

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

Newtonian Mechanics

অধ্যায়
08

এ অধ্যায়ে
অনন্য A+
সংযোজন



এক নজরে এ অধ্যায়ের সূত্রাবলি

এ অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সংশ্লিষ্ট গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপিত হলো, যা তোমাদের সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

ক্রম	সূত্র
১.	$J = Ft = P = mv = m(v - u)$
২.	$F = ma$ বা, $\Sigma F = \Sigma ma$
৩.	$a = \frac{v_f}{m} \left(\frac{dm}{dt} \right) - g$; $F = v_f \frac{dm}{dt}$
৪.	$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$
৫.	$V = -\frac{mv}{M}$
৬.	$I = mr^2 = MK^2$

ক্রম	সূত্র
৭.	$E = \frac{1}{2} I \omega^2$
৮.	$\omega_t = \omega_0 + at$; $\omega_t^2 = \omega_0^2 + 2at$
৯.	$L = I\omega = I \left(\frac{2\pi N}{t} \right)$
১০.	$\tau = I\alpha$
১১.	$\tan \theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{h}{d}$



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যাবলির সমাধান

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে এ অধ্যায়ের অনুশীলনীতে স্তরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যাবলি দেওয়া আছে। প্রতিটি গাণিতিক সমস্যার পৃষ্ঠাজ সমাধান পাঠ্যবইয়ের প্রশ্ন নথরের ধারাবাহিকভাবে নিচে প্রদত্ত হলো; যা তোমাদের সেরা প্রযুক্তি গ্রহণে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

৩ এটি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তেহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

১ সেট-১ : সাধারণ সমস্যাবলি

সমস্যা ১। 100 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুর উপর 100 N বল 2s ধরে ক্রিয়া করে। বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের ঘাত কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\Delta P &= m(v - u) \\ &= F \times t \\ \text{বা, } \Delta P &= F \times t \\ &= 100 \text{ N} \times 2 \text{ s} \\ &= 200 \text{ Ns} \\ &= 200 \text{ kg ms}^{-1}\end{aligned}$$

অতএব, ভরবেগের পরিবর্তন 200 kg ms^{-1} বা 200 N s ।

সমস্যা ২। 0.05 kg অরের একটি বস্তু 0.2 m s^{-1} অনুভূমিক বেগে একটি খাড়া দেওয়ালে ধাঢ়া দিয়ে 0.1 m s^{-1} বেগে বিপরীত দিকে ফিরে গেল। বলের ঘাত নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}J &= m(v - u) \\ &= 0.05 \text{ kg} \times (-0.1 - 0.2) \text{ m s}^{-1} \\ &= -0.015 \text{ kg m s}^{-1}\end{aligned}$$

ঝাগাঞ্চক চিহ্ন ভরবেগের পরিবর্তন বিপরীত দিকে নির্দেশ করে।
সুতরাং বলের ঘাতের মান $0.015 \text{ kg m s}^{-1}$ ।

দেওয়া আছে,

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 100 \text{ N}$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = mv_2 - mv_1$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন বা বলের

ঘাত $\Delta P = ?$

$$\Delta P = m(v_2 - v_1)$$



সমস্যা ৫। ৪০ kg ভরের একটি বালক 3 m উচ্চ থেকে লাফিয়ে মাটিতে পড়ল। হেসেটিকে কত বলের ঘাত সহিতে হলো?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } t^2 = \frac{2h}{g}$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 3}{9.8}} = 0.7825\text{ s}$$

আমরা জানি, বলের ঘাত, $J = F \times t = mg \times t$

এখানে,

বালকের ভর, $m = 40\text{ kg}$

লাফানো বিন্দু হতে মাটি পর্যন্ত

উচ্চতা, $h = 3\text{ m}$

অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$

বলের ঘাত, $J = ?$

$$= 40 \times 9.8 \times 0.7825 = 306.74$$

অতএব, বালটি 306.74 N s বলের ঘাত সহিতে পারবে।

সমস্যা ৬। 0.6 kg ভরের একটি ফুটবল 25 m s^{-1} বেগে গতিশীল থাকা অবস্থায় একজন খেলোয়াড় সঙ্গের সাথি মারল, ফলে বলটি একই দিকে 40 m s^{-1} বেগ প্রাপ্ত হলো। খেলোয়াড়ের পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত কত?

সমাধান : এখানে, ফুটবলের ভর, $m = 0.6\text{ kg}$

আদিবেগ, $u = 25\text{ m s}^{-1}$; শেষ বেগ, $v = 40\text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{বলের ঘাত} = mv - mu = m(v - u)$$

$$= 0.6\text{ kg} (40\text{ m s}^{-1} - 25\text{ m s}^{-1})$$

$$= 0.6\text{ kg} \times 15\text{ m s}^{-1} = 9\text{ kg m s}^{-1}$$

অতএব, খেলোয়াড়ের পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত 9 kg m s^{-1} ।

সমস্যা ৭। দূরি তলের মধ্যকার স্থির ঘর্ষণ কোণ 60° । তাদের ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কত?

সমাধান : আমরা জানি, $\mu_s = \tan \theta$ | এখানে, ঘর্ষণ কোণ, $\theta = 60^\circ$

$$= \tan 60^\circ = \sqrt{3}$$

ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu_s = ?$

অতএব, ঘর্ষণ গুণাঙ্ক $\sqrt{3}$ ।

সমস্যা ৮। দূরি তলের মধ্যকার স্থির ঘর্ষণ গুণাঙ্ক $\frac{1}{\sqrt{3}}$ । ঘর্ষণ কোণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, $\mu_s = \tan \theta$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}(\mu_s)$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}(\tan 30^\circ) \therefore \theta = 30^\circ \text{ অতএব, ঘর্ষণ কোণ } 30^\circ \text{।}$$

সমস্যা ৯। 10 m s^{-1} বেগে মেঝের উপর দিয়ে গড়িয়ে যাওয়া 0.02 kg ভরের একটি মার্বেল 20 s চলার পর থেমে গেল। ঘর্ষণ বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$v = v_0 - at$$

$$\text{বা, } 0 = v_0 - at$$

$$\text{বা, } v_0 = at$$

$$\text{বা, } a = \frac{v_0}{t} = \frac{10}{20} = 0.5\text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.02 \times 0.5 = 0.01\text{ N}$$

অতএব, ঘর্ষণ বলের মান 0.01 N ।

সমস্যা ১০। একটি টেবিলের উপর 1 kg ভরের একটি বই আছে। টেবিলের তল বরাবর 3 N বল প্রয়োগ করলে বইটি চলার উপক্রম হয়। টেবিল ও বইয়ের মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\mu_s = \frac{f_s}{R}$$

$$= \frac{3}{mg} = \frac{3}{1 \times 9.8} = 0.3$$

অতএব, স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.3 ।

এখানে,

মার্বেলের ভর, $m = 0.02\text{ kg}$

সময়, $t = 20\text{ s}$

প্রাথমিক বেগ, $v_0 = 10\text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ, $v_0 = 0\text{ ms}^{-1}$

ঘর্ষণ বল, $F = ?$

এখানে,

মার্বেলের ভর, $m = 0.02\text{ kg}$

সময়, $t = 20\text{ s}$

প্রাথমিক বেগ, $v_0 = 10\text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ, $v_0 = 0\text{ ms}^{-1}$

ঘর্ষণ বল, $F = ?$

এখানে,

বইয়ের ভর, $m = 1\text{ kg}$

স্থিতি ঘর্ষণের সীমান্তিক মান, $f_s = 3\text{ N}$

স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu_s = ?$

অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$

সমস্যা ১১। কোন মেঝেতে স্থাপিত 400 N এর একটি কাঠের বুকের উপর অনুভূমিকভাবে 160 N বল প্রয়োগ করলে এটি চলার উপক্রম হয়। মেঝে ও কাঠের বুকের মধ্যবর্তী ঘর্ষণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\mu_s = \frac{f_s}{R} = \frac{160}{400} = 0.4$$

অতএব, মেঝে ও কাঠের বুকের মধ্যবর্তী ঘর্ষণাঙ্ক 0.4 ।

সমস্যা ১২। 900 kg ভরের একটি মৌর্যুটাক ঘটায় 60 km বেগে চলে। বেক চেপে ট্রাকটিকে 50 m দূরে থামানো হলো। যদি মাটির ঘর্ষণজনিত বল 200 N হয়, তবে ব্রেকজনিত বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ট্রাকের ভর, $m = 900\text{ kg}$

$$\text{আদিবেগ, } u = 60\text{ km h}^{-1} = \frac{60 \times 1000}{3600} \text{ m s}^{-1} = \frac{50}{3} \text{ m s}^{-1}$$

শেষ বেগ, $v = 0$; অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 50\text{ m}$

মাটির ঘর্ষণজনিত বল, $F_2 = 200\text{ N}$; ব্রেকজনিত বল, $F_1 = ?$

মনে করি, মোট বাধাদানকারী বলের মান = F

$$\text{এখন, } F = F_1 + F_2 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার, } v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0^2 = \left(\frac{50}{3} \text{ m s}^{-1}\right)^2 - 2 \times a \times 50 \text{ m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{50 \times 50}{9 \times 100} \text{ m s}^{-2} = \frac{25}{9} \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 900 \text{ kg} \times \frac{25}{9} \text{ m s}^{-2} = 2500 \text{ N}$$

সমাকরণ (1) নং থেকে পাই, $2500\text{ N} = F_1 + 200\text{ N}$

$$\text{বা, } F_1 = 2500\text{ N} - 200\text{ N} = 2300\text{ N} \therefore \text{ব্রেকজনিত বল, } 2300\text{ N} \text{।}$$

সমস্যা ১৩। 4 kg ভরের একটি বস্তুকে 10 m s^{-2} ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [পথের ঘর্ষণ বল 2.5 N kg^{-1}]

সমাধান : এখানে, বস্তুর ভর, $m = 4\text{ kg}$

ত্বরণ, $a = 10\text{ m s}^{-2}$; ঘর্ষণ বল, $F_2 = 2.5\text{ N}$

ধরি, মোট বল = F এবং ত্বরণ সূচিকরী বল = F_1

আমরা জানি, $F_1 = ma = 4\text{ kg} \times 10\text{ m s}^{-2} = 40\text{ N}$

$$\therefore \text{মোট বল, } F = F_1 + F_2 = (40 + 2.5)\text{ N} = 42.5\text{ N}$$

সমস্যা ১৪। 60 kg ভরের একটি বাজকে 450 N অনুভূমিক বলে মেঝের ওপর দিয়ে টানা হচ্ছে। বাজক যখন চলে তখন বাজ ও মেঝের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ সহগ 0.50 । বাজের ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, $\mu_k = \frac{R}{mg}$

$$\text{বা, } R = 0.50 \times 60 \times 9.8\text{ N} = 294\text{ N}$$

আবার, $F - R = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{450 - 294}{60} \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore a = 2.6 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে,

ভর, $m = 60\text{ kg}$

ঘর্ষণ সহগ, $\mu_k = 0.50$

অতিক্রিয় বল = R

প্রয়োগকৃত বল, $F = 450\text{ N}$

ত্বরণ, $a = ?$

সমস্যা ১৫। একটি মালবাহী ট্রেনের কিছু অংশ সংযোগের ত্বরণ কারপে হঠাৎ বিচ্ছিন্ন হয়ে গেল। ট্রেনের বেগ 54 km h^{-1} এবং বিচ্ছিন্ন অংশের ভর $6 \times 10^4\text{ kg}$ । যদি অংশটি 2 মিনিট বাদে স্থিরাবস্থায় আসে, তাহলে ঘর্ষণজনিত বলের মান কত? এই সময়ে কতটুকু পথ অতিক্রম করবে?

সমাধান : ১ম অংশ :

আমরা জানি,

$$v = v_0 - at$$

$$\text{বা, } 0 = v_0 - at$$

$$\text{এখানে, ট্রেনের বেগ, } v_0 = 54\text{ km h}^{-1} = \frac{54 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$$

বিচ্ছিন্ন অংশের ভর, $m = 6 \times 10^4\text{ kg}$

$$\text{বা, } a = \frac{v_0}{t} = \frac{15}{120} \text{ ms}^{-2} \quad \left| \begin{array}{l} \text{সময়, } t = 2 \text{ min} = 2 \times 60 \text{ s} = 120 \text{ s} \\ \text{শেষবেগ, } v = 0 \end{array} \right.$$

$$\text{আবার, } F = ma = 6 \times 10^4 \times 0.125 = 7500 \text{ N}$$

অতএব, ঘর্ষণজনিত বলের মান 7500 N।

২য় অংশ : আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 - 2as \quad \text{বা, } 0 = v_0^2 - 2as \quad \text{বা, } 2as = v_0^2$$

$$\text{বা, } s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{(15)^2}{2 \times 0.125} = 900 \text{ m}$$

অতএব, অতিক্রান্ত পথ 900 m।

সমস্যা ১৬। 1000 kg ভরের একটি গাড়ির চাকা ও রাস্তার সাথে স্থিতি ঘর্ষণের সহগ বা গুণাঙ্ক $\mu_s = 0.8$ হলে, গাড়িটি সর্বোচ্চ কত ঢালু রাস্তায় পিছলিয়ে না পড়ে থেমে থাকতে পারবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\mu_s = \tan \lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \tan^{-1}(\mu_s)$$

$$= \tan^{-1}(0.8) = 38.66^\circ$$

অতএব, 38.66° কোণে থাকলে পিছলিয়ে না পড়ে থেমে থাকতে পারবে।

সমস্যা ১৭। একজন লোক পায়ে ক্ষেত্র পরে 30° ঢালু তলে নিচের দিকে রওয়ানা হলো। তলের সাথে ক্ষেত্র এর ঘর্ষণ সহগ বা গুণাঙ্ক 0.10 হলে তার ত্বরণ কত হবে? 5 s পরে তার দ্রুতি কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এখানে, } F_x = w_x - f_k \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore W_x = mg \sin \theta = m \times 9.8 \times \sin 30^\circ$$

$$\therefore f_k = \mu_k R = \mu_k mg \cos \theta = 0.10 \times m \times 9.8 \times \cos 30^\circ$$

$$\text{অতএব, } F_x = m \times 9.8 \times \sin 30^\circ - 0.10 \times m \times 9.8 \times \cos 30^\circ = m \times 4.9 - 0.85 m = 4.05 m$$

(1) নং হতে পাই,

$$4.05 m = ma \quad \therefore a = 4.05 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, ত্বরণ 4.05 ms^{-2} ।

$$2\text{য় অংশ : } \text{আমরা জানি, } a = \frac{v}{t} \quad \left| \begin{array}{l} \text{এখানে,} \\ t = 5s \end{array} \right.$$

$$\text{বা, } v = at = 4.05 \times 5 = 20.25 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, দ্রুতি 20.25 ms^{-1} ।

সমস্যা ১৮। 40 N বল 5 kg ভরের একটি শিখির বস্তুর উপর 5 s ধরে ক্রিয়া করে। বস্তুর বেগের পরিবর্তন বের কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$F \times t = mv - mv_0$$

$$\text{বা, } 40 \times 5 = m(v - v_0)$$

$$\text{বা, } v - v_0 = \frac{40 \times 5}{5}$$

$$\therefore v - v_0 = 40 \text{ ms}^{-1}$$

সমস্যা ১৯। কত মানের একটি বল 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 4 s ক্রিয়া করলে বেগের পরিবর্তন 40 ms^{-1} হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$J = F \times t$$

$$\text{বা, } m \Delta v = F \times t$$

$$\text{বা, } F = \frac{m \Delta v}{t} = \frac{40 \times 10}{4} = 100 \text{ N}$$

অতএব, বলের পরিমাণ 100 N।

প্রতিটি সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ২০। 20 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কি পরিমাণ সমবল ক্রিয়া করলে তার বেগ 10 s^{-1} ($4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}$) m s^{-1} হতে বৃদ্ধি পেয়ে ($8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}$) m s^{-1} হবে?

