = 300^2 - 2 \times a_1 \times 0.015$

বা, $0.03a_1 = 300^2 - 150^2$

বা, $0.03a_1 = 67500$

বা, $a_1 = 2.25 \times 10^6 \text{ ms}^{-2}$

∴ কাঠ কর্তৃক বাধাদানকারী বল F হলে,

$$F = ma_1$$

বা, $F = 0.01 \times 2.25 \times 10^6$
 $= 22500 \text{ N (Ans.)}$

ঘ ধরি, বুলেটটি কাঠে আরও s_2 দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে।

1.5 cm প্রবেশের পর বুলেটটির বেগ, $v_2 = 150 \text{ ms}^{-1}$

কাঠে বুলেটের মন্দন, $a_1 = 2.25 \times 10^6 \text{ ms}^{-2}$

শেষবেগ, $v_2 = 0$

s_2 দূরত্ব অতিক্রমের পর বুলেটটি থেমে গেলে,

আমরা জানি, $v_2^2 = u_2^2 - 2a_1s_2$

বা, $0^2 = 150^2 - 2 \times 2.25 \times 10^6 s_2$

বা, $s_2 = \frac{150^2}{2 \times 2.25 \times 10^6}$

$= 0.005 \text{ m}$

$= 0.5 \text{ cm}$

অর্থাৎ বুলেটটি আরও 0.5 cm প্রবেশ করতে পারবে।

সুতরাং বুলেটটি আরো 1 cm প্রবেশ করতে পারবে না।

প্রশ্ন ৩৯ 10 gm ভরের একটি বুলেট 400 ms⁻¹ বেগে বন্দুকের নল থেকে বেরিয়ে প্রতিটি 2 সে.মি. পুরুত্ব বিশিষ্ট 3 টি তক্তার একটি বাস্তিলের মধ্যে প্রবেশের সময় 1ম তক্তা ভেদ করে 20% বেগ হারায়।

(ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর)

- ক. স্পন্দন গতির সংজ্ঞা দাও। ১
খ. বল ও সরণের মান সমান হওয়া সত্ত্বেও কাজ ভিন্ন হতে পারে কি? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. তক্তার বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় করো। ৩
ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও বুলেটটি সব কটি তক্তা ভেদ করতে পারবে কিনা? ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একইপথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে তার গতিকে স্পন্দন গতি বলে।

খ কাজ শুধু বল ও সরণের মানের উপর নির্ভর করে না, এদের মধ্যবর্তী কোণের উপরও নির্ভর করে। অর্থাৎ কোন বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করা হলে যদি বলের দিকের সাথে θ কোণে s সরণ ঘটে তাহলে কৃতকাজ $W = Fscos\theta$ অর্থাৎ বল ও সরণ সমান হওয়া সত্ত্বেও যদি θ এর মানের পরিবর্তন হয় তাহলে কাজ ভিন্ন হতে পারে।

গ ৩১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $1.44 \times 10^4 \text{ N}$

ঘ ৩০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৪০ একটি বস্তুকে 31.93 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করায় বস্তুটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠে পুনরায় নিচের দিকে নেমে আসে।

(গভনমেন্ট ল্যাবরেটরী হাইস্কুল, কুমিল্লা)

- ক. অস্পর্শ বল কী? ১
খ. জুতার নিচে খাঁজকাটা থাকে কেন? ২
গ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে বস্তুটির কত সময় লাগবে? ৩
ঘ. বস্তুটির পতনকালে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির তিনগুণ হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বল সৃষ্টির জন্য দুইটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন হয় না তাকে অস্পর্শ বল বলে।

খ হাঁটার জন্য ঘর্ষণ খুবই প্রয়োজন। জুতা পায়ে হাঁটার সময় জুতার খাঁজগুলো রাস্তাকে আঁকড়ে ধরে রাখে এবং প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের যোগান দেয়। জুতা ও রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বৃদ্ধি করার জন্যই জুতার নিচে খাঁজকাটা থাকে।

গ আমরা জানি,

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির শেষবেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$
দেওয়া আছে,

বস্তুর আদিবেগ, $u = 31.93 \text{ ms}^{-1}$

বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

মনে করি, t সময় পরে বস্তুটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছায়

আমরা জানি, $v = u - gt$

বা, $0 = u - gt$

বা, $u = gt$

বা, $t = \frac{u}{g}$

বা, $t = \frac{31.93}{9.8} \text{ s}$

$= 3.258 \text{ s (Ans.)}$

ঘ মনে করি,

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর বেগ $= v$

আমরা জানি, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

দেওয়া আছে, বস্তুর আদিবেগ, $u = 31.93 \text{ ms}^{-1}$

মনে করি, সর্বোচ্চ উচ্চতা $= h$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2gh$

বা, $0 = u^2 - 2gh$

বা, $h = \frac{u^2}{2g}$

∴ $= 52.0165 \text{ m}$

মনে করি, ভূমি থেকে h' উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির তিনগুণ হবে।

$(h - h')$ উচ্চতায় বস্তুর বেগ v' হলে,

$$\text{শর্তমতে, } mgh' = 3 \left(\frac{1}{2} mv'^2 \right)$$

$$\text{বা, } mgh' = \frac{3}{2} \times m \{ 2 \times g \times (h - h') \} \quad \therefore v'^2 = 2g(h - h')$$

$$\text{বা, } h' = 3(52.0165 - h')$$

$$\text{বা, } 4h' = 156.0495$$

$$\text{বা, } h' = 39.0123 \text{ m}$$

অর্থাৎ, ভূমি থেকে 39.0123 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির তিনগুণ হবে।

প্রশ্ন 81 4000kg ভরের একটি গাড়ি 9ms^{-1} বেগে উত্তর দিকে এবং 1000kg ভরের একটি গাড়ি 4ms^{-1} বেগে দক্ষিণ দিকে চলছে। গাড়ি দুইটির ত্বরণ যথাক্রমে 3ms^{-2} এবং 7ms^{-2} । *[রংপুর জিলা স্কুল/ক. বায়োমাস কী?]*

খ. 'কোনো বস্তুর জড়তা এর ভরের উপর নির্ভর করে' - ব্যাখ্যা করো

গ. কোনো এক সময় সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুই মিলিত হয়ে একই দিকে একই বেগে চলতে থাকে, তবে মিলিত বেগ নির্ণয় করো।

ঘ. উদ্দীপকের গাড়ি দুইটির গতিশক্তি কখনো সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ এর মাধ্যমে মতামত দাও।

81 নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে জৈব পদার্থকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায় তাদেরকে বায়োমাস বলে।