সমাধান : এখানে, বস্তুর ভর, $m = 20 \text{ kg}$

$$\text{সময়, } t = 10 \text{ s}; \text{ আদিবেগ, } \vec{u} = (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } \vec{v} = (8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}; \text{ বল, } F = ?$$

$$\text{এখন, } \vec{v} - \vec{u} = (8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}) - (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k})$$

$$= 8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k} - 4\hat{i} + 5\hat{j} - 3\hat{k} = 4\hat{i} + 8\hat{j} - 8\hat{k}$$

$$\text{বেগের পরিবর্তন, } \Delta v = |\vec{v} - \vec{u}| = \sqrt{4^2 + 8^2 + (-8)^2} = 12 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{এখন, } \text{ত্বরণ, } a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{12 \text{ m s}^{-1}}{10 \text{ s}} = 1.2 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{বল, } F = ma = 20 \text{ kg} \times 1.2 \text{ m s}^{-2} = 24 \text{ N}$$

অতএব, প্রযুক্ত বলের মান 24 N।

সমস্যা ২১। 36 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রযুক্ত হলে 1 min এ এর বেগ 15 km h^{-1} বৃদ্ধি পাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{ত্বরণ, } a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{4.167 \text{ ms}^{-1}}{60 \text{ s}}$$

$$= 0.06945 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আমরা জানি, } \text{বল, } F = ma$$

$$= 36 \text{ kg} \times 0.06945 \text{ m s}^{-2} = 2.5 \text{ N}$$

অতএব, প্রযুক্ত বলের মান 2.5 N।

সমস্যা ২২। 5 টনের একটি ট্রাক ঘটায় 36 km বেগে চলছে। এটি 4 m দূরত্বে থামাতে হলে কত বলের প্রয়োজন হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v^2 - u^2 = 2as$$

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

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

$$= -12.5 \text{ m s}^{-2}$$

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

$$\text{সরণ, } s = 4 \text{ m}$$

$$\text{বল, } F = ?$$

$$\text{এখানে, } \text{ভর, } m = 5 \text{ টন} = 5000 \text{ kg}$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 36 \text{ km h}^{-1}$$

$$= \frac{36 \times 1000}{60 \times 60} \text{ m s}^{-1} = 10 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } F = ma = 5000 \text{ kg} \times (10 \text{ m s}^{-2}) = 6.25 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\text{অতএব, প্রযুক্ত বলের মান } 6.25 \times 10^4 \text{ N।}$$

সমস্যা ২৩। 25 m s^{-1} বেগে আগত 0.2 kg ভরের একটি ক্রিকেট বলকে একজন খেলোয়াড় ক্যাচ ধরে 0.1 s সময়ের মধ্যে থামিয়ে দিল। খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{(0 - 25) \text{ m s}^{-1}}{0.1 \text{ s}} = -250 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 0.2 \text{ kg} \times 250 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, }$$



সমস্যা ২৫। একটি 588 N ওজনের বস্তুকে 0.70 m s^{-2} ত্বরণ দিতে এর ওপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{ওজন}, W = mg$$

$$\text{বা, } m = \frac{W}{g} = \frac{588 \text{ N}}{9.8 \text{ ms}^{-2}} = 60 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{আবার, বল, } F &= ma \\ &= 60 \text{ kg} \times 0.7 \text{ ms}^{-2} \\ &= 42 \text{ N} \end{aligned}$$

সমস্যা ২৬। 4 N এর একটি বল 2 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। ত্বরণ নির্ণয় কর। 5 s এ বস্তুটি কত দূরত্ব অভিক্রম করে ও কত বেগ লাভ করে।

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, ত্বরণ 2 ms^{-2}

আবার, $v = v_0 + at$

$$= 0 + 2 \times 5 = 10 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বেগ হবে 10 ms^{-1}

$$\text{এবং } v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$\text{বা, } (10)^2 = 0 + 2 \times 2 \times s$$

$$\text{বা, } s = \frac{100}{4} = 25 \text{ m}$$

অতএব, অভিক্রান্ত দূরত্ব 25 m

সমস্যা ২৭। 20 kg ভরের একটি টেলাগড়িকে ঘর্ষণ শূন্য মেঝের উপর স্থির অবস্থা থেকে 2.0 s সময়ে 0.5 m s^{-1} বেগে ত্বরান্বিত করতে কত বলের প্রয়োজন হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma = m \left(\frac{v - v_0}{t} \right)$$

$$= 20 \times \left(\frac{0.5 - 0}{2} \right) = 5 \text{ N}$$

$$\text{এখানে, ভর, } m = 20 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ s}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 0.5 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আদিবেগ, } v_0 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বল, } F = ?$$

অতএব, বল হবে 5 N

সমস্যা ২৮। একটি বল 4 kg বিশিষ্ট একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। এর ফলে বস্তুটি 6 সেকেন্ডে 30 m s^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়। বলের মান কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma = m \left(\frac{v - v_0}{t} \right)$$

$$= 4 \times \left(\frac{30 - 0}{6} \right) = 20 \text{ N}$$

$$\text{এখানে, ভর, } m = 4 \text{ kg}$$

$$\text{আদিবেগ, } v_0 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 6 \text{ s}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বলের মান, } F = ?$$

অতএব, বলের মান 20 N

সমস্যা ২৯। 2 kg ভরের একটি চলত বস্তুর ওপর 4 s ধরে 10 N বল প্রযুক্ত হওয়ার ফলে বস্তুটি 100 m পথ অভিক্রম করে। বস্তুটির আদি বেগ কত ছিল?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{10}{2} = 5 \text{ ms}^{-2}$$

আবার আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 100 \text{ m} = u \times 4s + \frac{1}{2} \times 16 = 4u + 40$$

$$\text{বা, } 4u = 60$$

$$\therefore u = 15 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বস্তুটির আদিবেগ 15 ms^{-1} ছিল।

$$\text{এখানে,}$$

$$\text{ভর, } m = 2 \text{ kg}$$

$$\text{বল, } F = 10 \text{ N}$$

$$\text{সরণ, } S = 100 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 4 \text{ s}$$

$$\text{আদিবেগ, } u = ?$$

সমস্যা ৩০। 300 m s^{-1} বেগের 5 g এর একটি গুলি কাঠের খুটিতে আঘাত করে এবং গুলিটি কাঠের খুটিতে অভিক্রম করে। কাঠের খুটিতে গুলির বল ধ্বনি হলে, বলের মান কত ছিল?

সমাধান : আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0 = (300)^2 - 2 \times a \times 5 \times 10^{-2}$$

$$\text{বা, } a = \frac{(300)^2}{(2 \times 5 \times 10^{-2})}$$

$$\therefore a = 9 \times 10^5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 5 \times 10^{-3} \times 9 \times 10^5 = 45 \times 10^2 = 4.5 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\text{অতএব, বলের মান } 4.5 \times 10^3 \text{ N।}$$

সমস্যা ৩১। একটি বল 100 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 10 s ক্রিয়া করে একে স্থিতিশীল অবস্থা হতে 100 m টেনে নিয়ে যায়। বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, $s = v \times t$

$$\text{বা, } v = \frac{s}{t} = \frac{100}{10} = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } F = ma = m \left(\frac{v - v_0}{t} \right)$$

$$= 100 \times \left(\frac{10 - 0}{10} \right) = 100 \text{ N}$$

অতএব, বলের মান 100 N

সমস্যা ৩২। 1 N এর একটি বল 0.1 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। যদি 1 s পর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়, তবে প্রথম থেকে 2 s -এ বস্তুটি কতদূর যাবে?

সমাধান : ধরি, ত্বরণ $= a$

আমরা জানি, $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{1}{0.1 \text{ kg}} = 10 \text{ ms}^{-2}$$

1 s পর বেগ v হলে,

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

1 s এ অভিক্রান্ত দূরত্ব s_1 হলে,

$$s_1 = ut + \frac{1}{2} at^2 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 10 \text{ ms}^{-2} \times (1 \text{ s})^2 = 5 \text{ m}$$

বল এর ক্রিয়া বন্ধ হওয়ার পরবর্তী 1 s -এ বস্তু v সমবেগে চলবে।

$$\therefore \text{অভিক্রান্ত দূরত্ব, } s_2 = v \times t = 10 \text{ ms}^{-1} \times 1 \text{ s} = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore 2 \text{ s}-এ মোট অভিক্রান্ত দূরত্ব, } s = s_1 + s_2 = 5 \text{ m} + 10 \text{ m} = 15 \text{ m}$$

সুতরাং অভিক্রান্ত দূরত্ব 15 m ।

সমস্যা ৩৩। 100 N এর একটি বল 10 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। যদি 5 s পরে বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায় তাহলে প্রথম হতে 10 s -এ বস্তুটি কত দূরত্ব অভিক্রম করবে?

সমাধান : ধরি, ত্বরণ a .

আমরা জানি, $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{100 \text{ N}}{10 \text{ kg}}$$

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

$1 \text{ m } 5 \text{ s}-এ অভিক্রান্ত দূরত্ব,$

$$s_1 = ut + \frac{1}{2} at^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \text{ ms}^{-2} \times (5 \text{ s})^2 = 125 \text{ m}$$

বল বন্ধ হওয়ার পর পরবর্তী 5 s -এ বস্তু v সমবেগে চলবে।

ধরি, 5 s পর বেগ v .

$$\therefore v = u + at = 0 + 10 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ s} = 50 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{অভিক্রান্ত দূরত্ব, } s_2 = v \times t = 50 \text{ ms}^{-1} \times 5 \text{ s} = 250 \text{ m}$$

$$\therefore 10 \text{ s}-এ মোট অভিক্রান্ত দূরত্ব,$$

$$s = s_1 + s_2 = (125 + 250) \text{ m} = 375 \text{ m}$$

সুতরাং নির্ণেয় অভিক্রান্ত দূরত্ব 375 m ।



সমস্যা ৩৪। একটি ধূব বল 10 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 3 s ক্রিয়া করে থেমে যায়। বন্টি পরবর্তী 3s এ 36 m দূরত্ব অতিক্রম করলে বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 10 \text{ kg}$

মনে করি, ধূব বল = F

১য় ক্ষেত্রে, $t_1 = 3 \text{ s}$

২য় ক্ষেত্রে, অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 36 \text{ m}$; সময়, $t_2 = 3 \text{ s}$

যেহেতু বলটি প্রথম 3s ক্রীয়াশীল থাকার পর আর কাজ করে না কাজেই বন্টি শেষ 3s সময়ে সমবেগে চলবে।

$$\therefore s = v \times t_2$$

$$\text{বা, } v = \frac{s}{t_2} = \frac{36}{3} = 12 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি, $v = v_0 + at_1$

$$\text{বা, } 12 = 0 + a \times 3$$

$$\therefore a = 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 10 \times 4 = 40 \text{ N}$$

অতএব, ধূব বলের মান 40 N।

সমস্যা ৩৫। সমতুরপে ধার্বাচান 3 kg ভরের একটি বস্তু এর গতির 5th সেকেন্ডে ও 8th সেকেন্ডে যথাক্রমে 0.18 m এবং 0.30 m দূরত্ব অতিক্রম করে। ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, ক্রিয়াশীল বলের মান F

$$\text{আমরা জানি, } s_{\text{th}} = u + \frac{1}{2} a (2t - 1) \quad \dots \dots \dots (1)$$

১য় ক্ষেত্রে আমরা পাই,

$$s_{t_1} = u + \frac{1}{2} a (2t_1 - 1)$$

$$\text{বা, } 0.18 = u + \frac{1}{2} a (2 \times 5 - 1)$$

$$\text{বা, } 0.18 = u + \frac{9a}{2}$$

$$\text{বা, } 2u + 9a = 0.36 \dots \dots (2)$$

২য় ক্ষেত্রে আমরা পাই,

$$s_{t_2} = u + \frac{1}{2} a (2t_2 - 1)$$

$$\text{বা, } 0.30 = u + \frac{1}{2} a (2 \times 8 - 1) = u + \frac{15a}{2}$$

$$\text{বা, } 2u + 15a = 0.60 \dots \dots (3)$$

(৩) নং হতে (২) নং বিয়োগ করে পাই,

$$6a = 0.24$$

$$\therefore a = \frac{0.24}{6} = 0.04 \text{ m s}^{-2}$$

$$\therefore \text{ক্রিয়াশীল বলের মান, } F = ma = 3 \text{ kg} \times 0.04 \text{ m s}^{-2} = 0.12 \text{ N}$$

অতএব, ক্রিয়াশীল বলের মান 0.12 N।

সমস্যা ৩৬। 50 kg ভরের এক ব্যক্তি 1950 kg ভরের একটি গাড়ি স্থিরাবস্থা থেকে প্রথম 10 s সমতুরপে চালালো। অতঃপর 10 minute সমবেগে চালানোর পর ত্রৈক চেপে 1 s এর মধ্যে গাড়িটি থামাল। যাত্রা শুরুর 4 s পর গাড়ির বেগ 8 m/s হলে গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব এবং গাড়ি থামাতে প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, মোট ভর = $(50 + 1950) \text{ kg} = 2000 \text{ kg}$

প্রথমোক্ত সময়কাল, $t_1 = 4 \text{ s}$

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

$$\text{প্রথমোক্ত ত্বরণ, } a_1 = \frac{v - u_1}{t} = \frac{8 \text{ ms}^{-1}}{4 \text{ s}} = 2 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{প্রথম 10 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 = u_1 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

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

$$= 100 \text{ m}$$

প্রথম 10s এ চলন্ত গাড়িটি বেগ অর্জন করে,

$$v_1 = u_1 + a_1 t_1 = 0 + 2 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ s} = 20 \text{ ms}^{-1}$$

পরবর্তী 10 min এ গাড়িটি দূরত্ব অতিক্রম করে,

$$s_2 = v_1 t_2 = 20 \text{ ms}^{-1} \times 10 \times 60 \text{ s} = 12000 \text{ m}$$

তৃতীয় সময়কাল, $t_3 = 1 \text{ s}$

শেষবেগ, $v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

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

$$\text{ত্বরণ, } a_3 = \frac{v_2 - u}{t_3} = \frac{(0 - 20) \text{ ms}^{-1}}{1 \text{ s}}$$

$$= -20 \text{ ms}^{-2}$$

শেষ 5s-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব s_3 হলে,

$$v_2^2 = u^2 + 2as_3$$

$$\text{বা, } s_3 = \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

$$= \frac{0 \text{ ms}^{-2} - (20 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times (-20 \text{ ms}^{-2})} = 10 \text{ m}$$

গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব, $s = s_1 + s_2 + s_3$

$$= 100 \text{ m} + 12000 \text{ m} + 10 \text{ m}$$

$$= 12110 \text{ m}$$

গাড়ি থামাতে প্রযুক্ত বল, $F = ma_3 = 2000 \text{ kg} \times (-20 \text{ ms}^{-2})$

$$= -40000 \text{ N}$$

[ঝণাঝ্রক চিহ্ন প্রযুক্ত বল গতির বিপরীতে নির্দেশ করে] অতএব, গাড়ি কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব 12110 m এবং গাড়ি থামাতে প্রযুক্ত বলের মান 40000 N।

সমস্যা ৩৭। 1200 kg ভরের একটি গাড়ি 20 m s^{-1} দূরত্বে চলছিল। অতঃপর গাড়িটি 800 kg ভরের একটি স্থির গাড়িকে ধাকা দিল। ধাকার পর গাড়ি দুটি একত্রিত হয়ে 120 m পিছলিয়ে থেমে গেল। বাধাদানকারী বলের মান কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2)v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \left(\frac{1200 \times 20 + 800 \times 0}{1200 + 800} \right) \text{ m s}^{-1}$$

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

এখানে, ১য় গাড়ির ভর, $m_1 = 1200 \text{ kg}$

২য় গাড়ির ভর, $m_2 = 800 \text{ kg}$

১য় গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 20 \text{ m s}^{-1}$

২য় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 0 \text{ m s}^{-1}$

গাড়ি দুটির মিলিত বেগ, $v = ?$

ধাকার পর সরণ, $s = 120 \text{ m}$

বাধাদানকারী বলের মান, $F = ?$

আবার, আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } a = \frac{v^2 - u^2}{2s} = \frac{(0)^2 - (12 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 120 \text{ m}}$$

$$= -\frac{144}{240} \text{ m s}^{-2} = -0.6 \text{ m s}^{-2}$$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 12 \text{ m s}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$

[থেমে গেল বলে]

সরণ, $s = 120 \text{ m}$

এখন, বাধাদানকারী বল, $F = ma = (m_1 + m_2) a$

$$= (1200 + 800) \text{ kg} \times (-0.6 \text{ m s}^{-2})$$

$$= -1200 \text{ N} \text{ [বাধাদানকারী বল খণ্ডাত্মক]}$$

অতএব, বাধাদানকারী বলের মান 1200 N।

সমস্যা ৩৮। একটি বস্তুর উপর 7 N বল প্রয়োগ করা হলে 3 m s^{-2} ত্বরণ হয়। ভর কত? বস্তুর উপর 5 N এর বল 7 N এর সাথে 60° কোণে প্রয়োগ করলে ত্বরণ কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এখানে, } F_1 = ma_1$$

$$\text{বা, } m = \frac{F_1}{a_1} = \frac{7 \text{ N}}{3 \text{ m s}^{-2}} = \frac{7}{3} \text{ kg}$$

আবার, সম্মিলিত বল,

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_1 F_2 \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{(7 \text{ N})^2 + (5 \text{ N})^2 + 7 \text{ N} \times 5 \text{ N} \times \cos 60^\circ} = 9.566 \text{ N}$$

আবার, $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{9.566 \text{ N}}{\frac{7}{3} \text{ kg}} = 4.1 \text{ m s}^{-2}$$

অতএব, $5N$ বলের জন্য বস্তুটির ত্বরণ 4.1 m s^{-2} হবে।

সমস্যা ৩৯। 10 g ভরের একটি বুলেট 4 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 200 m s^{-1} বেগে নিষিক্ষিত হলো। বন্দুকটির পশ্চাত বেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} MV &= -mv \\ \text{বা, } V &= -\frac{mv}{M} \\ &= -\frac{0.01 \text{ kg} \times 250 \text{ ms}^{-1}}{4 \text{ kg}} \\ &= -0.5 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

বেগের মান খালাইক বলে পশ্চাত বেগ নির্দেশ করে। সূতরাং বন্দুকের পশ্চাত বেগ 0.5 ms^{-1} ।

সমস্যা ৪০। 5 kg ভরের একটি বন্দুকের নল থেকে $8g$ ভরের একটি গুলি নির্গত হলে বন্দুকের পশ্চাতবেগ 0.64 m s^{-1} হয়। গুলিটি লক্ষ্যবস্তুর মধ্যে 50 cm প্রবেশ করে থেমে যায়। গুলিটির উপর প্রযুক্তি বাধা বল নির্ণয় কর। ($0 = MV + mv, 0^2 = u^2 - 2as, F = ma$)

সমাধান : যেহেতু গুলি ছোড়ার পূর্বে বন্দুক ও গুলি উভয়ে স্থির ছিল ফলে এদের মোট ভরবেগ = 0। এবার বন্দুক ও গুলির ভর যথাক্রমে m_1 ও m_2 এবং রবেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে,

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র অনুযায়ী পাই,

$$0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } 0 = 5 \times 0.64 + 8 \times 10^{-3} \times v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = -\frac{5 \times 0.64}{8 \times 10^{-3}} = -400 \text{ ms}^{-1}$$

লক্ষ্যবস্তুর মধ্য 50 cm বা 0.5 m প্রবেশ করার পর গুলির বেগ শূন্য হয়। গুলির মন্দন a হলো,

$$v^2 = v_0^2 - 2as \text{ সমীকরণ থেকে পাই,}$$

$$\text{বা, } 0 = (-400)^2 - 2 \times a \times 0.5$$

$$\therefore a = 160000 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{বাধা, } F = ma = 8 \times 10^{-3} \times 160000 = 1280 \text{ N}$$

অতএব, বাধাবল 1280 N ।

সমস্যা ৪১। মহাকাশে অবস্থিত একটি শাটল মহাকাশ যানের ভর $3 \times 10^3 \text{ kg}$ এবং জ্বালানির ভর 50 kg । জ্বালানি 5 kg s^{-1} হারে ব্যবহৃত হলে এবং 150 m s^{-1} সূচম মুভিতে নির্গত হলে শাটল যানের উপর ধাক্কা নির্ণয় কর।

সমাধান :

যেহেতু জ্বালানি 5 kg s^{-1} হারে ব্যবহৃত হয় অর্থাৎ

5 kg জ্বালানির জন্য ব্যবহৃত সময় 1 s

$$\therefore 1 \text{ kg জ্বালানির জন্য ব্যবহৃত সময়} = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$\therefore 50 \text{ kg জ্বালানির জন্য ব্যবহৃত সময়} = \frac{1 \times 50}{5} \text{ s} \\ = 10 \text{ s}$$

$$\therefore \text{সময়, } t = 10 \text{ s}$$

আমরা জানি, $F = ma$

$$\begin{aligned} &= m_2 \frac{v_2 - u_2}{t} \\ &= 50 \text{ kg} \times \frac{(150 \text{ m s}^{-1} - 0)}{10 \text{ s}} \\ &= 750 \text{ N} \end{aligned}$$

অতএব, শাটল যানের উপর ধাক্কা 750 N ।

সমস্যা ৪২। একটি রকেট তার উভয়নের প্রথম সেকেন্ডে তার ভরের $\frac{1}{60}$ ভাগ হারায়। রকেট হতে গ্যাস 2400 m s^{-1} বেগে বের করে দেয়। রকেটটির ত্বরণ কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} a &= \frac{v_t}{m} \left(\frac{dm}{dt} \right) - g \\ &= \frac{2400}{m} \times \left(\frac{m}{60 \times 1} \right) - g \\ &= \left(\frac{2400}{60} - 9.8 \right) \text{ m s}^{-2} = 30.2 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে, } dm &= \frac{m}{60} \\ dt &= 1 \text{ s} \\ \text{বেগ, } v_t &= 2400 \text{ m s}^{-1} \\ \text{রকেটটির ত্বরণ, } a &=? \end{aligned}$$

অতএব, রকেটটির ত্বরণ 30.2 m s^{-2} ।

সমস্যা ৪৩। 15000 kg জ্বালানিসহ একটি রকেটের ভর হলো $20,000 \text{ kg}$ । রকেটের সাপেক্ষে 3000 m s^{-1} মুভিতে জ্বালানি 200 kg s^{-1} হারে পুড়ে। রকেটটি যদি খাড়া উপরের দিকে নিষিক্ষিত হয়ে থাকে তবে রকেটের ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা পাই,

$$\begin{aligned} F &= Vr \frac{dm}{dt} \\ &= 3000 \text{ ms}^{-1} \times 200 \text{ kg s}^{-1} \\ &= 600000 \text{ N} \end{aligned}$$

এখন, আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{600000 \text{ N}}{20000 \text{ kg}} = 30 \text{ ms}^{-2}$$

\therefore রকেটের ত্বরণ 30 ms^{-2} ।

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{রকেট ও জ্বালানির ভর, } m &= 20000 \text{ kg} \\ \text{রকেটের সাপেক্ষে জ্বালানির বেগ, } v_r &= 3000 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{জ্বালানি নির্গমনের হার, } \frac{dm}{dt} = 200 \text{ kg s}^{-1}$$

রকেটের ত্বরণ, $a = ?$

সমস্যা ৪৪। 3 kg ভরের একটি বল 2 m s^{-1} বেগে পূর্বদিকে চলছে। 1 kg ভরের অপর একটি বল 2 m s^{-1} বেগে পশ্চিম দিকে চলছে। কোন এক সময় বল দুটির মধ্যে সংঘর্ষের ফলে এরা মিলে এক হয়ে গেল। মিলিত বলটি কত বেগে কোন দিকে চলবে?

সমাধান : আমরা জানি, $m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$

$$\begin{aligned} \text{বা, } v &= \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ &= \frac{((3 \times 2) + 1 \times (-2)) \text{ kg m s}^{-1}}{(3 + 1) \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{6 - 2}{4} \right) \text{ m s}^{-1}$$

$$= \frac{4}{4} \text{ m s}^{-1} = 1 \text{ m s}^{-1}$$

এখানে,

$$1 \text{ ম বলের ভর, } m_1 = 3 \text{ kg}$$

$$2 \text{ ম বলের ভর, } m_2 = 1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ম বলের আদিবেগ, } u_1 = 2 \text{ m s}^{-1}$$

$$2 \text{ ম বলের আদিবেগ, } u_2 = -2 \text{ m s}^{-1}$$

মিলিত বলহয়ের বেগ, $v = ?$

যেহেতু মিলিত বেগ খনাহাক, তাই বলহয় 1 m s^{-1} বেগে পূর্বদিকে যাবে।

সমস্যা ৪৫। 5 kg ভরের একটি বস্তু 10 m s^{-1} বেগে চলত অবস্থায় 3 ms^{-1} বেগে একই দিকে গতিশীল 2 kg ভরের অপর একটি বস্তুর সাথে মিলিত হয়ে যায়। মিলিত হয়ে একটি বস্তুতে পরিণত হওয়ার পর এর বেগ কত হবে?

সমাধান : স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \left(\frac{5 \times 10 + 2 \times 3}{5 + 2} \right) \text{ m s}^{-1}$$

$$= \left(\frac{50 + 6}{7} \right) \text{ m s}^{-1}$$

$$= 8 \text{ m s}^{-1}$$

এখানে, $1 \text{ ম বস্তুর ভর, } m_1 = 5 \text{ kg}$

$$2 \text{ ম বস্তুর ভর, } m_2 = 2 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ম বস্তুর আদিবেগ, } u_1 = 10 \text{ m s}^{-1}$$

$$2 \text{ ম বস্তুর আদিবেগ, } u_2 = 3 \text{ m s}^{-1}$$

বস্তুহয়ের সংযুক্ত বেগ, $v = ?$

অতএব মিলিত বস্তুটি 8 m s^{-1} বেগে উত্তর দিকে চলবে।



সমস্যা ৮৬। 600 kg ভরের একখানি গাড়ি 20 m s^{-1} বেগে সরল পথে চলতে চলতে 1400 kg ভরের একখানি স্থির ট্রাকের সাথে ধাঢ়া খেয়ে আটকে গেল। মিলিত গাড়ি দুইটির বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } \\ m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v \\ \text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ = \frac{(600 \times 20 + 1400 \times 0)}{600 + 1400} \text{ m s}^{-1} \\ = \frac{12000}{2000} \text{ m s}^{-1} = 6 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখনে, } 1\text{ম গাড়ির ভর, } m_1 = 600 \text{ kg} \\ 2\text{য গাড়ির (ট্রাক) ভর, } m_2 = 1400 \text{ kg} \\ 1\text{ম গাড়ির আদিবেগ, } u_1 = 20 \text{ m s}^{-1} \\ 2\text{য গাড়ির (ট্রাক) আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ m s}^{-1} \\ \text{[যেহেতু ট্রাকটি স্থির]} \\ \text{গাড়ি দুটির মিলিত বেগ = ?} \end{aligned}$$

অতএব, গাড়ি দুটির মিলিত বেগ 6 m s^{-1} ।

সমস্যা ৮৭। 300 kg ভরের কোনো নৌকার দুইটি গলুই থেকে 20 kg এবং 25 kg ভরের দুইজন বালক যথাক্রমে 3.25 m s^{-1} ও 2 m s^{-1} বেগে দুইদিকে লাফ দেয়। নৌকাটি কত বেগে এবং কোন দিকে চলবে?

সমাধান : স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } MV = m_1 u_1 + m_2 u_2 \\ \text{বা, } V = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{M} \\ = \frac{(20 \times 3.25 + 25 \times (-2))}{300} \text{ m s}^{-1} \\ = \frac{(65 - 50)}{300} \text{ m s}^{-1} = 0.05 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখনে, } 1\text{ম নৌকার ভর, } M = 300 \text{ kg} \\ 1\text{ম বালকের ভর, } m_1 = 20 \text{ kg} \\ 2\text{য বালকের ভর, } m_2 = 25 \text{ kg} \\ 1\text{ম বালকের আদিবেগ, } u_1 = 3.25 \text{ m s}^{-1} \\ 2\text{য বালকের আদিবেগ, } u_2 = -2 \text{ m s}^{-1} \\ \text{নৌকাটির বেগ, } V = ? \end{aligned}$$

যেহেতু নৌকার বেগ ধনাত্মক, তাই নৌকাটি 0.05 m s^{-1} বেগে 25 kg ভরের দিকে চলবে।

সমস্যা ৮৮। 30 m s^{-1} বেগে গতিশীল একটি গাড়ির উপর 30 kg ভরের একটি বস্তু উপর হতে খাড়াভাবে পড়ে গাড়ির মধ্যে রয়ে গেল। গাড়ির ভর 150 kg হলে বস্তুসহ গাড়ির বেগ কত হবে?

$$\begin{aligned} \text{সমাধান : আমরা জানি, } \\ m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v \\ \text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ = \frac{(150 \times 30 + 30 \times 0)}{150 + 30} \text{ m s}^{-1} \\ = \frac{4500}{180} \text{ m s}^{-1} = 25 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখনে, } \\ \text{গাড়িটির আদিবেগ, } u_1 = 30 \text{ m s}^{-1} \\ \text{গাড়িটির ভর, } m_1 = 150 \text{ kg} \\ \text{বস্তুটির ভর, } m_2 = 30 \text{ kg} \\ \text{বস্তুটির আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ m s}^{-1} \\ \text{বস্তুসহ গাড়ির বেগ, } v = ? \end{aligned}$$

অতএব, বস্তুসহ গাড়ির বেগ 25 m s^{-1} ।

সমস্যা ৮৯। ক্ষেত্ৰিক জুতা পায়ে দাঁড়ানো তমার কাছে অয়ন 3.3 kg ভরের একটি বল ছোঁড়ে। তমার ভর 48 kg । বলটি লোকার সাথে সাথে তমা 0.32 m s^{-1} বেগে গতিশীল হয়। তমা যখন বলটি ধরে তখন বলটির বেগ কত ছিল?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} m_1 v_1 = m_2 v_2 \text{ বা, } v_1 = \frac{m_2 v_2}{m_1} \\ = \frac{48 \text{ kg} \times 0.32 \text{ m s}^{-1}}{3.3 \text{ kg}} = 4.65 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, বলটির বেগ 4.65 m s^{-1} ।

সমস্যা ৯০। 4 kg ভরের একটি হাঁসপাখি একটি গাছের ডালে বসে আছে। পাখিটিকে 20 g ভরের একটি বুলেট 200 m s^{-1} বেগে অনুভূমিকভাবে আঘাত করল। বুলেটটি পাখির মধ্যে রয়ে গেলে পাখিটির অনুভূমিক বেগ কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\begin{aligned} \text{এখনে, } \\ \text{বলের ভর, } m_1 = 3.3 \text{ kg} \\ \text{তমার ভর, } m_2 = 48 \text{ kg} \\ \text{তমার বেগ, } v_2 = 0.32 \text{ m s}^{-1} \\ \text{বলটির বেগ, } v_1 = ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখনে, পাখিটির ভর, } m_1 = 4 \text{ kg} \\ \text{বুলেটের ভর, } m_2 = 20 \text{ g} \end{aligned}$$

৫৩৪ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



$$\begin{aligned} \text{বা, } v &= \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ &= \frac{4 \text{ kg} \times 0 + 0.02 \text{ kg} \times 200 \text{ m s}^{-1}}{4 \text{ kg} + 0.02 \text{ kg}} \\ &= 0.995 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$= \frac{20}{1000} \text{ kg} = 0.02 \text{ kg}$$

বুলেটের আদিবেগ, $u_2 = 200 \text{ m s}^{-1}$

পাখিটির আদিবেগ, $u_1 = 0 \text{ m s}^{-1}$

পাখিটির অনুভূমিক বেগ, $v_0 = ?$

অতএব, পাখিটির অনুভূমিক বেগ 0.995 m s^{-1} ।

সমস্যা ৯১। ৫ মেট্রিক টন ভরের বালু বোঝাই একটি ট্রাক 20 m s^{-1} বেগে চলছিল। এমন সময় ট্রাকের ছিদ্র দিয়ে 100 kg বালু নিচে পড়ে গেল। ট্রাকের বর্তমান বেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} m_1 v_1 &= m_2 v_2 \\ \text{বা, } v_2 &= \frac{m_1 v_1}{m_2} \\ &= \frac{5000 \text{ kg} \times 20 \text{ m s}^{-1}}{4900 \text{ kg}} \\ &= 20.4 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, ট্রাকের বর্তমান বেগ 20.4 m s^{-1} ।

সমস্যা ৯২। ৫ kg ভরের একটি দৃঢ়চৰু ঘূৰ্ণন অক্ষ থেকে 1.5 m দূরে 5 rad s^{-1} কৌণিক দ্রুতিতে ঘূৰছে। এর জড়তার ভাবক এবং ঘূৰন গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{জড়তার ভাবক, } I &= M r^2 \\ &= 5 \text{ kg} \times (1.5 \text{ m})^2 \\ &= 11.25 \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ঘূৰন গতিশক্তি, } E &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 11.25 \text{ kg m}^2 (5 \text{ rad s}^{-1})^2 = 140.625 \text{ J} \end{aligned}$$

অতএব জড়তার ভাবক 11.25 kg m^2 এবং ঘূৰন গতিশক্তি 140.625 J ।

সমস্যা ৯৩। একটি চাকার ভর 2500 kg এবং এর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 1.5 m ; মিনিটে 150 বার ঘূৰালে চাকার ঘূৰন শক্তি কত হবে?