খ ভিন্ন ভরের দুটি বস্তু নিয়ে বস্তুদ্বয়কে স্থির অবস্থা থেকে গতিশীল করতে চাইলে ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টার দরকার হবে। একইভাবে বস্তুদ্বয় যদি গতিশীল থাকে তবে তাদেরকে থামানোর ক্ষেত্রে ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টা করতে হবে। এজন্যই বলা হয় ভর হল জড়তার পরিমাপক।

গ দেওয়া আছে,

$$1\text{ম গাড়ির ভর, } m_1 = 4000 \text{ kg}$$

$$\text{আদি বেগ, } u_1 = 9\text{ms}^{-1}$$

$$2\text{য় গাড়ির ভর, } m_2 = 1000 \text{ kg}$$

$$\text{আদি বেগ, } u_2 = -4\text{ms}^{-1}; [1\text{ম গাড়ির বেগের দিক ধনাত্মক ধরে}]$$

মনে করি, মিলিত বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 4000 \times 9 + 1000 \times (-4) = (4000 + 1000)v$$

$$\therefore v = 6.4 \text{ms}^{-1}; 1\text{ম গাড়ির দিকে (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$1\text{ম গাড়ির ভর, } m_1 = 4000 \text{ kg}$$

$$2\text{য় গাড়ির ভর, } m_2 = 1000 \text{ kg}$$

$$1\text{ম গাড়ির আদিবেগ, } u_1 = 9\text{ms}^{-1}$$

$$2\text{য় গাড়ির আদিবেগ, } u_2 = 4\text{ms}^{-1}$$

$$1\text{ম গাড়ির ত্বরণ, } a_1 = 3\text{ms}^{-2}$$

$$2\text{য় গাড়ির ত্বরণ, } a_2 = 7\text{ms}^{-2}$$

মনে করি, t সময় পরে 1ম ও 2য় গাড়ির বেগ হয় যথাক্রমে v_1 ও v_2

প্রশ্নমতে, 1ম গাড়ির গতিশক্তি = 2য় গাড়ির গতিশক্তি

$$\text{বা, } E_{k1} = E_{k2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\text{বা, } 4000 \times v_1^2 = 1000 \times v_2^2$$

$$\therefore v_2 = 2v_1$$

উদ্দীপকের 2য় গাড়ির বেগ যখন 1ম গাড়ির বেগের দ্বিগুণ হবে তখন গাড়ি দুইটির গতিশক্তি সমান হবে অন্যথায় সম্ভব নয়।

$$\therefore v_1 = u_1 + a_1 t$$

$$\text{এবং } v_2 = u_2 + a_2 t$$

$$\text{শর্তমতে, } v_2 = 2v_1$$

$$u_2 + a_2 t = 2(u_1 + a_1 t)$$

$$\text{বা, } 4 + 7 \times t = 2(9 + 3 \times t)$$

$$\text{বা, } 4 + 7t = 18 + 6t$$

$$\text{বা, } t = 18 - 4$$

$$\therefore t = 14\text{sec}$$

\therefore গাড়ি দুইটি সংঘর্ষ না করে 14 sec পর্যন্ত চললে উভয় গাড়ির গতিশক্তি সমান থাকে।

প্রশ্ন 82 800kg এবং 1000kg ভরের দুটি গাড়ি 7ms^{-1} এবং 5ms^{-1} বেগে 0.5ms^{-2} এবং 1ms^{-2} সুষম ত্বরণে একই সময় প্রতিযোগিতা শুরু করে। গাড়ি দুটি একই সময় শেষ প্রান্তে পৌঁছল।

[বিদ্যাময়ী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ময়মনসিংহ]

ক. মাত্রা কী?

খ. দ্রুতি ও বেগের একক একই হলেও এরা একই রাশি নয়— ব্যাখ্যা করো।

গ. কখন গাড়ি দুটি শেষ প্রান্তে পৌঁছবে?

ঘ. যদি গাড়ি দুটি বিপরীত দিক থেকে গতিশীল হয় এবং 3s পর সংঘর্ষে লিপ্ত হয় তবে মিলিত অবস্থায় কত বেগে কোন দিকে যেতে পারে, গাণিতিক যুক্তি সহকারে দেখাও।

82 নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচকই ঐ রাশিটির মাত্রা।

খ দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি এবং বেগ একটি ভেক্টর রাশি হওয়ায় একক অভিন্ন হলেও রাশি দুটি এক নয়। দ্রুতি ও বেগের একক ms^{-1} । এদের সংজ্ঞা আলাদা। যে কোন দিকে সময়ের সাপেক্ষে বস্তুর কিস্তি অবস্থানের পরিবর্তনের হার হলো দ্রুতি। পক্ষান্তরে নির্দিষ্ট দিকে সময়ের সাপেক্ষে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হার হলো বেগ। অর্থাৎ দ্রুতি দিক নিরপেক্ষ হলেও বেগ নির্ণয়ে দিক অপরিহার্য। এজন্য দ্রুতি ও বেগের মাত্রা এক হলেও রাশি দুটি এক নয়।

গ এখানে, 1ম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 7 \text{ms}^{-1}$

$$2\text{য় গাড়ির আদি বেগম } u_2 = 5 \text{ms}^{-1}$$

$$1\text{ম গাড়ির ত্বরণ, } a_1 = 0.5 \text{ms}^{-2}$$

$$2\text{য় গাড়ির ত্বরণ, } a_2 = 1 \text{ms}^{-2}$$

মনে করি, গাড়ি দুইটি t সময় প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে একই সাথে s দূরত্ব অতিক্রম করে।

$$1\text{ম গাড়ির ক্ষেত্রে, } s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$$

$$2\text{য় গাড়ির ক্ষেত্রে, } s = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{বা, } (u_1 - u_2)t = \frac{1}{2} (a_2 - a_1) t^2$$

$$\text{বা, } t = \frac{2(u_1 - u_2)}{a_2 - a_1}$$

$$= \frac{2(7 - 5)}{1 - 0.5}$$

$$\therefore t = 8\text{s (Ans.)}$$

ঘ) এখানে, ১ম গাড়ির ভর, $m_1 = 800 \text{ kg}$

২য় গাড়ির ভর, $m_2 = 1000 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \therefore 3s \text{ পর } 1\text{ম গাড়ির বেগ, } v_1 &= u_1 + a_1 t \\ &= 7 + (0.5 \times 3) \\ &= 8.5 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং } 3s \text{ পর } 2\text{য় গাড়ির বেগ, } v_2 &= u_2 + a_2 t \\ &= 5 + (1 \times 3) \\ &= 8 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