সমাধান : এখনে, চাকার ভর, $M = 2500 \text{ kg}$

$$\text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ, } K = 1.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{চাকার কৌণিক বেগ, } \omega &= \frac{2\pi N}{t} = \frac{150 \times 2\pi}{60 \text{ s}} \text{ rad/s} \\ &\therefore \omega = 15.7 \text{ rad s}^{-1} \end{aligned}$$

চাকার ঘূৰন গতিশক্তি, $K.E = ?$

$$\text{আমরা জানি, } K.E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\text{আবার, } I = MK^2 = 2500 \text{ kg} \times (1.5 \text{ m})^2 = 5625 \text{ kg m}^2$$

$$\text{এখন, } K.E. = \frac{1}{2} \times 5625 \text{ kg m}^2 \times (15.7 \text{ rad s}^{-1})^2$$

$$\text{বা, } K.E. = 693253.1 \text{ J} = 6.93 \times 10^5 \text{ J}$$

অতএব, চাকার ঘূৰন গতিশক্তি $6.93 \times 10^5 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৯৪। পৃষ্ঠীবী নিজের অক্ষের চারিদিকে 24 ঘটায় একবার ঘূৰে আসে। পৃষ্ঠীবীকে $6.37 \times 10^6 \text{ m}$ ব্যাসার্ধে $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ ভরের একটি সুষম গোলক বিবেচনা করা হলে পৃষ্ঠীবীর গতিশক্তি কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } K.E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

এখন, জড়তার ভাবক,

$$\begin{aligned} I &= MK^2 \\ &= (5.98 \times 10^{24}) \times (6.37 \times 10^6)^2 \\ &= 2.4264 \times 10^{38} \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{কৌণিক বেগ, } \omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2 \times 3.1416 \times 1}{86400 \text{ s}} = 7.2722 \times 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{ভর, } M &= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \\ \text{ব্যাসার্ধ, } k &= 6.37 \times 10^6 \text{ m} \\ \text{গতিশক্তি, } K.E &=? \\ \text{ঘূৰন সংখ্যা, } N &= 1 \\ \text{সময়, } t &= 24 \times 60 \times 60 \text{ s} \\ &= 86400 \text{ s} \end{aligned}$$



$$\therefore \text{গতিশক্তি}, k.E = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} (2.4264 \times 10^{-38} \text{ J}) \times (7.2722 \times 10^{-5} \text{ J})^2 \\ = 6.41603 \times 10^{29} \text{ J}$$

অতএব পৃথিবী নিজের অক্ষের চারিদিকে একবার ঘূরলে গতিশক্তি $6.41603 \times 10^{29} \text{ J}$ ।

সমস্যা ৫৫। একটি নিম্নিট অক্ষকে কেন্দ্র করে 13 rad s^{-1} কৌণিক বেগে ঘূর্ণনর একটি চাকার গতিশক্তি 29 J । ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে চাকাটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\text{বা, } 29 = \frac{1}{2} I \times (13)^2$$

$$\text{বা, } I = \frac{29 \times 2}{(13)^2} = 0.34 \text{ kg m}^2$$

অতএব, ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে চাকাটির জড়তার ভ্রামক 0.34 kg m^2 ।

সমস্যা ৫৬। একটি চাকার ভর 0.5 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5 m । এর জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$I = MK^2$$

$$= 0.5 \text{ kg} \times (0.5 \text{ m})^2$$

$$= 0.125 \text{ kg m}^2$$

অতএব, চাকার জড়তার ভ্রামক 0.125 kg m^2 ।

সমস্যা ৫৭। পৃথিবীর ভর 6×10^{24} কেজি এবং ব্যাসার্ধ $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ হলে পৃথিবীকে গোলক বিবেচনা করলে তার ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$

ব্যাসার্ধ, $r = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$; জড়তার ভ্রামক, $I = ?$

আমরা জানি,

$$I = \frac{2}{5} Mr^2 = \frac{2}{5} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg} \times (6.4 \times 10^6 \text{ m})^2 = 9.83 \times 10^{37} \text{ kg m}^2$$

অতএব, জড়তার ভ্রামক $9.83 \times 10^{37} \text{ kg m}^2$ ।

সমস্যা ৫৮। একটি ধাতব চাকতির ব্যাস 0.2 m এবং ভর 25 kg । চাকতির ভারকেন্দ্র দিয়ে এবং প্র্টের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

সমাধান : ধাতব চাকতির

ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$$I = \frac{1}{2} Mr^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 25 \text{ kg} \times (0.1 \text{ m})^2$$

$$= 0.125 \text{ kg m}^2$$

$$\therefore \text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ}, K = \sqrt{\frac{I}{M}} = \sqrt{\frac{0.125 \text{ kg m}^2}{25 \text{ kg}}} = 0.0707 \text{ m}$$

অতএব, জড়তার ভ্রামক 0.125 kg m^2 এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.0707 m ।

সমস্যা ৫৯। 0.05 kg ভরের একটি লোহার বলকে 2 m দীর্ঘ একটি সুতার এক পাতে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘূরানো হচ্ছে। এর জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{জড়তার ভ্রামক}, I = mr^2 = 0.05 \times (2)^2 = 0.2 \text{ kg m}^2$$

$$\text{আবার, } I = mk^2$$

$$\text{বা, } k^2 = \frac{1}{m} = \sqrt{\frac{1}{m}} = \sqrt{\frac{0.2}{0.05}}$$

$$\therefore k = 2\text{m}$$

অতএব, জড়তার ভ্রামক 0.2 kg m^2 এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 2m ।

এখানে,

$$\text{কৌণিক বেগ, } \omega = 13 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{গতিশক্তি, } E = 29 \text{ J}$$

$$\text{জড়তার ভ্রামক, } I = ?$$

সমস্যা ৬০। কোনো অক্ষ সাপেক্ষে একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক 100 kg m^2 । উন্ন অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুটির চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। বস্তুটির ওজন 9.8 N ।

সমাধান : আমরা জানি,

$$I = mk^2$$

$$\text{বা, } 100 = 1 \times k^2$$

$$\therefore k = 10 \text{ m}$$

অতএব, চক্রগতির ব্যাসার্ধ 10 m ।

এখানে,

$$\text{জড়তার, ভ্রামক, } I = 100 \text{ kg m}^2$$

চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $k = ?$

আমরা জানি, $W = mg$

$$\text{বা, } mg = 9.8$$

$$\text{বা, } m = \frac{9.8}{g} = \frac{9.8}{9.8} = 1 \text{ kg}$$

সমস্যা ৬১। একটি ফ্লাই হুইলের কৌণিক বেগ $2\pi \text{ rad s}^{-1}$ হতে $6\pi \text{ rad s}^{-1}$ এ উন্নীত করতে 100 J কাজ সম্পন্ন করতে হয়। হুইলটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\text{বা, } 2E = I \omega^2$$

$$\text{বা, } 2 \times 100 = I \times (\omega_1^2 - \omega_0^2)$$

$$\text{বা, } I \{(6\pi)^2 - (2\pi)^2\} = 2 \times 100$$

$$\therefore I = \frac{2 \times 100}{(6\pi)^2 - (2\pi)^2} = \frac{200}{315.83} = 0.63 \text{ kg m}^2$$

অতএব, ফ্লাইহুইলের জড়তার ভ্রামক 0.63 kg m^2 ।

সমস্যা ৬২। একটি কণার অবস্থান ডেক্টর $\vec{r} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 3\hat{k}$ এবং রৈখিক ভরবেগ $\vec{p} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$; কণাটির কৌণিক ভরবেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 4 & 3 \\ 2 & -3 & 4 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(16 + 9) + \hat{j}(6 - 8) + \hat{k}(-6 - 8) = 25\hat{i} - 2\hat{j} - 14\hat{k}$$

অতএব, কণাটির কৌণিক ভরবেগ $25\hat{i} - 2\hat{j} - 14\hat{k}$ ।

সমস্যা ৬৩। 500 g ভরের একটি বস্তু 2 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আবর্তন করছে। আবর্তনকাল 10 s হলে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$L = I\omega = mr^2 \times \frac{2\pi N}{T}$$

$$= 0.5 \text{ kg} \times (2 \text{ m})^2 \times \frac{2 \times 3.1416 \times 1}{10} \text{ rad s}^{-1}$$

$$= 1.256 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

অতএব, বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ $1.256 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৬৪। 40 kg ভরবিশিষ্ট একটি বালক নাগরদোলায় বসে 25 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 5 rpm কৌণিক বেগে ঘূরে। বালকটির কৌণিক ভরবেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$L = I\omega = mr^2 \times \omega$$

$$= 40 \text{ kg} \times (25 \text{ m})^2 \times 0.5236 \text{ rad s}^{-1}$$

$$= 13090 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

অতএব, বালকটির কৌণিক ভরবেগ $13090 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ ।

বস্তুর ভর, $m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}$

ব্যাসার্ধ, $r = 2 \text{ m}$

আবর্তনকাল, $T = 10 \text{ s}$

কৌণিক ভরবেগ, $L = ?$

ভর, $m = 40 \text{ kg}$; ব্যাসার্ধ, $r = 25 \text{ m}$

কৌণিক বেগ, $\omega = 5 \text{ rpm}$

$$= \frac{2\pi \times 5}{60 \text{ s}} = 0.5236 \text{ rad s}^{-1}$$

কৌণিক ভরবেগ, $L = ?$

সমস্যা ৬৫। জড়তার ভারক 480 kg m² এবং কৌণিক বেগ 5 rad s⁻² হলে কৌণিক ভরবেগ কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} L &= I\omega \\ &= 480 \times 5 \\ &= 2400 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, কৌণিক ভরবেগ 2400 kg m² s⁻¹।

সমস্যা ৬৬। ঘূর্ণন অঙ্ক সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তার ভারক 100 kg m²। বস্তুটির পর্যায়কাল 0.5 s হলে কৌণিক ভরবেগ কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14}{0.5} = 2.56 \text{ rad s}^{-1}$$

আবার, $L = I\omega = 100 \times 12.56 = 1256 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$

অতএব, কৌণিক ভরবেগ 1256 kg m² s⁻¹।

সমস্যা ৬৭। একটি তামার গোলকের ভর 0.05 kg। এটিকে 2 m দীর্ঘ একটি সুতার সাহায্যে প্রতি সেকেন্ডে 5 বার ঘুরানো হচ্ছে। গোলকটির কৌণিক ভরবেগ কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi N}{t} \\ &= \frac{2 \times 3.14 \times 5}{1} \\ &= 31.4 \text{ rad s}^{-1} \end{aligned}$$

আবার, $L = I\omega$

$$\begin{aligned} &= 0.05 \times 4 \times 31.4 \\ &= 6.28 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, কৌণিক ভরবেগ 6.28 kg m² s⁻¹।

সমস্যা ৬৮। মঞ্চল গ্রহ সূর্যকে কেন্দ্র করে $2.28 \times 10^{11} \text{ m}$ ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরে। মঞ্চলের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। $M_m = 4.46 \times 10^{23} \text{ kg}$, আবর্তনকাল = $5.94 \times 10^7 \text{ s}$ ।

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} L &= I\omega \\ &= M_m r^2 \times \left(\frac{2\pi N}{T}\right) \\ &= 4.46 \times 10^{23} \text{ kg} \times (2.28 \times 10^{11} \text{ m})^2 \\ &\times \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 1 \text{ rad s}^{-1}}{5.94 \times 10^7}\right) \\ &= 24.52 \times 10^{38} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

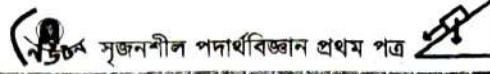
অতএব, মঞ্চলের কৌণিক ভরবেগ $24.52 \times 10^{38} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৬৯। একটি চাকতির ব্যাস 2 m ও ভর 20 kg। 1800 rpm কৌণিক দৃতিতে চাকতির কৌণিক ভরবেগ কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} L &= I\omega \\ &= \frac{1}{2} mr^2 \times \omega \\ &= \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (1 \text{ m})^2 \\ &\times 1884.496 \text{ rad s}^{-1} \\ &= 1884.96 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, চাকতির কৌণিক ভরবেগ $1884.96 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ ।



একাদশ-বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ৭০। একটি তারী স্থির চাকাকে 1560 N m টর্ক প্রয়োগ করে 0.73 rad s⁻¹ কৌণিক বেগ দিতে কত সময় লাগবে? চাকাটির জড়তার ভারক 9100 kg m²।

সমাধান: আমরা জানি,

$$\tau = I\alpha$$

$$\text{বা, } 1560 = 9100 \times \alpha$$

$$\therefore \alpha = \frac{6}{35} \text{ rad s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } \alpha = \frac{\omega}{t}$$

$$\text{বা, } t = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{0.73 \times 35}{6} = 4.26 \text{ s}$$

অতএব, সময় 4.26 s।

সমস্যা ৭১। $\vec{r} = 3\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{F} = \hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ হলে, প্রযুক্ত টর্ক এর মান বের কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \vec{\tau} &= \vec{r} \times \vec{F} \\ &= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 1 & 2 \\ 1 & -3 & 4 \end{vmatrix} \end{aligned}$$

$$= \hat{i}(4+6) + \hat{j}(2-12) + \hat{k}(-9-1) = 10\hat{i} - 10\hat{j} - 10\hat{k}$$

$$\therefore \text{প্রযুক্ত টর্ক এর মান, } \tau = \sqrt{(10)^2 + (-10)^2 + (-10)^2}$$

$$= \sqrt{100 + 100 + 100}$$

$$= \sqrt{300} = \sqrt{10^2 \times 3} = 10\sqrt{3}$$

অতএব, প্রযুক্ত টর্ক এর মান $10\sqrt{3}$ ।

সমস্যা ৭২। একটি চাকার ভর 70 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 75 cm। এর জড়তার ভারক কত? চাকাটিতে 4 rev s⁻² কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} I &= Mk^2 \\ &= 70 \text{ kg} \times (0.75 \text{ m})^2 \\ &= 39.38 \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } \tau = I\alpha$$

$$\begin{aligned} &= 39.38 \text{ kg m}^2 \times 4 \text{ rev s}^{-2} \\ &= 157.52 \text{ Nm} \end{aligned}$$

অতএব, জড়তার ভারক 39.38 kg m² এবং টর্কের মান 157.52 Nm।

সমস্যা ৭৩। 2.4 kg ভর এবং 0.2 m চক্রগতির ব্যাসার্ধ সম্পর্ক একটি চাকতিতে কী পরিমাণ টর্ক ক্রিয়া করলে তার কৌণিক ত্বরণ 3 rad s^{-2} হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \tau &= I\alpha \\ &= (mk^2) \times \alpha \\ &= 2.4 \times (0.2)^2 \times 3 \\ &= 0.288 \text{ Nm} \end{aligned}$$

অতএব, টর্কের পরিমাণ 0.288 Nm।

সমস্যা ৭৪। জড়তার ভারক 250 kg m² এবং কৌণিক ত্বরণ 4 rad s^{-2} হলে টর্ক কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \tau &= I\alpha \\ &= 250 \text{ kg} \times 4 \text{ rad s}^{-2} \\ &= 1000 \text{ Nm} \end{aligned}$$

অতএব, টর্কের মান 1000 Nm।

এখানে, কণার অবস্থান ভেঙ্গে

$$\vec{r} = 3\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$$

বৈরিক ভরবেগ,

$$\vec{F} = \hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$$

প্রযুক্ত টর্ক, $\vec{\tau} = ?$

$$= \hat{i}(4+6) + \hat{j}(2-12) + \hat{k}(-9-1) = 10\hat{i} - 10\hat{j} - 10\hat{k}$$

$$= \sqrt{(10)^2 + (-10)^2 + (-10)^2}$$

$$= \sqrt{100 + 100 + 100}$$

$$= \sqrt{300} = \sqrt{10^2 \times 3} = 10\sqrt{3}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{চাকার ভর, } M &= 70 \text{ kg} \\ \text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ, } k &= 75 \text{ cm} \\ &= 0.75 \text{ m} \end{aligned}$$

কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = 4 \text{ rad s}^{-2}$

জড়তার ভারক, $I = ?$

টর্ক, $\tau = ?$

অতএব, জড়তার ভারক 39.38 kg m² এবং টর্কের মান 157.52 Nm।

সমস্যা ৭৫। একটি চাকার ভর 70 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 75 cm। এর জড়তার ভারক কত? চাকাটিতে 4 rev s⁻² কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} I &= Mk^2 \\ &= 70 \text{ kg} \times (0.75 \text{ m})^2 \\ &= 39.38 \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } \tau = I\alpha$$

$$= 39.38 \text{ kg m}^2 \times 4 \text{ rev s}^{-2}$$

$$= 157.52 \text{ Nm}$$

অতএব, জড়তার ভারক 39.38 kg m² এবং টর্কের মান 157.52 Nm।

সমস্যা ৭৬। একটি চাকার ভর 250 kg m² এবং কৌণিক ত্বরণ 4 rad s^{-2} হলে টর্ক কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \tau &= I\alpha \\ &= 250 \text{ kg} \times 4 \text{ rad s}^{-2} \\ &= 1000 \text{ Nm} \end{aligned}$$

অতএব, টর্কের মান 1000 Nm।



সমস্যা ৭৫। একটি ফ্লাই হুইলের জড়তার ভ্রামক 0.05 kg m^2 । এর কৌণিক বেগ 8 s এ 60 rpm হতে 300 rpm পর্যন্ত ঘূর্ণ পেলে হুইলের উপর ক্রিয়ারত টর্কের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\omega &= \omega_0 + \alpha t \\ \text{বা, } \alpha &= \frac{\omega - \omega_0}{t} \\ \text{বা, } \alpha &= \frac{(31.416 - 6.2832) \text{ rad s}^{-1}}{8 \text{ s}} \\ &= 3.1416 \text{ rad s}^{-2} \\ \text{আবার, } t &= 1\alpha \\ &= 0.05 \text{ kg m}^2 \\ &\quad \times 3.1416 \text{ rad s}^{-2} \\ &= 0.157 \text{ Nm}\end{aligned}$$

অতএব, হুইলের উপর ক্রিয়ারত টর্কের মান 0.157 Nm ।

সমস্যা ৭৬। একটি চক্রের ভর 5 kg , চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5 m । এটি প্রতি মিনিটে 300 বার আবর্তিত হচ্ছে। জড়তার ভ্রামক ও গতিশক্তি নির্ণয় কর। 2 rad s^{-2} কৌণিক ত্বরণ সূচিত করতে কত টর্ক প্রয়োজন?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\text{জড়তার ভ্রামক, } I &= mk^2 \\ &= 5 \text{ kg} \times (0.5 \text{ m})^2 \\ &= 1.25 \text{ kg m}^2 \\ \text{টর্ক, } \tau &= I\alpha \\ &= 1.25 \text{ kg m}^2 \times 2 \text{ rad s}^{-2} \\ &= 2.5 \text{ Nm} \\ \text{কৌণিক বেগ, } \omega &= \frac{2\pi N}{t} \\ &= \frac{2 \times 3.1416 \times 300}{60 \text{ s}} \\ &= 31.416 \text{ rad s}^{-1} \\ \therefore \text{গতিশক্তি, } k.E &= \frac{1}{2} I\omega^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1.25 \text{ kg m}^2 \times (31.416 \text{ rad s}^{-1})^2 = 617 \text{ J}\end{aligned}$$

অতএব চক্রটির জড়তার ভ্রামক 1.25 kg m^2 । গতিশক্তি 617 J এবং টর্ক 2.5 Nm ।

সমস্যা ৭৭। 2 kg ভরের একটি পাথরকে 12 m লম্বা একটি সূতার সাহায্যে ঘূর্ণপথে ঘুরানো হচ্ছে। সূতাটি সর্বোচ্চ 19.6 N টান সহ্য করতে পারে। সূতা না ছিটে পাথরটিকে সর্বোচ্চ কত সমদ্রুতিতে ঘোরানো যেতে পারে?

$$\begin{aligned}\text{সমাধান : আমরা জানি, } T &= \frac{mv^2}{r} \\ \text{বা, } 19.6 &= \frac{2 \times v^2}{12} \\ \therefore v &= 10.84 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

অতএব, সর্বোচ্চ 10.84 ms^{-1} সমদ্রুতিতে ঘুরানো যাবে।

সমস্যা ৭৮। $0.5 \text{ লক্ষ রশির একপাত্রে } 0.2 \text{ kg}$ ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে অন্য প্রান্ত হাতে ধরে উল্লম্ব তলে ঘোরানো হচ্ছে। সর্বনিম্ন কত দূরতিতে ঘোরালে বস্তুর সর্বোচ্চ অবস্থানে রশি টানটান থাকবে?

সমাধান : এক্ষেত্রে কেন্দ্রুদ্ধূরী ত্বরণ অভিকর্ষজ ত্বরণের সমান হবে।

$$\begin{aligned}\therefore \frac{v^2}{r} &= g \\ \therefore v &= \sqrt{gr} \\ &= \sqrt{9.8 \times 9.5} \text{ ms}^{-1} \\ &= 2.2136 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned}\text{জড়তার ভ্রামক, } I &= 0.05 \text{ kg m}^2 \\ \text{সময়, } t &= 8 \text{ s} \\ \text{আদি কৌণিক বেগ, } \omega_0 &= 60 \text{ rpm} \\ &= \frac{60 \times 2 \times 3.1416}{60} \text{ rad s}^{-1} \\ &= 6.2832 \text{ rad s}^{-1} \\ \text{শেষ কৌণিক বেগ, } \omega &= 300 \text{ rpm} \\ &= \frac{300 \times 2 \times 3.1416}{60} \text{ rad s}^{-1} \\ &= 31.416 \text{ rad s}^{-1} \\ \text{ক্রিয়ারত টর্কের মান, } \tau &= ?\end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned}\text{ভর, } m &= 5 \text{ kg} \\ \text{চক্রের গতির ব্যাসার্ধ, } k &= 0.5 \text{ m} \\ \text{জড়তার ভ্রামক, } I &= ? \\ \text{ঘূর্ণ গতিশক্তি, } k.E &= ? \\ \text{কৌণিক ত্বরণ, } \alpha &= 2 \text{ rad s}^{-2} \\ \text{টর্ক, } \tau &= ? \\ \text{ঘূর্ণ সংখ্যা, } N &= 300 \\ \text{সময়, } t &= 60 \text{ s}\end{aligned}$$

সমস্যা ৭৯। 4 g ভরের একটি বস্তুকে 1.5 m লম্বা একটি সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে এবং বস্তুটি 5 সেকেন্ডে 20 বার পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করে। সূতার টান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}F &= m\omega^2 r = m \times \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \times r \\ &= 4 \times 10^{-3} \text{ kg} \times \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 20}{5 \text{ s}}\right)^2 \\ &\quad \times 1.5 \text{ m} \\ &= 3.79 \text{ N}\end{aligned}$$

অতএব, সূতার টান 3.79 N ।

এখানে, বস্তুর ভর,

$$\begin{aligned}m &= 4 \text{ g} = \frac{4}{1000} \text{ kg} \\ &= 4 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ \text{ব্যাসার্ধ, } r &= 1.5 \text{ m}\end{aligned}$$

সময়, $t = 5 \text{ s}$

ঘূর্ণ সংখ্যা, $N = 20$

সূতার টান, $F = ?$

সমস্যা ৮০। 0.250 kg ভরের একটি পাথরকে 0.75 m লম্বা একটি সূতার সাহায্যে বৃত্তপথে ঘুরানো হচ্ছে। পাথরটি প্রতি মিনিটে বৃত্তপথে 90 বার পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করে। সূতার উপর টান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\omega = \frac{2\pi N}{T} = \frac{2 \times 3.1416 \text{ rad} \times 90}{60 \text{ s}}$$

$$\text{বা, } \omega = 9.42 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{আবার, } F = m\omega^2 r$$

$$= 0.250 \text{ kg} \times (9.42 \text{ rad s}^{-1})^2 \times 0.75 \text{ m} = 16.638 \text{ N}$$

\therefore সূতার টান 16.638 N ।

সমস্যা ৮১। 0.1 kg ভরের একটি পাথরকে 0.5 m লম্বা একটি সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। পাথরটি প্রতি মিনিটে বৃত্তপথে 30 বার পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করে। সূতার টান কত নিউটন?

সমাধান : আমরা জানি, $F = m\omega^2 r$

$$\begin{aligned}\text{বা, } F &= m \cdot \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \times r \\ &= 0.1 \text{ kg} \times \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 30}{60 \text{ s}}\right)^2 \times 0.5 \text{ m} \\ &= 0.4936 \text{ N}\end{aligned}$$

অতএব, সূতার টান 0.4936 N ।

সমস্যা ৮২। একটি কণা স্থির অবস্থান থেকে সমকৌণিক ত্বরণে চললে 1 মিনিটে 90π রেডিয়ান কৌণিক সরণ হয়। কণাটির কৌণিক ত্বরণ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$s = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\text{বা, } 90 \times 3.1416 = 0 \times 60 \text{ s}$$

$$+ \frac{1}{2} \alpha (60)^2$$

$$\text{বা, } 1800 \alpha = 282.744$$

$$\therefore \alpha = \frac{282.744}{1800} = 0.15708$$

অতএব, কৌণিক ত্বরণ 0.157 rad s^{-2} ।

সমস্যা ৮৩। একটি গ্রামেফোন রেকর্ড মিনিটে 78 বার ঘুরছে। সুইচ বন্ধ করার 30 s পর রেকর্ডটি খেমে যায়। রেকর্ডটির কৌণিক ঘন্টাতে কত?

সমাধান : এখানে, আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 78 \text{ rev min}^{-1}$

$$\begin{aligned}&= \frac{78 \times 2\pi}{60} \text{ rad s}^{-1} \\ &= 8.168 \text{ rad s}^{-1}\end{aligned}$$

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega = 0 \text{ rad s}^{-1}$; সময়, $t = 30 \text{ s}$

মন্দন, $\alpha = ?$; ঘূর্ণ সংখ্যা, $n = ?$

আমরা জানি, $\omega = \omega_0 + \alpha t$

$$\text{বা, } \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{(0 - 8.168) \text{ rad s}^{-1}}{30 \text{ s}} = -0.272 \text{ rad s}^{-2}$$



$$\text{আবার, } \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$= 8.168 \text{ rad s}^{-1} \times 30 \text{ s} - \frac{1}{2} \times 0.272 \text{ rad s}^{-2} \times (30 \text{ s})^2$$

$$= (245.04 - 122.52) \text{ rad} = 122.52 \text{ rad}$$

$$\therefore \text{ঘূৰ্ণন সংখ্যা, } n = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{122.52 \text{ rad}}{2\pi \text{ rad}} = 19.5 \text{ বাব।}$$

সমস্যা ৮৪। একটি বৈদ্যুতিক পাখা মিনিটে 1500 বাব ঘূৰে। সুইচ বন্ধ কৰাৰ 4 মিনিট পৰি পাখাটি বন্ধ হয়ে যায়। পাখাটিৰ কৌণিক তুৱণ কত? থেমে যাওয়াৰ আগে পাখাটি কত বাব ঘূৰবে?

$$\text{সমাধান : এখানে, আদি কৌণিক বেগ, } \omega_0 = \frac{1500}{1 \text{ min}} = \frac{1500}{60 \text{ s}} \times 2\pi \text{ rad}$$

$$= \frac{1500 \times 2\pi}{60} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{শেষ কৌণিক বেগ, } \omega_f = 0; \text{ সময়, } t = 4 \text{ min} = (4 \times 60) \text{ s} = 2400 \text{ s}$$

$$\text{কৌণিক তুৱণ, } \alpha = ?; \text{ থেমে যাওয়াৰ আগে ঘূৰ্ণন সংখ্যা, } N = ?$$

$$\text{আমৰা জানি, } \omega_f = \omega_0 + \alpha t$$

$$\text{বা, } 0 = \frac{1500 \times 2\pi}{60} \text{ rad s}^{-1} + \alpha \times 240 \text{ s}$$

$$\text{বা, } \alpha = -\frac{1500 \times 2\pi}{60 \times 240} \text{ rad s}^{-2} = -0.65 \text{ rad s}^{-2}$$

$$\therefore \text{কৌণিক তুৱণ, } 0.65 \text{ rad s}^{-2}।$$

$$\text{আবাব, } \omega_f = \omega_0 + 2 \alpha \theta$$

$$\text{বা, } \theta = \omega_0^2 + 2 \alpha \theta$$

$$\text{বা, } \theta = -\frac{\omega_0^2}{2\alpha} = \left(\frac{1500 \times 2\pi}{60}\right)^2 \frac{-1}{2 \times (-0.65)}$$

$$= \frac{(1500 \times 2\pi)^2}{1.309 \times 3600} \text{ rad} = 3000 \times 2\pi \text{ rad}$$

$$\text{আবাব, } \text{ঘূৰ্ণন সংখ্যা} = \frac{3000 \times 2\pi \text{ rad}}{2\pi \text{ rad}} = 3000$$

অতএব, পাখাটিৰ কৌণিক তুৱণ 0.65 rad s^{-2} এবং থেমে যাওয়াৰ আগে পাখাটি 3000 বাব ঘূৰবে।

সমস্যা ৮৫। স্থিৰাবস্থা হতে একটি কণাকে 3.14 rad s^{-2} সমকৌণিক তুৱণে বৃত্তাকার পথে ঘূৰালৈ 20 সেকেন্ডে কণাটি কত কৌণিক বেগ লাভ কৰবে? এই সময়ে কণাটি কতবাব ঘূৰবে?

সমাধান : আমৰা জানি,

$$w_f = w_0 + \alpha t$$

$$= 0 \text{ rad s}^{-1} + 3.14 \times 20$$

$$= 62.8 \text{ rad s}^{-1}$$

আবাব,

$$w_f^2 = w_0^2 + 2\alpha \theta$$

$$\text{বা, } (62.8 \text{ rad s}^{-1})^2 = 0 + 2 \times 3.14 \text{ rad s}^{-2} \times \theta$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{(62.8 \text{ rad s}^{-1})^2}{2 \times 3.14 \text{ rad s}^{-2}} = 628$$

$$\therefore \text{ঘূৰ্ণন সংখ্যা, } n = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{628}{2\pi} = \frac{628}{2 \times 3.1416} = 99.94 \approx 100$$

অতএব, কণাটি 62.8 rad s^{-1} লাভ কৰবে এবং এই সময়ে কণাটি 100 বাব ঘূৰবে।

সমস্যা ৮৬। 1000 kg ভৱের একটি লিফ্ট 3 m s^{-2} তুৱণে উপৱেৰ দিকে চললে লিফ্টেৰ উপৱে (i) লিফ্টেৰ রশিৰ টান কত হবে? (ii) যদি 3 m s^{-2} নিচেৰ দিকে নামে তাহলে টান কত হবে?

সমাধান : (i) আমৰা জানি,

$$R = m(g + a)$$

$$= 1000(9.8 + 3) = 12800 \text{ N}$$

$$(ii) \text{আমৰা জানি, } R = m(g - a) = 1000(9.8 - 3) = 6800 \text{ N}$$

অতএব, লিফ্ট উপৱেৰ দিকে উঠলে রশিৰ টান হবে 12800 N

এবং নিচেৰ দিকে নামলে টান হবে 6800 N।

সমস্যা ৮৭। 60 kg ভৱেৰ একজন লোক লিফ্টেৰ মেৰেৰ উপৱেৰ রাখা একটি ওজন পরিমাপকে উপৱে দাঁড়িয়ে আছে। লোকটিৰ ওজন পরিমাপক যদেৱে কত হবে যখন (i) লিফ্টটি স্থিৰ অবস্থায় থাকে? (ii) লিফ্টটি উপৱেৰ দিকে 2 m s^{-2} তুৱণে চলে (iii) যখন লিফ্টটি 2 m s^{-2} তুৱণে নিচেৰ দিকে চলে?