যেহেতু গাড়ি দুইটি বিপরীত দিক থেকে গতিশীল সেহেতু $v_1 = 8.5 \text{ ms}^{-2}$ এবং $v_2 = -8 \text{ ms}^{-1}$

ধরি, মিলিত অবস্থায় বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{800 \times 8.5 + 1000 \times (-8)}{800 + 1000}$$

$$\therefore v = -0.667 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ, গাড়ি দুটি মিলিত অবস্থায় 0.667 ms^{-1} বেগে ২য় গাড়ির দিকে গতিশীল থাকবে।

প্রশ্ন ৪৩ সুমন 4 kg ভরের একটি বক্স একটি মেঝের উপর দিয়ে সমবেলে টেনে নিল। বক্স ও মেঝের মধ্যকার ঘর্ষণ বলের মান হলো 1.5 N । বক্সটিকে টেনে নেওয়ায় এর ত্বরণ হলো 0.8 ms^{-2} । এরপর বক্সটিকে ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে একই বল প্রয়োগ করে টানা হলো।

[আজ্ঞামান আদর্শ সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, নেত্রকোণা]

- ক. সাম্য বল কাকে বলে? ১
- খ. ঘর্ষণ বল কেন উৎপন্ন হয়? ২
- গ. প্রথম ক্ষেত্রে বক্সটির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে ত্বরণের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ) আমরা কোনো তলকে যতই মসৃণ দেখি না কেন আসলে তা পুরোপুরি মসৃণ নয়। এতে অনেক উঁচু নিচু খাঁজ আছে। যখন দুটি তল পরস্পরের সংস্পর্শে আসে তখন উভয় তলের খাঁজগুলো পরস্পরের সাথে আটকে যায়। আবার, বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলের অণুগুলো পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এসব কারণে তলদ্বয়ের আপেক্ষিক গতি বাধাগ্রস্ত হয় অর্থাৎ ঘর্ষণ বলের উৎপত্তি হয়।

গ) ১নং প্রশ্নের (গ) এর অনুরূপ। উত্তর : 4.7 N

ঘ) ১নং প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

প্রশ্ন ৪৪ 2 kg ভরের বন্দুক থেকে 10 g ভরের গুলি 400 ms^{-1} বেগে বের হয়ে 5 ms^{-2} সুষম মন্দনে 40 s চলার পর একটি 6 mm পুরুত্বের কাঠের গুড়িতে আঘাত করে। গুলিটি কাঠের মধ্যে 4 mm প্রবেশের পর বেগ অর্ধেক হলো।

[মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা বোর্ড, যশোর]

- ক. শব্দের প্রাবল্য বেগ কাকে বলে? ১
- খ. একটি যন্ত্রের ক্ষমতা 10 kW বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. বন্দুকের পশ্চাৎবেগ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. গুলিটি সম্পূর্ণ কাঠের গুড়ি অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাই হলো শব্দের প্রাবল্য।

খ) কোনো যন্ত্র একক সময়ে যে কাজ সম্পন্ন করে তাই উক্ত যন্ত্রের ক্ষমতা। কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 10 kW বলতে বোঝায় যে যন্ত্রটি প্রতি সেকেন্ডে 10 kJ কাজ সম্পন্ন করে।

গ) ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 2 ms^{-1}

ঘ) দেওয়া আছে,

$$\text{গুলির আদিবেগ, } u = 400 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{মন্দন, } a = 5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সময়, } t = 40 \text{ s}$$

ধরি, কাঠের গুড়িতে, আঘাত করার সময় বেগ $= u_1 \text{ ms}^{-1}$

$$\begin{aligned} \text{কাঠের মধ্যে অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 &= 4 \text{ mm} \\ &= 4 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

$$4 \text{ mm অতিক্রম করার পর শেষ বেগ, } v_1 = \frac{u_1}{2} \text{ ms}^{-1}$$

এখন, 40 s চলার পর গুলির বেগ হবে—

$$u_1 = u - at$$

$$\text{বা, } u_1 = 400 - 5 \times 40$$

$$\therefore u_1 = 200 \text{ ms}^{-1}$$

কাঠের ভেতর ক্রিয়াশীল মন্দন a_1 হলে—

$$v_2^2 = u_2^2 - 2a_1 s_1$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } a_1 &= \frac{u_1^2 - v_1^2}{2s_1} = \frac{u_1^2 - \frac{u_1^2}{4}}{2s_1} \\ &= \frac{(200)^2 - \frac{(200)^2}{4}}{2 \times 4 \times 10^{-3}} \\ &= 3.75 \times 10^6 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{আবার, ২য় ক্ষেত্রে, আদিবেগ, } u_2 = v_1 &= \frac{200}{2} \text{ ms}^{-1} \\ &= 100 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

শেষ বেগ, $v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

এই আদিবেগ নিয়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

$$v_2^2 = u_2^2 - 2a_1 s_2$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } s_2 &= \frac{u_2^2 - v_2^2}{2a_1} \\ &= \frac{(100)^2 - (0)^2}{2 \times 3.75 \times 10^6} \\ &= 1.33 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &= 1.33 \text{ mm} \end{aligned}$$

\therefore গুলিটি কাঠের মধ্যে $(4 \text{ mm} + 1.33 \text{ mm})$ বা 5.33 mm যেয়ে থেমে যাবে যা কাঠের গুড়ির পুরুত্ব 6 mm অপেক্ষা কম। অর্থাৎ, গুলিটি সম্পূর্ণ কাঠের গুড়ি অতিক্রম করতে পারবে না।

প্রশ্ন ৪৫ 4 kg ভর এবং 12 ms^{-1} বেগের একটি বস্তু চলন্ত অবস্থায় বিপরীত দিক থেকে আগত 6 kg ভর এবং 4 ms^{-1} বেগের অপর একটি বস্তুর সাথে মিশে একটি বস্তুতে পরিণত হয়।

[জামালপুর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. স্থিতিস্থাপকতা কী? ১
- খ. কয়লকে ঝুলিয়ে রেখে বেত দ্বারা আঘাত করলে ধুলোবালি ঝরে পড়ে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. মিলিত বস্তু দুইটির বেগ কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বাহ্যিক বলের প্রভাবে বস্তুতে সৃষ্টি বিকৃতি, প্রতিরোধী ধর্মই হলো স্থিতিস্থাপকতা।

খ কন্ডলকে ঝুলিয়ে বেত দ্বারা আঘাত করলে কন্ডলটি সরে যায় কিন্তু ধুলোবালিগুলো ভর ক্ষুদ্র বলে জড়তার কারণে ঐ স্থানেই থেকে যায়। ফলে ধুলোবালিগুলো ঝড়ে পড়ে।

গ ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: 2.4 ms^{-1} ; প্রথম বস্তুর দিকে