সমাধান : (i) লিফ্টটি যখন এখানে,

স্থিৰ অবস্থায় থাকে তখন লোকেৰ ভৱ, $m = 60 \text{ kg}$

তুৱণ, $a = 0$ হয়। অভিকৰ্মীয় তুৱণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

আমৰা জানি, ওজন, $P = mg = 60 \times 9.8 = 588 \text{ N}$

অতএব, লোকটিৰ ওজন 588 N হবে।

(ii) যখন লিফ্টটি 2 m s^{-2} তুৱণে উপৱে দিকে চলে তখন $a = 2 \text{ ms}^{-2}$ হয়। বাস্তিৰ সাপেক্ষে লিফ্টটিৰ উপৱে প্ৰযুক্ত বল, $P = ma$

লক্ষ্য বল = $R - mg$ [$R = \text{প্ৰতিক্ৰিয়া বল}$]

সুতৰাং, $P = R - mg$

বা, $ma = R - mg$

বা, $R = m(g + a) = 60 \times (9.8 + 2) = 708 \text{ N}$

(iii) লিফ্টটি $a = 2 \text{ ms}^{-2}$ তুৱণে নিচে নামলে, $R = m(g - a)$

$$= 60 \times (9.8 - 2)$$

$$= 468 \text{ N}$$

সমস্যা ৮৮। গাছ থেকে 2 kg ভৱেৰ একটি নারকেলে সোজা নিচেৰ দিকে পড়ছে, বাতাসেৰ বাঁধা যদি 8.6 N হয় তাহলে নারকেলেৰ তুৱণ কত?

সমাধান : নারকেলেৰ ওজন, $W = mg = 2 \times 9.8 = 19.6 \text{ N}$

বাঁধাবল, $F = 8.6 \text{ N}$

অতএব, লক্ষ্য বল = $(19.6 - 8.6) \text{ N} = 11 \text{ N}$

আমৰা জানি, বল = ভৱ \times তুৱণ

বা, $11 \text{ N} = 2 \text{ kg} \times \text{তুৱণ}$

$$\therefore \text{তুৱণ} = \frac{11}{2} = 5.5 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, নারকেলেৰ তুৱণ 5.5 ms^{-2} ।

সমস্যা ৮৯। কোনো লিফ্ট উপৱেৰ দিকে 1.2 m s^{-2} তুৱণে উঠছে। লিফ্টেৰ ভিতৰ কোনো বাস্তি একটি 2 kg ভৱেৰ বল ধৰে থাকলে বলেৰ আপাত ওজন কত? যদি লিফ্টেৰ তলা হতে 1.5 m উপৱে হতে বলটি ছেড়ে দেওয়া হয় তবে বলটি পড়তে কত সময় লাগবে?

সমাধান : উৰ্ধগৰীয় লিফ্টেৰ ক্ষেত্ৰে, এখানে,

আমৰা জানি, আপাত ওজন,

$$W = m(g + a)$$

$$\text{বা, } W = 2 \text{ kg} (9.8 \text{ ms}^{-2} + 1.2 \text{ ms}^{-2})$$

$$= 2 \text{ kg} \times 11 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 22 \text{ N}$$

আবাব, আমৰা জানি, $h = \frac{1}{2} gt^2$

$$\text{বা, } 1.5 \text{ m} = \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } t^2 = \frac{3 \text{ m}}{9.8 \text{ ms}^{-2}} = 0.30612245 \text{ s}^2 = \sqrt{0.30612245} \text{ s} = 0.55 \text{ s}$$

অতএব, বলেৰ আপাত ওজন 22 N এবং বলটি পড়তে সময় লাগবে 0.55 s ।

সমস্যা ৯০। 64 m উচু দালানেৰ ছাদ থেকে 5 kg ভৱেৰ একটি পাথৰ ছেড়ে দেওয়া হলে তুমিতে পৌছতে এৰ 4 s সময় লাগে। বাতাসেৰ বাঁধ নিৰ্ণয় কৰি। পাথৰটি কত বলে ও কত বেগে তুমিকে আঘাত কৰবে?

সমাধান : আমৰা জানি,

এখানে,

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{বা, } h = 0 + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{বা, } 64 = \frac{1}{2} \times a \times 4^2$$

$$\therefore a = 8 \text{ ms}^{-2}$$

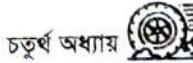
ছাদেৰ উচ্চতা, $h = 64 \text{ m}$

পাথৰেৰ ভৱ, $m = 5 \text{ kg}$

সময়, $t = 4 \text{ s}$

বাতাসেৰ বাঁধ, $R = ?$

পাথৰেৰ বল, $F = ?$



$$\text{আবার, } R = m(g - a) = 5 \times (9.8 - 8) = 9 \text{ N}$$

অতএব, বাতাসের বাধা 9 N ।

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, পাথরের ওজন, } W &= mg \quad | \text{ এখানে, } g = 9.8 \\ &= 5 \times 9.8 = 49 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{পাথরের বল} = W - R = 49 - 9 = 40 \text{ N}$$

অতএব, পাথরের বল 40 N ।

আবার, আমরা জানি,

$$a = \frac{v}{t}$$

$$\therefore v = at = 8 \times 4 = 32 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, পাথরের বেগ 32 ms^{-1} ।

সমস্যা ১১ | 75 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কোনো মোটর সাইকেল আরোহী কত বেগে ঘূরলে উল্লম্ব তলের সাথে 30° কোণে আনত থাকবেন নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } v^2 &= rg \times \tan \theta \\ &= 75 \text{ m} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times \tan 30^\circ \end{aligned}$$

$$= 75 \text{ m} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.57735 = 424.35 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v = \sqrt{424.35 \text{ m s}^{-1}} = 20.6 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বেগের মান 20.6 m s^{-1} ।

সমস্যা ১২ | 100 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকা পথে 60 km h^{-1} বেগে গাড়ি চালাতে হলে পথটিকে কত ডিগ্রি কোণে আনত রাখতে হবে?

সমাধান : আমরা পাই,

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \tan \theta &= \frac{(16.66 \text{ ms}^{-1})^2}{100 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} \\ &= 0.2834 \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}(0.2834)$$

$$\therefore \theta = 15.8^\circ$$

অতএব, পথটিকে 15.8° কোণে আনত রাখতে হবে।

সমস্যা ১৩ | কোনো মোটর সাইকেল আরোহী 100 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কত বেগে ঘূরলে তিনি উল্লম্ব তলের সাথে 30° কোণে আনত থাকবেন?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } v &= \sqrt{rg \tan \theta} \\ &= \sqrt{100 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times \tan 30^\circ} \\ &= 23.79 \end{aligned}$$

অতএব বেগ 23.79 ms^{-1} ।

সমস্যা ১৪ | 80 m ব্যাসার্ধের অনুভূমিক রাস্তায় সর্বোচ্চ কত সমদ্রুতিতে মোড় নেয়া সম্ভব হবে যদি $\mu_s = 0.49$ হয়। (সংকেত : $\mu_s = \tan \theta$)

সমাধান : আমরা জানি,

$$\mu_s = \tan \theta$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \theta &= \tan^{-1}(0.49) \\ &= 26.1^\circ \end{aligned}$$

$$\text{আবার, আমরা জানি, } \tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\text{বা, } v^2 = rg \times \tan \theta = 80 \times 9.8 \times \tan(26.1^\circ)$$

$$\therefore v = 19.6 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, সর্বোচ্চ 19.6 ms^{-1} বেগে মোড় নেয়া সম্ভব।

সমস্যা ১৫ | একটি রেল লাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ 500 m এবং রেল লাইনের পাতদ্রয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 m । ঘটায় 54 km বেগে চলত গাড়ির ক্ষেত্রে প্রযোজনীয় ব্যাংকিং এর জন্য বাইরের লাইনের পাতকে ভিতরের লাইনের পাত অপেক্ষা কতটুকু উচু করতে হবে?

সমাধান : এখানে, ব্যাসার্ধ, $r = 500 \text{ m}$

পাতদ্রয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 1 \text{ m}$

$$\text{বেগ, } v = 54 \text{ km h}^{-1} = \frac{54 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$$

ধরি বাইরের পাত ভেতরের পাত অপেক্ষা h মিটার উচু।

$$\text{আমরা পাই, } \sin \theta = \frac{h}{d}$$

θ ক্ষুদ্র বলে $\sin \theta = \tan \theta$ ধরা যায়

$$\therefore \tan \theta = \frac{h}{d} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার আমরা জানি, } \tan \theta = \frac{v^2}{rg} \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore \frac{v^2}{rg} = \frac{h}{d} [\text{সমীকরণ (1) ও (2) নং থেকে}]$$

$$\text{বা, } h = \frac{v^2 d}{rg} = \frac{(15 \text{ ms}^{-1})^2 \times 1 \text{ m}}{500 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = 4.41 \text{ m}$$

অতএব, বাইরের পাত অপেক্ষা 4.41 m উচু করতে হবে।

সেট-২ : জটিল সমস্যাবলি

সমস্যা ১৬ | একটি 20 kg ভরের গোলা 3.5 m s^{-1} বেগে যাবার সময় আগুন ধরে ফেটে গেল এবং 12 kg ও 8 kg ভরে বিভক্ত হলো। যদি আগুন ধরার জন্য প্রথম অংশ থেকে যার তবে ছিটীয় অংশের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, গোলার 1ম অংশের ভর, $m_1 = 12 \text{ kg}$

গোলার 2য় অংশের ভর, $m_2 = 8 \text{ kg}$

1ম অংশের আদিবেগ ও 2য় অংশের আদিবেগ একই

$$\text{অর্থাৎ, } u_1 = u_2 = u = 3.5 \text{ m s}^{-1}$$

1ম অংশের শেষবেগ, $v_1 = 0 \text{ m s}^{-1}$; 2য় অংশের শেষবেগ, $v_2 = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u - m_1 v_1$$

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

$$= \left(\frac{(12 + 8) \times 3.5 - 12 \times 0}{8} \right) \text{ m s}^{-1} = \frac{70}{8} \text{ m s}^{-1} = 8.75 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, 2য় অংশের শেষবেগ 8.75 m s^{-1} ।

সমস্যা ১৭ | গাছের ডালে বসা 1.975 kg ভরের একটি পাখিকে 0.025 kg ভরের একটি বুলেট 400 m s^{-1} অনুভূমিক বেগে আঘাত করে পাখিটির ভিতরে রয়ে গেল। পাখির অনুভূমিক বেগ নির্ণয় কর। ডালটি মাটি হতে 313.6 m উপরে হলে পাখিটি কত দূর সামনে গিয়ে মাটিতে পড়বে?

সমাধান : এখানে, পাখিটির ভর, $m_1 = 1.975 \text{ kg}$

বুলেটের ভর, $m_2 = 0.025 \text{ kg}$

বুলেটের আদিবেগ, $u_2 = 400 \text{ m s}^{-1}$

পাখিটির আদিবেগ, $u_1 = 0 \text{ m s}^{-1}$

পাখিটির অনুভূমিক বেগ, $v = ?$

মাটি হতে ডালটির উচ্চতা, $h = 313.6 \text{ m}$

আমরা জানি, $m_1 u_1 + m_2 m_2 = (m_1 + m_2) v$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} = \frac{1.975 \text{ kg} \times 0 \text{ m s}^{-1} + 0.025 \text{ kg} \times 400 \text{ m s}^{-1}}{1.975 \text{ kg} + 0.025 \text{ kg}}$$

$$= \left(\frac{0 + 10}{2} \right) \text{ m s}^{-1} = 5 \text{ m s}^{-1}$$

আবার, $h = \frac{1}{2} gt^2$

$$\text{বা, } t^2 = \frac{h}{\frac{1}{2} g} = \frac{2h}{g} = \frac{2 \times 313.6 \text{ m}}{9.8 \text{ m s}^{-2}} = 64 \text{ s}^2 = \sqrt{64} \text{ s} = 8 \text{ s}$$

এখন, আমরা জানি, $s = vt = 5 \text{ m s}^{-1} \times 8 \text{ s} = 40 \text{ m}$

অতএব, পাখির অনুভূমিক বেগ 5 m s^{-1} এবং দূরত্ব 40 m ।

সমস্যা ১৮। ৫ kg ভরের একটি বস্তু 2 m s^{-1} বেগে x বরাবর এসে ৩ kg ভরের আরেকটি স্থির বস্তুকে ধাক্কা মারে। ধাক্কার পর ৫ kg ভরের বস্তু অঙ্কের সাথে 30° কোণে 1 m s^{-1} বেগে চলতে থাকে। ৩ kg বস্তুটির বেগের মান ও দিক কত হবে?

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

$$1\text{ম বস্তুর আদিবেগ, } u_1 = 2 \text{ m s}^{-1}$$

$$1\text{ম বস্তুর শেষবেগ, } v_1 = 1 \text{ m s}^{-1}$$

$$2\text{য় বস্তুর ভর, } m_2 = 3 \text{ kg}$$

$$2\text{য় বস্তুর আদিবেগ, } u_2 = 0$$

$$1\text{ম বস্তুর ক্ষেত্রে কোণ, } \theta_1 = 30^\circ$$

$$2\text{য় বস্তুর শেষবেগ, } v_2 = ?$$

$$\text{এবং } 2\text{য় বস্তুর ক্ষেত্রে কোণ, } \theta_2 = ?$$

x অঙ্কের দিকে ভরবেগের নিয়তার নীতি অনুসারে,

$$m_1 u_1 = m_1 v_1 \cos \theta_1 + m_2 v_2 \cos \theta_2$$

$$\text{বা, } 5 \text{ kg} \times 2 \text{ m s}^{-1} = 5 \text{ kg} \times 1 \text{ m s}^{-1} \times \cos 30^\circ + 3 \text{ kg} \times v_2 \cos \theta_2$$

$$\text{বা, } 10 \text{ kg m s}^{-1} = 4.33 \text{ kg m s}^{-1} + 3 \text{ kg} \times v_2 \cos \theta_2$$

$$\text{বা, } v_2 \cos \theta_2 = \frac{5.67}{3} \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_2 \cos \theta_2 = 1.89 \text{ m s}^{-1} \quad \dots \dots \dots (1)$$

y অঙ্কের দিকে ভরবেগের নিয়তার নীতি অনুসারে,

$$m_2 u_2 = m_1 v_1 \sin \theta_1 - m_2 v_2 \sin \theta_2$$

$$\text{বা, } 3 \text{ kg} \times 0 = 5 \text{ kg} \times 1 \text{ m s}^{-1} \times \sin 30^\circ - 3 \text{ kg} \times v_2 \sin \theta_2$$

$$\text{বা, } 3 \text{ kg} \times v_2 \sin \theta_2 = 2.5 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_2 \sin \theta_2 = 0.83 \text{ m s}^{-1} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(১) নং ও (২) নং সমীকরণ বর্গ করে যোগ করি

$$v_2^2 \cos^2 \theta_2 + v_2^2 \sin^2 \theta_2 = (3.57 + 0.69) \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\text{বা, } v_2^2 = 4.26 \text{ m}^2 \text{s}^{-2} \quad [\because \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1]$$

$$\therefore v_2 = 2.06 \text{ m s}^{-1}$$

v_2 এর মান (২) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$$2.06 \text{ m s}^{-1} \times \sin 30^\circ = 0.83 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_2 = \frac{0.83 \text{ m s}^{-1}}{2.06 \text{ m s}^{-1}} = 0.403$$

$$\therefore \theta_2 = \sin^{-1}(0.403) = 23.76^\circ$$

সূতরাং ৩ kg বস্তুটির বেগের মান 2.06 m s^{-1} এবং দিক হবে 23.76° কোণে।

সমস্যা ১৯। একটি স্থির কণা হাঁচাঁ বিশ্বেকারিত হয়ে $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$ ও $m_3 = 3 \text{ kg}$ ভরের তিনটি অংশে বিভক্ত হয়ে গেল।

সমাধান ভর দুটির উভয়ের বেগের মান 24 m s^{-1} হলে এবং তারা পরস্পর সমকোণে চলতে থাকলে তারী ভরটির বেগের মান ও গতির অভিমুখ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ১ম কণার ভর, $m_1 = 1 \text{ kg}$

$$2\text{য় কণার ভর, } m_2 = 1 \text{ kg}$$

$$3\text{য় কণার ভর, } m_3 = 3 \text{ kg}$$

$$m_1 \text{ ও } m_2 \text{ এর বেগের মান, } v_1 = v_2 = 24 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সূচী কোণ, } \theta_1 = 0^\circ; \theta_2 = 90^\circ$$

$$\text{তৃতীয় কণার বেগ, } v_3 = ?$$

$$\text{গতির অভিমুখ, } \theta_3 = ?$$

x অঙ্কের দিকে ভরবেগের নিয়তার নীতি অনুসারে,

$$m_1 v_1 \cos \theta_1 + m_2 v_2 \cos \theta_2 + m_3 v_3 \cos \theta_3 = 0$$

$$\text{বা, } 1 \text{ kg} \times 24 \text{ m s}^{-1} \times \cos 0^\circ + 1 \text{ kg} \times 24 \text{ m s}^{-1} \times \cos 90^\circ$$

$$+ 3 \text{ kg} \times v_3 \cos \theta_3 = 0$$

নির্মাণ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



$$\text{বা, } 3 \text{ kg} \times v_3 \cos \theta_3 = -24 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_3 \cos \theta_3 = -\frac{24}{3} \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore v_3 \cos \theta_3 = -8 \text{ m s}^{-1} \quad \dots \dots \dots (1)$$

আবার, y অঙ্কের দিকে ভরবেগের নিয়তার নীতি অনুসারে,

$$m_1 v_1 \sin \theta_1 - m_2 v_2 \sin \theta_2 + m_3 v_3 \sin \theta_3 = 0$$

$$\text{বা, } 1 \text{ kg} \times 24 \text{ m s}^{-1} \times \sin 0^\circ - 1 \text{ kg} \times 24 \text{ m s}^{-1} \times \sin 90^\circ + 3 \text{ kg} \times v_3 \sin \theta_3 = 0$$

$$\text{বা, } 3 \text{ kg} \times v_3 \sin \theta_3 = 24 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_3 \sin \theta_3 = \frac{24}{3} \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_3 \sin \theta_3 = 8 \text{ m s}^{-1} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$(2) \div (1) \text{ নং সমীকরণ হতে পাই,}$$

$$\tan \theta_3 = -1$$

$$\therefore \theta_3 = 135^\circ$$

$$\theta_3 \text{ এর মান (১) নং সমীকরণে বসাই,}$$

$$v_3 \cos 135^\circ = -8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_3 \times \left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = -8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_3 = 8\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$$

সূতরাং ৩য় কণার বেগ $8\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$ এবং গতির অভিমুখ 135° ।

সমস্যা ১০০। মেঝের সাথে 37° কোণ করে 30 kg ওজনের একটি ব্লককে 200 N বল দ্বারা টানা হচ্ছে। যদি মেঝে ও ব্লকের মধ্যে গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.3 হয়, তবে ব্লকের ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান : ভূমির উপর প্রযুক্ত

উল্লম্ব বল $F_y = F \sin \alpha$

$$= 200 \times \sin 37^\circ$$

$$= 120.363 \text{ N}$$

প্রযুক্ত অনুভূমিক বল;

$$F_x = F \cos \alpha$$

$$= 200 \text{ N} \times \cos 37^\circ$$

$$= 159.72 \text{ N}$$

\therefore উল্লম্ব প্রতিক্রিয়া, $R = F_y + mg$

$$= 120.36 \text{ N} + (30 \times 9.8) \text{ N} = 414.36 \text{ N}$$

এখন, $F_x - f_k = ma$

$$\text{আবার, } \mu_k = \frac{f_k}{R}$$

$$\text{বা, } f_k = R \mu_k = 414.36 \text{ N} \times 0.3 = 124.308$$

$$\text{এখন, } a = \frac{F_x - f_k}{m} = \frac{159.72 \text{ N} - 124.308}{30 \text{ kg}} = 1.1804 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব ব্লকের ত্বরণ 1.1804 ms^{-2} ।

সমস্যা ১০১। 10 kg ভরের একটি প্যাকেট একজন লোক অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 40 N বল থায়েগে টানছে। মেঝের সাথে চল ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.30 হলে, প্যাকেটটির ত্বরণ কত?

সমাধান : $100\text{নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুবৃপ্ত। উত্তর : } 1.2 \text{ m s}^{-2}$

সমস্যা ১০২। ঘটায় 72 km বেগে গতিশীল 150 kg ভরের একটি গাড়িকে ত্বকে চেপে 50 m দূরে থামানো হলো। ত্বকেন্তিক বল দ্বারা গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল বল হিল রাখার সাথে চাকার ঘর্ষণ বল ও বাতাসের বাধা।

বাতাসের বাধাজনিত বল 23 N এবং ত্বকেন্তিক বল 430 N হলে রাখার সাথে চাকার ঘর্ষণ বল কত হিল এবং চল ঘর্ষণ গুণাঙ্কের মান কত হিল?

সমাধান : আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0 = v_0^2 - 2as$$

$$\text{বা, } a = \frac{v_0^2}{2s}$$

$$\text{বা, } a = \frac{(20)^2}{2 \times 50}$$

$$\therefore a = 4 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে,

$$\text{আদি বেগ, } v_0 = 72 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= \frac{72 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1} = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{গাড়ির ভর, } m = 150 \text{ kg}$$

$$\text{অত্ক্রমণ দূরত্ব, } s = 50 \text{ m}$$

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

চতুর্থ অধ্যায় নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

আবার,

$$\begin{aligned} F &= ma \\ &= (150 \times 4) N \\ &= 600 N \end{aligned}$$

এখানে, F = কার্যকর বল
 F_1 = ব্রেকজিনিত বল
 F_2 = ঘর্ষণ বল
 F_3 = বাতাসের বাধাজনিত বল

আবার, $F = F_1 + F_2 + F_3$
 বা, $600N = 430N + F_2 + 23N$
 $\therefore F_2 = 147 N$

আবার, $M_K = \frac{F_2}{R}$

$$= \frac{147 N}{150 kg \times 9.8 ms^{-2}} = \frac{147 N}{1470} = 0.1$$

অতএব, ঘর্ষণ বল $147 N$ এবং চল ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.1 ।

সমস্যা ১০৩। মেঝের উপর রাখা $100 kg$ ভরের একটি কাঠের বাক্সকে একটি রশির সাহায্যে গতিশীল করতে চেষ্টা করা হচ্ছে। রশিটিকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে টানলে এবং বাক্সের ও মেঝের মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.4 হলে রশিটে কত টান দিলে বাক্সটি গতিশীল হবে?

সমাধান : এখানে, স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu_s = 0.4$
 কোণ, $\theta = 30^\circ$

বস্তুর ভর, $m = 100 kg$

মনে করি, T টান দিলে বস্তুটি গতিশীল হবে।

বস্তুটিকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে গতিশীল করলে লম্ব উপাংশ হবে $T \sin 30^\circ$ এবং ভূমি উপাংশ হবে $T \cos 30^\circ$

এক্ষেত্রে প্রতিক্রিয়া বল, $R = mg - T \sin 30^\circ$

আমরা জানি, $\mu_s = \frac{F_s}{R}$

$$\text{বা, } \mu_s = \frac{T \cos 30^\circ}{mg - T \sin 30^\circ}$$

$$\text{বা, } 0.4 = \frac{T \cos 30^\circ}{100 kg \times 9.8 m s^{-2} - T \sin 30^\circ}$$

$$\text{বা, } T \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.4 \times 100 kg \times 9.8 m s^{-2} - \frac{1}{2} T \times 0.4$$

$$\text{বা, } \frac{\sqrt{3}}{2} T = T + \frac{1}{5} T = 392 N$$

$$\text{বা, } T \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{5} \right) = 392 N$$

$$\text{বা, } 1.066 T = 392 N$$

$$\text{বা, } T = \frac{392}{1.066} N = 367.72 N$$

সমস্যা ১০৪। একটি গাড়িকে ভূমির সাথে 5° নতি কোণের তলে নিচের দিকে চলতে দেওয়া হলো। গাড়ির চাকার সাথে তলের চল ঘর্ষণ গুণাঙ্ক $\mu_k = 0.08$ হলে গাড়িটির ত্বরণ কত হবে? (তলের দিকে বল, $F = W - F_k = mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta$)।

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma \quad \dots \dots \dots (1)$$

এখানে,

$$F_x = W_x - f_k \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$W_x = mg \sin \theta = m \times 9.8 \times \sin 5^\circ = (0.85 m) N$$

$$f_k = \mu_k R = \mu_k mg \cos \theta$$

$$= 0.08 \times m \times 9.8 \times \cos 5^\circ = (0.78 m) N$$

অতএব, $F_x = (0.85 - 0.78) m N = 0.07 m N$

সূতরাং (1) নং হতে পাই,

$$0.07 m = m \times a$$

$$\therefore a = 0.07 ms^{-2}$$

অতএব গাড়ির ত্বরণ হবে $0.07 ms^{-2}$ ।

ধরি,
 চল ঘর্ষণ
 গুণাঙ্ক = M_K

সমস্যা ১০৫। একটি মোটর $80 N m$ মানের টর্ক উৎপন্ন করে প্রতি সেকেন্ডে 10 বার ঘূরছে। এর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = \frac{2\pi N}{t}$$

$$= \frac{2 \times 3.1416 \times 10}{1} = 62.832 rad s^{-1}$$

আবার, আমরা জানি, $P = \tau w = 80 \times 62.832 = 5026.56 watt$

অতএব, ক্ষমতা $5026.56 watt$ ।

সমস্যা ১০৬। একটি বৃত্তাকার পাতের ব্যাসার্ধ $0.3 m$ এবং প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রের ভর $0.1 kg$ । এর কেন্দ্র দিয়ে এবং তলের অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অঙ্কের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর।

$$I = \frac{1}{2} Mr^2, M = \pi r^2 \times m$$

সমাধান : আমরা পাই,

$$I = \frac{1}{2} Mr^2$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 0.1 kg$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = 0.3 m$$

$$\text{এখানে, } M = \pi r^2 \times m = 3.1416 \times (0.3)^2 \times 0.1 = 0.282744$$

$$\text{এখন, } I = \frac{1}{2} (0.282744) \times (0.30)^2 = 12.717 \times 10^{-4} kg m^2$$

অতএব জড়তার ভ্রামক $12.717 \times 10^{-4} kg m^2$ ।

সমস্যা ১০৭। একজন বেলে নর্তকী হস্ত প্রসারিত অবস্থায় উন্নৰ্ত অঙ্কের চারপাশে $1 rev s^{-1}$ বেগে ঘূর্ণযামন। হাত গুটিয়ে নিলে তার জড়তার ভ্রামক 60 ভাগ করে যায়। হাত গুটানো অবস্থায় প্রতি সেকেন্ডে ঘূর্ণন সংখ্যা কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$L = I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

$$\text{বা, } I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

$$\text{বা, } \omega_2 = \frac{I_1 \omega_1}{I_2} = \frac{I \times 1}{2I} rev s^{-1}$$

$$= I \times \frac{5}{2I} rev s^{-1}$$

$$= \frac{5}{2} rev s^{-1} = 2.5 rev s^{-1}$$

এখানে, হস্ত প্রসারিত অবস্থায়,

$$\text{কোণিক বেগ, } \omega_1 = 1 rev s^{-1}$$

জড়তার ভ্রামক, $I_1 = I$ (ধরি)

হস্ত গুটানো অবস্থায়,

$$\text{জড়তার ভ্রামক, } I_2 = I - \frac{60I}{100}$$

$$= \frac{40I}{100} = \frac{2I}{5}$$

কোণিক বেগ, $\omega_2 = ?$

অতএব, হস্ত গুটানো অবস্থায় প্রতি সেকেন্ডে ঘূর্ণন সংখ্যা $2.5 rev$ ।

সমস্যা ১০৮। হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে $5.3 \times 10^{-11} m$ ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে $2.21 \times 10^8 m s^{-1}$ বেগে সমন্বিতে ঘূরছে। ইলেকট্রনের উপর ক্রিয়ারত লম্ব ত্বরণ ও কেন্দ্রমুখী বল নির্ণয় কর। একবার আবর্তনে ইলেকট্রনের কত সময় লাগে? (ইলেকট্রনের ভর $9.1 \times 10^{-31} kg$)

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} kg \times (2.21 \times 10^8 m s^{-1})^2}{5.3 \times 10^{-11} m}$$

$$= 83.86 \times 10^{-9} N$$

$$\text{আবার, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{83.86 \times 10^{-9} N}{9.1 \times 10^{-31} kg}$$

$$= 9.215 \times 10^{22} m s^{-2}$$

এখানে,

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = 5.3 \times 10^{-11} m$$

$$\text{বেগ, } v = 2.21 \times 10^8 m s^{-1}$$

ত্বরণ, $a = ?$

কেন্দ্রমুখী বল, $F = ?$

ইলেকট্রনের ভর,

$$m = 9.1 \times 10^{-31} kg$$

ঘূর্ণন সংখ্যা, $N = 1$

সময়, $t = ?$

আবার, $v = \omega r$

$$\text{বা, } \omega = \frac{v}{r} = \frac{2.21 \times 10^8 m s^{-1}}{5.3 \times 10^{-11} m} = 4.1698 \times 10^{16} rad s^{-1}$$

$$\text{এখন, } \omega = \frac{2\pi N}{t}$$

$$\text{বা, } t = \frac{2\pi N}{\omega} = \frac{2 \times 3.1416 \times 1}{4.1698 \times 10^{16} rad s^{-1}} = 1.5 \times 10^{-16} s$$

সমস্যা ১০৯। 3 rad s^{-2} শূরুতে কৌণিক গতিশীল একটি চাকা ৪ সেকেন্ড ব্যবধানে 120 রেডিয়ান কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে। চাকাটি স্থির অবস্থা থেকে গতিশীল হয়ে থাকলে ৪ সেকেন্ড ব্যবধানের আগ পর্যন্ত চাকাটি কতক্ষণ গতিশীল ছিল?