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৬ 600kg ভরের একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে প্রথম 6 sec সময় পর্যন্ত 2 m/sec^2 সুষম ত্বরণে চলল। তারপর গাড়িটি 1 min সুষম গতিতে চলার পর 1400 kg ভরের একখানা স্থির ট্রাকের সাথে ধাক্কা খেয়ে ব্রেক কষল এবং 5 sec পরে থেমে গেল। যাত্রা শুরুর অবস্থান থেকে গাড়িটির গন্তব্য স্থলের দূরত্ব 1 কি. মি.।

[সিলেট সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়, সিলেট]

- অসাম্য বল কী? ১
- জানালায় টিল ছুড়লে কাচ চৌচির হয়ে ফেটে যায় কেন? ২
- ধাক্কা খাওয়ার পর যদি গাড়ি দুটি একই বেগে চলে তবে মিলিত গাড়ি দুটির বেগ কত হবে? ৩
- গাড়িটি গন্তব্য স্থলে পৌঁছাল কি না গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ারত একাধিক বলের লব্ধি যদি শূন্য না হয় অর্থাৎ যদি কোন নির্দিষ্ট দিকে বস্তুটির ত্বরণ থাকে তবে উক্ত বলগুলোকে অসাম্য বল বলে।

খ জানালায় টিল ছুড়লে কাচ চৌচির হয়ে ফেটে যায় কারণ টিলটির ভরবেগ জানালার কাচে ছড়িয়ে পরে। টিলটির বেগ কম তাই সংঘর্ষের সময়কাল বেশি বলে ভরবেগ চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ার জন্য অধিক সময় পায়। এ কারণে উক্ত ঘটনা ঘটে।

গ দেওয়া আছে, চলমান গাড়ির ভর, $m_1 = 600 \text{ kg}$
আদিবেগ, $u_1 = 0$
ত্বরণ, $a = 2 \text{ ms}^{-2}$
সময়, $t = 6 \text{ s}$

স্থির গাড়ির ভর, $m_2 = 1400 \text{ kg}$

আদিবেগ, $v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

মিলিত গাড়িছয়ের শেষ বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

t সময় পর চলমান গাড়ির বেগ,

$$v_1 = u_1 + at$$

$$= 0 + 2 \text{ ms}^{-2} \times 6 \text{ s}$$

$$= 12 \text{ ms}^{-1}$$

∴ সংঘর্ষের পূর্বে বেগ $u_1' = v_1 = 12 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি,

$$m_1 u_1' + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } 600 \times 12 + 0 = (600 + 1400) v$$

$$\therefore v = \frac{7200 \text{ kgms}^{-1}}{2000 \text{ kg}}$$

$$= 3.6 \text{ ms}^{-1}$$

∴ সংঘর্ষের পর মিলিত গাড়ির বেগ = 3.6 ms^{-1} (Ans.)

ঘ 'গ' হতে $t_1 = 6 \text{ s}$ পর বেগ, $v_1 = 12 \text{ ms}^{-1}$

মিলিত গাড়ির বেগ, $v = 3.6 \text{ ms}^{-1}$

এখানে, $t_1 = 6 \text{ s}$ এ অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2$$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 2 \times (6)^2$$

$$= 36 \text{ m}$$

পরবর্তীতে $t_2 = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ গাড়িটি সমবেগে চলে।

$$\text{এ সময় অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = v_1 t_2$$

$$= 12 \text{ ms}^{-1} \times 60 \text{ s}$$

$$= 720 \text{ m}$$

সংঘর্ষের পর, মিলিত বেগ, $v = 3.6 \text{ ms}^{-1}$

শেষ বেগ, $v' = 0 \text{ ms}^{-1}$

সময়, $t_3 = 5 \text{ s}$

$$\text{এ সময় অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_3 = \left(\frac{v + v'}{2} \right) t$$

$$= \left(\frac{3.6 + 0}{2} \right) \times 5$$

$$= 9 \text{ m}$$

মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = (36 + 720 + 9) \text{ m}$

$$= 765 \text{ m}$$

$$= 0.765 \text{ km} < 1 \text{ km}$$

অতএব গাড়িটি গন্তব্যস্থলে পৌঁছাতে পারিনি।

প্রশ্ন ▶ ৪৭ 1000kg ভরের একটি গতিশীল ট্রাক 20 ms^{-1} বেগে 1500kg ভরের অপর একটি স্থির ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুইটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে।

[ফেনী সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়]

- 1N বল বলতে কি বুঝায়? ১
- দেখাও যে, বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান। ২
- ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর? ৩
- ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কীভাবে নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পরিমাণ বল 1kg ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করে 1 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে তাই 1N বল।

খ বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

m ভরের কোনো বস্তুর আদিবেগ u । F বল t সময় ধরে এর উপর প্রয়োগ করলে এর বেগ v হয়।

আদি ভরবেগ = mu

শেষ ভরবেগ = mv

ভরবেগের পরিবর্তন = $mv - mu$

আবার, বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

∴ বলের ঘাত = $F \times t$

$$= \frac{(mv - mu)}{t} \times t = mv - mu$$

অর্থাৎ, বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর : 8 ms^{-1}

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৮ 700 kg ভরের একটি গতিশীল ট্রাক 20 ms^{-1} বেগে 1300kg ভরের একটি স্থিতিশীল ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুইটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে।

[দিনাজপুর জিলা স্কুল]

- সুষম বেগ কী? ১
- বেগ ও দ্রুতির মধ্যে দুইটি পার্থক্য লিখ। ২
- ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কিভাবে নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষমবেগ বলে।

খ বেগ ও দ্রুতির মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ:

| বেগ | দ্রুতি |
|---|---|
| (i) নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে বেগ বলে। | (i) যেকোনো দিকে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে। |
| (ii) বেগ একটি ভেক্টর রাশি। | (ii) দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি। |

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৯ 1.5kg ভরের বন্দুকের থেকে 20g ভরের গুলি 300ms⁻¹ বেগে বের হয়ে কোনো কাঠের মধ্যে 3mm প্রবেশ করে বেগ অর্ধেক হয়ে যায়।

[বি.এম.স্কুল, বরিশাল]

- ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ। ১
- নিউটনের ২য় সূত্র থেকে ১ম সূত্র কীভাবে পাওয়া যায়? ২
- বন্দুকের পশ্চাৎবেগ নির্ণয় করো। ৩
- গুলিটি কাঠের মধ্যে আর কতদূর প্রবেশ করে থেমে যায় গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

খ নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র হতে আমরা পাই, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $F = ma$

$$\text{বা, } F = m \frac{v - u}{t}$$

$$\text{বা, } Ft = m(v - u)$$

এখন, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে, $F = 0$

$$\therefore 0 \times t = m(v - u)$$

$$\text{বা, } m(v - u) = 0$$

$$\text{বা, } v - u = 0$$

$$\therefore v = u$$

অর্থাৎ, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল গতিশীল থাকবে। এটিই নিউটনের প্রথম সূত্র।

গ ২৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 4ms⁻¹

ঘ ২৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 1mm

প্রশ্ন ▶ ৫০ নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

একটি বন্দুকের গুলি 400 ms⁻¹ বেগে একটি গাছের ব্যাস বরাবর প্রবেশ করে 0.4m অতিক্রম করে বেগ $\frac{1}{4}$ গুণ হয়।

[পদ্মী উন্নয়ন একাডেমী ল্যাব, স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

- সাম্য বলের লক্ষ্য কত? ১
- বিভিন্ন ইঞ্জিনে মোবিল ব্যবহারের যৌক্তিকতা ব্যাখ্যা করো। ২
- গুলিটির মন্দন কত? ৩
- গাছটির পরিধি কত হলে গুলিটি ঠিক গাছকে ভেদ করে থেমে যাবে? ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শূন্য।

খ ঘর্ষণ কমানোর জন্য মোবিল ব্যবহার করা হয়। ইঞ্জিনের মাঝে যন্ত্রাংশে যখন মোবিল ব্যবহার করা হয় তখন ঘর্ষণের পরিমাণ অনেকাংশে কমে যায়। ইঞ্জিনে মোবিল ব্যবহার না করলে তীব্র ঘর্ষণের ফলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হবে এবং যন্ত্রাংশ ক্ষয়ে নষ্ট হয়ে যাবে।

গ দেওয়া আছে,

গুলির আদিবেগ, $u = 400 \text{ ms}^{-1}$

গুলির শেষ বেগ, $v = \frac{1}{4} u$

$$= \frac{1}{4} \times 400 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 100 \text{ ms}^{-1}$$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 0.4 \text{ m}$

\therefore মন্দন, $a = ?$

আমরা জানি, মন্দনের ক্ষেত্রে $v^2 = u^2 - 2as$

$$\text{বা, } v^2 - u^2 = -2as$$

$$\text{বা, } a = \frac{u^2 - v^2}{2s}$$

$$\text{বা, } a = \frac{(400)^2 - (100)^2}{2 \times 0.4} \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বা, } a = 187500 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ গাছের ব্যাস D হলে,

$$v_1^2 - u^2 = -2aD$$

[যেহেতু গুলি থেমে যায় তাই, $v_1 = 0$]

$$\text{বা, } u^2 = 2aD$$

$$\text{বা, } D = \frac{u^2}{2a}$$

$$\text{বা, } D = \frac{(400)^2}{2 \times 187500} \text{ m}$$

$$\text{বা, } D = 0.4267 \text{ m}$$

$$\therefore D = 42.67 \text{ cm}$$

\therefore পরিধি = πD

$$= 3.1416 \times 42.67 \text{ cm}$$

$$= 134.04 \text{ cm}$$

\therefore গাছটির পরিধি 134.04 cm হলে গুলিটি ঠিক গাছটি ভেদ করে থেমে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৫১ 10g ভরের একটি বুলেট 2 kg ভরের বন্দুক হতে 300ms⁻¹ বেগে বের হয়ে একটি কাঠে 10cm প্রবেশ করে থেমে গেল।

[ডব্লিউফোর্ড মিশন হাই স্কুল, বরিশাল]

- প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে? ১
- দুর্বল নিউক্লিয় বল ব্যাখ্যা করো। ২
- বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় করো। ৩
- ব্যাধপ্রদানকারী বলের মান এবং ঐ দূরত্ব অতিক্রম করতে বুলেটটির প্রয়োজনীয় সময় নিরূপণ করো। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দৃঢ় বস্তুর সাপেক্ষে কোন বস্তুর গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

খ যে স্বল্প পাল্লার এবং স্বল্প মানের বল নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরস্থ মৌলিক কণাগুলোর মধ্যে ক্রিয়া করে তাকে দুর্বল নিউক্লিয় বল বলে। এই বলের কারণেই নিউক্লিয়াসে অস্থিতিশীলতার সৃষ্টি হয় এবং নিউক্লিয়াস হতে বিটাক্ষয় হয়। অধিকাংশ তেজস্ক্রিয় ভাঙন বিক্রিয়া দুর্বল নিউক্লিয় বলের কারণে সংঘটিত হয়। এই বলের পাল্লা 10⁻¹⁶m এরও কম।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ। [উত্তর: 1.5 ms⁻¹]

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

গুলির আদিবেগ, $u = 300 \text{ ms}^{-1}$

গুলির শেষবেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

গুলি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$

ধরি, গুলির মন্দন = a

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } a = \frac{u^2 - v^2}{2s}$$

$$\text{বা, } a = \frac{(300)^2 - 0^2}{2 \times 0.10} \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore a = 4.50 \times 10^5 \text{ ms}^{-2}$$

এবং, গুলির ভর, $m = 10g = 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$

ধরি, বাধাদানকারী বল = F

তাহলে, $F = ma$

$$= 10 \times 10^{-3} \times 4.50 \times 10^5 \text{ N} = 4500 \text{ N}$$

সুতরাং বাধাদানকারী বলের মান = 4500N

ধরি, 10cm দূরত্ব অতিক্রম করতে বুলেটের প্রয়োজনীয় সময়,

$$\text{তাহলে, মন্দন } a = \frac{u-v}{t}$$

$$\text{বা, } t = \frac{u-v}{a} = \frac{300-0}{4.5 \times 10^5 \text{ s}}$$

$$\therefore t = 6.667 \times 10^{-4} \text{ s}$$

সুতরাং বুলেটের প্রয়োজনীয় সময় $6.667 \times 10^{-4} \text{ s}$ ।

প্রশ্ন ৫২ 40kg এবং 60kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 100 ms^{-1} ও 2 ms^{-1} বেগে পরস্পরের বিপরীত দিক থেকে এসে সংঘর্ষে লিপ্ত হলো। সংঘর্ষের পর বস্তু দুটি একত্র হয়ে চলতে শুরু করল।

[মতিঝিল সরকারি বালক উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

- বলের ঘাত কী? ১
- বাহ্যিক বল ক্রিয়া না করলে বস্তুর কেনো ত্বরণ থাকে না— ব্যাখ্যা করো। ২
- সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির মিলিত বেগও দিক নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের বস্তু দুটির সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে ঐ বলের ঘাত বলে।

খ নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি,

বল = ভর \times ত্বরণ

অর্থাৎ নির্দিষ্ট ভরের কোন বস্তুর জন্য ত্বরণ বলের সমানুপাতিক। বাহ্যিক বল ক্রিয়া না করলে অর্থাৎ বল = 0 হলে, ত্বরণও শূন্য হবে, কারণ বস্তুর ভর কখনও শূন্য হতে পারে না। সুতরাং বাহ্যিক বল ক্রিয়া না করলে বস্তুর ত্বরণ থাকে না।

গ ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 38.8 ms^{-1} ; ১ম বস্তুর দিকে।]

ঘ উদ্দীপকের বস্তু দুটির সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক হবে যদি সংঘর্ষের পূর্বে বস্তু দুটির সম্মিলিত গতিশক্তি, সংঘর্ষের পর মিলিত বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমান হয়।

উদ্দীপক অনুসারে,

$$১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 40 \text{ kg}$$$

$$২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 60 \text{ kg}$$$

$$১ম বস্তুর বেগ, $u_1 = 100 \text{ ms}^{-1}$$$

$$২য় বস্তুর বেগ, $u_2 = -2 \text{ ms}^{-1}$$$

'গ' অংশ হতে, মিলিত বস্তুদ্বয়ের বেগ, $v = 38.8 \text{ ms}^{-1}$

$$\therefore \text{সংঘর্ষের পূর্বে ১ম বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 \\ = \frac{1}{2} \times 40 \times 100^2 \text{ J} \\ = 200000 \text{ J}$$

$$\text{সংঘর্ষের পূর্বে ২য় বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \\ = \frac{1}{2} \times 60 \times (-2)^2 \text{ J} \\ = 120 \text{ J}$$

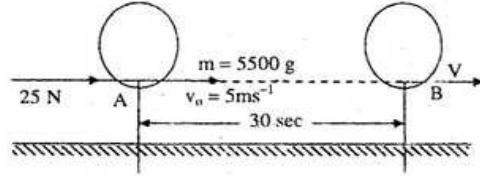
$$\therefore \text{সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি, } E_k = E_{k_1} + E_{k_2} \\ = 200000 \text{ J} + 120 \text{ J} \\ = 200120 \text{ J}$$

$$\text{সংঘর্ষের পর মিলিত বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি, } E_{k_a} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 \\ = \frac{1}{2} \times (40 + 60) \times (38.8)^2 \\ = 75272 \text{ J}$$

যেহেতু $E_k \neq E_{k_a}$

সুতরাং বস্তু দুটির সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক হবে না।

প্রশ্ন ৫৩ উদ্দীপকটি পর্যবেক্ষণ করো এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



বস্তু ও পথের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল প্রতি কেজি এর জন্য 1.5N।

[উদয়ন উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়, ঢাকা]

- সুষম বেগ কী? ১
- কোনো বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টি হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা করো। ২
- বস্তুটিকে A থেকে B তে সরাতে কাজ কত? ৩
- বৃষ্টির পর পথের ঘর্ষণ বল অর্ধেক হলে যাত্রা আরম্ভ হওয়ার 20 সেকেন্ডে এবং 30 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষমবেগ বলে।

খ কোন বস্তুর উপর বল ক্রিয়া করলে সেটি যদি সুষম বেগে না চলে তার বেগ সময়ের সাথে বৃদ্ধি বা হ্রাস পেতে পারে এক্ষেত্রে মানের পরিবর্তন বা দিকের পরিবর্তন বা উভয়ের পরিবর্তন হতে পারে। আবার সময়ের সাথে অসম বেগের পরিবর্তনের হারই হল ত্বরণ। সুতরাং এটি বলা যায় যে বস্তুর বেগের পরিবর্তনই ত্বরণ সৃষ্টির কারণ। কেননা যদি কোন বস্তু সুষম বেগে চলত তাহলে তার বেগের কখনও পরিবর্তন হয় না বলেই এক্ষেত্রে ত্বরণ থাকে না।

অতএব, ত্বরণ সৃষ্টির মূল কারণ হলো ক্রিয়াশীল বল।

গ এখানে,

$$\text{বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল, } F_1 = 25 \text{ N}$$

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 5500 \text{ g} \\ = 5.5 \text{ kg}$$

$$\text{প্রতি কেজি এর জন্য ঘর্ষণ বল} = 1.5 \text{ N}$$

$$\therefore 5.5 \text{ kg এর জন্য ঘর্ষণ বল, } F_2 = 1.5 \times 5.5 \text{ N} \\ = 8.25 \text{ N}$$

বের করতে হবে, A থেকে B তে সরাতে কৃতকাজ, $W = ?$

এখন, কার্যকর লব্ধি বল F হলে

$$F = F_1 - F_2$$

$$\text{বা, } ma = 25 \text{ N} - 8.25 \text{ N}$$

$$\text{বা, } a = \frac{16.75}{5.5} = \frac{16.75}{5.5}$$

$$\therefore \text{ত্বরণ } a = 3.045 \text{ ms}^{-2}$$

বস্তুর আদি বেগ, $v_0 = 5 \text{ ms}^{-1}$

30 sec পরে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব, s হলে

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$= 5 \times 30 + \frac{1}{2} \times 3.045 \times (30)^2 \\ = 1520.25 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কৃতকাজ, } W = F \cdot s$$

$$= 16.75 \times 1520.25 \text{ J}$$

$$= 25464.1875 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ বৃষ্টির পর পথের ঘর্ষণ বল অর্ধেক হলে 5.5 kg ভরের বস্তুর ক্ষেত্রে

$$\text{ঘর্ষণ বল হবে} = 5.5 \times \frac{1.5}{2} \text{ N} \\ = 4.125 \text{ N}$$

∴ কার্যকর লম্বি বল = প্রযুক্ত বল – ঘর্ষণ বল

$$F = F_1 - F_2$$

$$\text{বা, } ma = F_1 - F_2 \text{ [∵ } F = ma]$$

$$\text{বা, } a = \frac{F_1 - F_2}{m}$$

$$= \frac{25\text{N} - 4.125}{5.5\text{kg}}$$

∴ ত্বরণ, $a = 3.795\text{ms}^{-2}$

20 sec এ অতিক্রান্ত দূরত্ব s_1 হলে

$$s_1 = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 5 \times 20 + \frac{1}{2} \times 3.795 \times (20)^2$$

$$= 859\text{m}$$

30 sec এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, s_2 হলে

$$s_2 = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 5 \times 30 + \frac{1}{2} \times 3.795 \times (30)^2 = 1857.75\text{m}$$

∴ বৃষ্টির পর ঘর্ষণ বল অর্ধেক হলে যাত্রা আরম্ভ হওয়ার 20s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব 859 m এবং 30 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব 1857.75 m. (Ans.)

প্রশ্ন ▶ ৫৪ একজন শিকারী 0.6ms^{-1} পর্যন্ত বন্দুকের ধাক্কা সহ্য করতে পারেন। উক্ত শিকারী 3kg ভরের একটি বন্দুক থেকে ৪ গ্রাম ভরের একটি বুলেট 250m/s বেগে ছুড়লেন। ফলে বন্দুকের পশ্চাৎবেগের ধাক্কা সহ্য করা শিকারীর জন্য কষ্টকর হয়।

(বাসুদেবান সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়/)

ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কী? ১

খ. চলন্ত ফ্যানের সুইচ বন্ধ করলে পাখাগুলো সাথে সাথে বন্ধ হয় না কেন? ২

গ. বন্দুকের পশ্চাৎবেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. শিকারীর বন্দুকটির ভরের কী পরিমাণ পরিবর্তন করলে তার জন্য গুলি ছোড়া কষ্টসাধ্য হবে না— গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে, যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাই প্রবাহী ঘর্ষণ।

খ গতি জড়তার কারণে চলন্ত ফ্যানের সুইচ বন্ধ করলে পাখাগুলো সাথে সাথে থেমে যায় না। ফ্যান থামানোর সময় ফ্যান এর সুইচ অফ করার সাথে সাথে ফ্যান এর মোটরের উপর ক্রিয়াশীল ঘূর্ণন শক্তি থেমে যায় কিন্তু ফ্যান এর পাখা কৌণিক বেগে গতিশীল থাকার কারণে অর্থাৎ, গতি জড়তার কারণে তা থামতে সময় প্রয়োজন। এ কারণে সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে পাখাগুলো থেমে যায় না।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 0.67ms^{-1}]

ঘ শিকারী 0.6ms^{-1} পর্যন্ত বন্দুকের ধাক্কা সহ্য করতে পারেন।

∴ বন্দুকের ভর এমনভাবে পরিবর্তন করতে হবে যাতে গুলি ছোড়ার সময় বন্দুকের পশ্চাৎবেগ 0.6ms^{-1} হয়।

'গ' অংশ থেকে পাই, গুলি ও বন্দুকের আদি ভরবেগের সমষ্টি শূন্য। এক্ষেত্রে,

$$\text{গুলির ভর, } m_1 = 8\text{gm} = 8 \times 10^{-3}\text{kg}$$

$$\text{গুলির শেষবেগ, } v_1 = 250\text{ms}^{-1}$$

মনে করি, গুলির বেগের দিক ধনাত্মক।

$$\therefore \text{বন্দুকের বেগ, } v_2 = -0.6\text{ms}^{-1}$$

$$\text{বন্দুকের পরিবর্তিত ভর, } m_2' = ?$$

$$\text{এখন, } 0 = m_1v_1 + m_2'v_2'$$

$$\therefore m_2' = -\frac{m_1v_1}{v_2'}$$

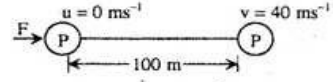
$$= \frac{-8 \times 10^{-3}\text{kg} \times 250\text{ms}^{-1}}{-0.6\text{ms}^{-1}}$$

$$= 3.33\text{kg}$$

$$\text{বন্দুকের পূর্বের ভর, } m_2 = 3\text{kg}$$

∴ বন্দুকের ভর $(3.33\text{kg} - 3\text{kg}) = 0.33\text{kg}$ বাড়ালে শিকারীর জন্য গুলি ছোড়া আর কষ্টসাধ্য হবে না।

প্রশ্ন ▶ ৫৫



p বস্তুর ভর 5kg ও ঘর্ষণ বল 10N

(সরকারি জুবিলী উচ্চ বিদ্যালয়, সুনামগঞ্জ)

ক. পড়ন্ত বস্তুর ওয় সূত্রটি লিখ? ১

খ. বৈদ্যুতিক পাখার ঘূর্ণন সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে থেমে যায় কেন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বল কত নির্ণয় করো। ৩

ঘ. 100m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটি প্রথম থেকে কত সময় পর থেমে যাবে গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ $h \propto t^2$ ।

খ বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে পাখাটি বন্ধ হয় না। কারণ গতির জড়তা ধর্মের কারণে গতিশীল বস্তুটি এর গতি বজায় রাখার প্রবণতা দেখায় ফলে পাখাটি আরো কিছু সময় পর্যন্ত ঘোরে, এবং বায়ুর বাধার কারণে ধীরে ধীরে থেমে যায়।

গ ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫৬ একটি রাইফেল থেকে 300ms^{-1} বেগে 10gm ভরের একটি গুলি একটি কাঠের মধ্যে 4.5cm প্রবেশ করে থেমে গেল।

(ইবনে তাইমিয়া স্কুল এন্ড কলেজ)

ক. ভার্গিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১

খ. “বেগের পরিবর্তন না হলে বস্তুর ত্বরণ থাকে না”— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. যদি রাইফেলের ভর 2kg হয় তবে রাইফেলের পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. কাঠের মধ্যে প্রবেশ করতে গুলির কত সময় লেগেছে এবং বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় করো। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্গিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভার্গিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ সময়ের সাপেক্ষে বেগের পরিবর্তনের হার তথা একক সময়ে বেগের পরিবর্তনই ত্বরণ।

$$\text{অর্থাৎ ত্বরণ, } a = \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

বেগের পরিবর্তন না হলে, $v_2 = v_1 = v$.

$$\text{তাই, } v_2 - v_1 = 0$$

$$\text{সে ক্ষেত্রে ত্বরণ, } a = \frac{0}{\Delta t} = 0$$

সুতরাং বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 1.5ms^{-1}]

ঘ ৫১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: $t = 3 \times 10^{-4}\text{s}$, $F = 10^4\text{N}$]

প্রশ্ন ▶ ৫৭ একটি 15kg ভরের নৌকার উপর বল প্রয়োগ করায় এটি স্রোতের অনুকূলে 2.5ms^{-2} ত্বরণে চলতে শুরু করে। স্রোতের বল 2N ।

(ইঞ্জিনিয়ারিং ইউনিভার্সিটি স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)

ক. অস্পর্শ বল কী? ১

খ. পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য কেন? ২

গ. নৌকার উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. স্রোতহীন নদীতে ও স্রোতের প্রতিকূলে নৌকার ত্বরণের কী পরিবর্তন হবে? ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বল সৃষ্টির জন্য দুইটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন হয় না তাকে অস্পর্শ বল বলে।

খ আমরা জানি, ওজন = ভর \times অভিকর্ষজ ত্বরণ। পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য হয় কারণ পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য।

গ এখানে,

$$\text{নৌকার ভর, } m = 15 \text{ kg}$$

$$\text{নৌকার ত্বরণ, } a = 2.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{স্রোতের বল, } F' = 2 \text{ N}$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = ?$$

আমরা জানি, $\Sigma F = ma$

$$\text{বা, } F + F' = ma \text{ [}\therefore \text{ স্রোতের অনুকূলে]}$$

$$\text{বা, } F = ma - F'$$

$$\text{বা, } F = 15 \times 2.5 - 2$$

$$\therefore F = 35.5 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে,

$$\text{নৌকার ভর, } m = 15 \text{ kg}$$

$$\text{স্রোতের অনুকূলে নৌকার ত্বরণ, } a = 2.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{স্রোতের বল, } F' = 2 \text{ N}$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 35.5 \text{ N ['গ' হতে]}$$

স্রোতহীন নদীর ক্ষেত্রে,

$$\text{ধরি, নৌকার ত্বরণ} = a_1 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore a_1 = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{35.5}{15}$$

$$= 2.367 \text{ ms}^{-2}$$

স্রোতের প্রতিকূলে ধরি নৌকার ত্বরণ = $a_2 \text{ ms}^{-2}$

আমরা জানি, $\Sigma F = ma_2$

$$\text{বা, } F - F' = ma_2$$

$$\text{বা, } a_2 = \frac{F - F'}{m} = \frac{35.5 - 2}{15}$$

$$\therefore a_2 = 2.23 \text{ ms}^{-2}$$

স্রোতের অনুকূলে ত্বরণ সবচেয়ে বেশি (2.5 ms^{-2})

\therefore স্রোতহীন নদীতে ত্বরণ ($2.5 - 2.367$) = 0.133 ms^{-2} কমবে।

এবং স্রোতের প্রতিকূলে ত্বরণ ($2.5 - 2.23$) = 0.27 ms^{-2} কমবে।

প্রশ্ন ৫৮ 200 kg ভরের একটি স্থির নৌকায় 28 kg ও 30 kg ভরের দু'জন বালক দাড়িয়ে আছে।

[সৈয়দপুর সরকারি কারিগরি কলেজ]

ক. সলিনয়েড কি? 1

খ. বায়ুর ঘনত্ব 1.29 kgm^{-3} বলতে কী বুঝায়? 2

গ. যদি ২য় বালক 360 kmh^{-1} বেগে নৌকা থেকে লাফ দেয় তবে নৌকার পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর। 3

ঘ. যদি বালকদ্বয় একে অপরের বিপরীত দিকে যথাক্রমে 12 ms^{-1} ও 10 ms^{-1} বেগে লাফ দেয় তবে নৌকাটি স্থির থাকবে কি-না গাণিতিকভাবে দেখাও। [এখানে উভয় ক্ষেত্রে অনুভূমিক বেগ বিবেচ্য] 8

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বেলনাকার ধাতব দণ্ডের উপর ঘন ও সন্নিবিষ্টভাবে অন্তরীত তামার তার পেঁচিয়ে তৈরিকৃত একটি তড়িৎ চৌম্বকীয় ব্যবস্থা যার কুণ্ডলীর দু'প্রান্ত দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে দণ্ড চুম্বকের মেবুর ন্যায় চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়, তাকে সলিনয়েড বলে।

খ বায়ুর ঘনত্ব 1.29 kgm^{-3} বলতে বুঝায় 1 m^3 আয়তনের বায়ুর ভর 1.29 kg।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{প্রথম বালকের ভর, } m_1 = 28 \text{ kg}$$

$$\text{দ্বিতীয় বালকের ভর, } m_2 = 30 \text{ kg}$$

$$\text{নৌকার ভর, } m = 200 \text{ kg}$$

$$\text{দ্বিতীয় বালকের লাফানোর বেগ, } v_2 = 360 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= \frac{360 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 100 \text{ ms}^{-1}$$

প্রথম বালকসহ নৌকার পশ্চাৎ বেগ, $v = ?$

মনে করি,

দ্বিতীয় বালক যদিকে লাফ দেয় সেদিকে বেগের দিকে ধনাত্মক।

এখন, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে পাই,

আদি ভরবেগের সমষ্টি = শেষ ভরবেগের সমষ্টি

লাফ দেয়ার আগ মুহূর্তে; নৌকা ও বালক দু'জনের সম্মিলিত বেগ শূন্য।

অতএব তাদের ভরবেগের সমষ্টি 0 শূন্য।

$$\therefore 0 = m_2 v_2 + (m_1 + m)v$$

$$\text{বা, } 0 = 30 \times 100 + (28 + 200)v$$

$$\text{বা, } 228v = -3000$$

$$\text{বা, } v = -\frac{3000}{228} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = -13.157 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে দ্বিতীয় বালকটি যদিকে লাফ দেয় নৌকা তার বিপরীত দিকে সরে যায়।

ঘ এক্ষেত্রে,

ধরি, প্রথম বালক যদিকে লাফ দেয় সেদিকে ধনাত্মক :

$$\therefore 1\text{ম বালকের বেগ, } v_1 = +12 \text{ ms}^{-1}$$

$$2\text{য় বালকের বেগ, } v_2 = -10 \text{ ms}^{-1}$$

$$1\text{ম বালকের ভর, } m_1 = 28 \text{ kg}$$

$$2\text{য় বালকের ভর, } m_2 = 30 \text{ kg}$$

$$\text{নৌকার ভর, } M = 200 \text{ kg}$$

$$\text{নৌকার বেগ } V = ?$$

এখন বালকদ্বয় লাফ দেয়ার আগে নৌকাসহ সবাই স্থির অবস্থায় ছিল।

\therefore তাদের আদি ভরবেগের সমষ্টি শূন্য।

আমরা জানি,

আদি ভরবেগের সমষ্টি = শেষ ভরবেগের সমষ্টি

$$\therefore 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2 + MV$$

$$\text{বা, } 0 = 28 \times (+12) + 30 \times (-10) + 200 \times V$$

$$\text{বা, } 0 = 336 - 300 + 200V$$

$$\text{বা, } 200V = -36$$

$$\text{বা, } v = -\frac{36}{200} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = -0.18 \text{ ms}^{-1}$$

\therefore নৌকাটি 0.18 ms^{-1} বেগে ১ম বালক যদিকে লাফ দিয়েছিল তার বিপরীত দিকে অর্থাৎ ২য় বালকের দিকে সরে যাবে।