সমাধান: কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = 3 \text{ rad s}^{-2}$; সময়, $t = 4 \text{ sec}$
কৌণিক দূরত্ব, $\theta = 120$ রেডিয়ান; আবি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 0$
৪ sec সময়ের শুরুতে বেগ = ω ; $\therefore \omega = \omega_0 + \alpha t = 0 + \alpha t = \alpha t$

$$\text{এখন}, \theta = \omega t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \text{ বা, } 120 = \omega(4) + \frac{1}{2}(3)(4)^2$$

$$\text{বা, } \omega = \frac{96}{4} \text{ rad s}^{-1} \therefore \omega = 24 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{এখন, } \omega = \alpha t \text{ বা, } \frac{24}{3} = t \therefore t = 8 \text{ sec}$$

সমস্যা ১১০। কোন একটি গ্যাসের একটি গ্যাস অণু 300 m s⁻¹ বেগে চলে অন্য একটি স্থির গ্যাস অণুকে স্থিতিস্থাপক ধারা দিল। সংঘর্ষের পর ১ম অণুটি উহার গতির অভিমুখের সাথে 30° কোণে চলে গেল। উহাদের শেষবেগ এবং ২য় অণুটির গতি অভিমুখ নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, গ্যাসের ১ম অণুর বেগ, $u_1 = 300 \text{ m s}^{-1}$
ধারা, গ্যাসটির একটি অণুর ভর = m

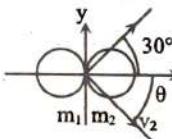
$$\therefore m_1 = m_2 = m$$

$$\text{গ্যাসের ২য় অণুর বেগ, } u_2 = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{গ্যাস দুটির শেষ বেগ, } v_1 \text{ এবং } v_2 = ?$$

$$\text{এবং ২য় অণুর গতির অভিমুখ, } \theta = ?$$

$$u_1 = 300 \text{ m s}^{-1} \quad u_2 = 0 \text{ m s}^{-1}$$



আনুভূমিক উপাংশের ক্ষেত্রে,

তরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি হতে পাই,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 \cos 30^\circ + m_2 v_2 \cos \theta$$

$$\text{বা, } m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 \cos 30^\circ + m v_2 \cos \theta$$

$$\text{বা, } u_1 + u_2 = v_1 \cos 30^\circ + v_2 \cos \theta$$

$$\text{বা, } 300 = v_1 \cos 30^\circ + v_2 \cos \theta$$

$$\text{বা, } v_1 \cos 30^\circ + v_2 \cos \theta = 300 \dots \text{(i)}$$

আবার, লম্ব উপাংশের ক্ষেত্রে—

$$m_1 \times 0 \text{ m s}^{-1} + m_2 \times 0 \text{ m s}^{-1} = m_1 v_1 \sin 30^\circ - m_2 v_2 \sin \theta$$

$$\text{বা, } v_1 \sin 30^\circ = v_2 \sin \theta \dots \text{(ii)}$$

সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক হওয়ায়—

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\text{বা, } u_1^2 + u_2^2 = v_1^2 + v_2^2 \quad | \quad \therefore m_1 = m_2 = m$$

$$\text{বা, } u_1^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$\text{বা, } v_1^2 + v_2^2 = (300)^2$$

$$\text{বা, } v_2^2 = (300)^2 - v_1^2 \dots \text{(iii)}$$

(i) নৎ হতে পাই,

$$v_2 \cos \theta = 300 - v_1 \cos 30^\circ$$

$$\text{বা, } v_2^2 \cos^2 \theta = (300 - v_1 \cos 30^\circ)^2 \dots \text{(iv)}$$

(ii) নৎ সমীকরণকে বর্গ করে (iv) নৎ এর সাথে যোগ করে পাই,

$$v_2^2 \cos^2 \theta + v_2^2 \sin^2 \theta = (300 - v_1 \cos 30^\circ)^2 + v_1^2 \sin^2 30^\circ$$

$$\text{বা, } v_2^2 = (300)^2 - 600 v_1 \cos 30^\circ + v_1^2$$

$$\text{বা, } (300)^2 - v_1^2 = (300)^2 - 600 v_1 \cos 30^\circ + v_1^2$$

$$\text{বা, } 2v_1^2 - 600 v_1 \cos 30^\circ = 0$$

$$\text{বা, } v_1 = 300 \cos 30^\circ$$

$$\text{বা, } v_1 = 259.81 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore 1\text{ অণুর শেষ বেগ } 259.81 \text{ m s}^{-1}$$

(ii) নৎ সমীকরণকে (i) নৎ ধারা ভাগ করে পাই,

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{v_1 \sin 30^\circ}{300 - v_1 \cos 30^\circ} \\ &= \frac{259.81 \times 0.5}{300 - 259.81 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} \\ &= 60^\circ \end{aligned}$$

∴ তাদের গতির মধ্যবর্তী কোণ = $60^\circ + 30^\circ = 90^\circ$

∴ পরম্পর সমকোণে গতিশীল হবে।

আবার, (ii) নৎ হতে পাই,

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{v_1 \sin 30^\circ}{\sin \theta} \\ &= \frac{259.81 \times \sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} \\ &= \frac{259.81 \times \frac{1}{2}}{0.866} = 150 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

সমস্যা ১১১। একটি লোহার বলের ব্যাসার্ধ 2 cm। বলটি একটি ঘৰ্ষণহীন আনুভূমিক টেবিলের উপর স্থির আছে। 4 cm ব্যাসার্ধের অপর একটি লোহার বল 81 cm/s বেগে ছুটে এসে সংঘর্ষ ঘটলো। সংঘর্ষের পর লোহার বল দূটির বেগ নির্ণয় কর।

$$r_1 = 4 \text{ cm} \quad r_2 = 2 \text{ cm}$$

$$\text{সমাধান: } \text{বল } 1: \text{বল } 2 \quad u_1 = 81 \text{ cms}^{-1} \quad u_2 = 0$$

আমরা জানি, শুরুতে দ্বিতীয় বস্তু স্থির থাকলে,

এবং $m_1 \neq m_2$ হলে,

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 = \frac{8 - 1}{8 + 1} \times 81 \\ &= 63 \text{ cms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{2 m_1}{m_1 + m_2} u_1 \\ &= \frac{2 \times 8}{8 + 1} \times 81 = 144 \text{ cms}^{-1} \end{aligned}$$

$$m_1 = \rho \times \frac{4}{3} \pi r_1^3$$

$$m_2 = \rho \times \frac{4}{3} \pi r_2^3$$

$$u_1 = 81 \text{ cms}^{-1}$$

$$v_1 = ? ; v_2 = ?$$

$$\frac{m}{m_2} = \frac{(4)^3}{(2)^3} = 8$$

সমস্যা ১১২। 12 m s^{-1} বেগে গতিশীল 1 kg ভরের একটি বস্তু 2 kg ভরের একটি স্থির বস্তুকে আঘাত করে। আঘাতের পর $1 \cdot \text{kg}$ ভরের বস্তুটির তার গতিপথের দিক থেকে 30° বিস্তৃত হয়ে 11.2 m s^{-1} বেগে চলতে শুরু করে। অপর বস্তুটির বেগ কত এবং বেগের দিক কী হবে?

সমাধান: এখানে, ১ম বস্তুর ক্ষেত্রে, $m_1 = 1 \text{ kg}$

$$\text{আবিবেগ, } u_1 = 12 \text{ ms}^{-1}; \quad \text{শেষবেগ, } v_1 = 11.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$2\text{য় বস্তুর ক্ষেত্রে ভর, } m_2 = 2\text{kg}$$

$$\text{আবিবেগ, } u_2 = 0; \text{ কোণ, } \theta_1 = 30^\circ$$

$$\text{শেষবেগ, } v_2 = ?; \text{ কোণ, } \theta_2 = ?$$

x অক্ষের দিকে ভরবেগের নিয়তার নীতি অনুসারে,

$$m_1 u_1 = m_1 v_1 \cos \theta_1 + m_2 v_2 \cos \theta_2$$

$$\text{বা, } 1 \text{ kg} \times 12 \text{ ms}^{-1} = 1 \text{ kg} \times 11.2 \text{ ms}^{-1} \cos 30^\circ + 2 \text{ kg} v_2 \cos \theta_2$$

$$\text{বা, } 12 \text{ kg ms}^{-1} = 9.699 \text{ ms}^{-1} + 2 \text{ kg} v_2 \cos \theta_2$$

$$\text{বা, } v_2 \cos \theta_2 = \frac{12 - 9.699}{2}$$

$$\text{বা, } v_2 \cos \theta_2 = 1.1505 \text{ ms}^{-1} \dots \text{(1)}$$

y অক্ষের দিকে ভরবেগের নিয়তার নীতি অনুসারে,

$$m_2 u_2 = m_1 v_1 \sin \theta_1 - m_2 v_2 \sin \theta_2$$

$$\text{বা, } 2 \text{ kg} \times 0 = 1 \text{ kg} \times 11.2 \text{ ms}^{-1} \sin 30^\circ - 2 \text{ kg} \times v_2 \sin \theta_2$$

$$\text{বা, } 0 = 5.6 - 2 v_2 \sin \theta_2$$

$$\text{বা, } v_2 \sin \theta_2 = \frac{5.6}{2} = 2.8 \dots \text{(2)}$$



(1) নং ও (2) নং সমীকরণ বর্গ করে যোগ করি,

$$v_2^2 \cos^2 \theta_2 + v_2^2 \sin^2 \theta_2 = (7.84 + 1.3236) \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\text{বা, } v_2^2 (\cos^2 \theta_2 + \sin^2 \theta_2) = 9.1636 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\text{বা, } v_2^2 = 9.1636 \text{ m}^2 \text{s}^{-2} [\because \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1]$$

$$\text{বা, } v_2 = 3.02 \text{ ms}^{-1}$$

v_2 এর মান (2) নং সমীকরণে বসাই,

$$3.02 \text{ ms}^{-1} \times \sin \theta_2 = 2.8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_2 = \frac{2.8 \text{ ms}^{-1}}{3.02 \text{ ms}^{-1}} = 0.92$$

$$\therefore \theta_2 = 67.662^\circ$$

অতএব, 2 kg বস্তুটির বেগের মান 3.02 ms^{-1} এবং দিক হবে 67.7°

সমস্যা ১১৩। 20 বার ঘূরবার পর একটি বৈদ্যুতিক পাখার কৌণিক বেগ 30 rad s^{-1} হতে ছাস পেয়ে 10 rad s^{-1} হয়। কৌণিক মন্দন কত?

সমাধান : এখানে, সরণ, $\theta = 20 \text{ rrev} = 20 \times 2\pi = 40\pi$

$$\text{শেষ কৌণিক বেগ, } \omega = 10 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{আদি কৌণিক বেগ, } \omega_0 = 30 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{কৌণিক ত্বরণ, } \alpha = ?$$

আমরা জানি,

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$

$$\text{বা, } \alpha = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\theta} = \frac{(10 \text{ rad s}^{-1})^2 - (30 \text{ rad s}^{-1})^2}{2 \times 40\pi} = \frac{100 \text{ rad s}^{-1} - 900 \text{ rad s}^{-1}}{80\pi} = -31.416 \text{ rad m}^{-2}$$

অতএব কৌণিক মন্দন $31.416 \text{ rad s}^{-2}$ ।

সমস্যা ১১৪। 60 kg ভরের এক ব্যক্তি তৃপ্তির 5 মিটার উপর থেকে লাফিয়ে পড়ল। ভূমি স্পর্শ করার সময় হাঁটু ভাঁজ না করলে তার শরীর মাত্র $\frac{1}{10}$ সেকেন্ডে স্থির হয়। তবে ভূমি স্পর্শ করার সময় হাঁটু ভাঁজ করলে তার শরীর স্থির হতে 1 সেকেন্ড সময় নেয়। উভয় ক্ষেত্রে তৃপ্তি ব্যক্তিটির উপর কত বল প্রয়োগ করে? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

সমাধান : ১ম ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 \times 10 \times 5$$

$$\therefore v = 10 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

$$\text{ত্বরণ, } a_1 = \frac{v}{t_1} = \frac{10}{0.1} = 100 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{তৃপ্তি প্রয়োগকৃত বল, } F_1 = ma_1 = 60 \times 100 = 6000 \text{ N}$$

$$2য় ক্ষেত্রে, ত্বরণ, a_2 = \frac{10}{1} = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{তৃপ্তি প্রয়োগকৃত বল, } F_2 = ma_2 = 60 \times 10 = 600 \text{ N}$$

অতএব, ১ম ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত বল 6000 N এবং ২য় ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত বল 600 N।

সেট-৩ : স্জুনশীল সমস্যাবলি

সমস্যা ১১৫। একজন শিকারি একটি বালিহাসকে লক্ষ্য করে 4 kg ভরের বন্দুক হতে 20 g ভরের একটি গুলি ছুঁড়ল; গুলিটি 300 m s^{-1} বেগে বন্দুকের নল হতে বেরিয়ে গেল। গুলি বের হওয়ার সময় শিকারি পেছন দিকে ধাক্কা অন্তর্ভুক্ত করল। (i) বন্দুকের পচাট বেগ নির্ণয় কর। (ii) উক্ত ঘটনায় গতিশক্তি সংরক্ষিত হবে কি? তোমার মতামত গাণিতিকভাবে উপস্থাপন কর।

সমাধান : (i) ভরবেগের নিয়তার সূত্র থেকে

$$\text{আমরা জানি, } MV + mv = 0$$

$$\text{বা, } MV = -mv.$$

এখানে,

$$\text{বন্দুকের ভর, } m = 60 \text{ kg}; \text{উচ্চতা, } h = 5 \text{ m}$$

$$\text{স্থির হওয়া সময়, } t_1 = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ sec}$$

$$\text{স্থির হওয়া সময়, } t_2 = 1 \text{ sec}$$

$$\text{অভিকর্ষীয় ত্বরণ, } g = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$1\text{ম ক্ষেত্রে বল, } F_1 = ?$$

$$2\text{য় ক্ষেত্রে বল, } F_2 = ?$$

$$\therefore \text{তৃপ্তি প্রয়োগকৃত বল, } F_1 = ma_1 = 60 \times 100 = 6000 \text{ N}$$

$$2\text{য় ক্ষেত্রে, ত্বরণ, } a_2 = \frac{10}{1} = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{তৃপ্তি প্রয়োগকৃত বল, } F_2 = ma_2 = 60 \times 10 = 600 \text{ N}$$

অতএব, ১ম ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত বল 6000 N এবং ২য় ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত বল 600 N।

$$\text{বা, } V = -\frac{mv}{M}$$

$$= -\frac{0.02 \text{ kg} \times 300 \text{ m s}^{-1}}{4 \text{ kg}} = -1.5 \text{ m s}^{-1}$$

বন্দুকের বেগ গুলির বেগের বিপরীত দিকে।

সূতরাং বন্দুকের পচাটবেগ 1.5 m s^{-1} ।

(ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকার অর্থ হলো বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়ার পূর্বের মোট গতিশক্তি এবং বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়ার পরের মোট ভরবেগ সমান হবে।

বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়ার পূর্বের মোট গতিশক্তি :

এখন, বন্দুকের গতিশক্তি,

$$E_1 = \frac{1}{2} MV^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \text{ kg} \times 0 = 0$$

$$\text{গুলির গতিশক্তি, } E_2 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.02 \text{ kg} \times 0 = 0$$

$$\therefore \text{মোট গতিশক্তি, } E = E_1 + E_2 = 0 + 0 = 0$$

বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়ার পরের মোট গতিশক্তি :

এখন, বন্দুকের গতিশক্তি,

$$E_1 = \frac{1}{2} MV^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \text{ kg} \times (-1.5 \text{ m s}^{-1})^2 = 4.5 \text{ J}$$

গুলির গতিশক্তি,

$$E_2 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.02 \text{ kg} \times (300 \text{ m s}^{-1})^2 = 900 \text{ J}$$

$$\therefore \text{মোট গতিশক্তি, } E = E_1 + E_2 = 4.5 \text{ J} + 900 \text{ J} = 904.5 \text{ J}$$

সূতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, বন্দুক হতে গুলি ছোঁড়ার পূর্বে মোট গতিশক্তি \neq বন্দুক হতে গুলি ছোঁড়ার পরের মোট গতিশক্তি অর্থাৎ উক্ত ঘটনায় গতিশক্তি সংরক্ষিত হবে না।

সমস্যা ১১৬। একটি মাল বোঝাই ট্রাক ক্রেক ফেল করে 35 m s^{-1} বেগে রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা একটি পিকআপ ভ্যানকে ধাক্কা দিয়ে ঠেলে নিয়ে যাচ্ছে। ট্রাকের ভর 8000 kg ও পিকআপের ভর 950 kg । (i) ট্রাক ও পিকআপের মিলিত বেগ কত হবে? (ii) সংবর্ধনা কি স্থিতিস্থাপক সংবর্ধ না অস্থিতিস্থাপক সংবর্ধ? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, ট্রাকের ভর, $m_1 = 8000 \text{ kg}$

পিকআপের ভর, $m_2 = 950 \text{ kg}$; ট্রাকের আদিবেগ, $u_1 = 35 \text{ m s}^{-1}$

পিকআপের আদিবেগ, $u_2 = 0$

ট্রাক ও পিকআপের মিলিত বেগ, $v = ?$

আমরা জানি, $m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$

$$\text{বা, } (8000 \times 35) \text{ kg m s}^{-1} + (950 \times 0) \text{ kg m s}^{-1} = (8000 + 950) \text{ kg} \times v$$

$$\text{বা, } (280000 + 0) \text{ kg m s}^{-1} = 8950 \text{ kg} \times v$$

$$\text{বা, } v = \frac{280000 \text{ kg m s}^{-1}}{8950 \text{ kg m s}^{-1}} = 31.28 \text{ m s}^{-1}$$

\therefore ট্রাক ও পিকআপের মিলিত বেগ 31.28 m s^{-1} ।

(ii) স্থিতিস্থাপক সংবর্ধ হতে হলো সংবর্ধের পূর্বে এবং পরে মোট

গতিশক্তি সংরক্ষিত হতে হবে।

সংবর্ধের পূর্বে মোট গতিশক্তি :

এখন, ট্রাকের গতিশক্তি,

$$E_1 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 8000 \text{ kg} \times (35 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 4.9 \times 10^6 \text{ J}$$

ট্রাকের ভর, $m_1 = 8000 \text{ kg}$

পিকআপের ভর, $m_2 = 950 \text{ kg}$

ট্রাকের আদিবেগ, $u_1 = 35 \text{ m s}^{-1}$

পিকআপের আদিবেগ, $u_2 = 0$



$$\text{পিকআপের গতিশক্তি}, E_2 = \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} \times 950 \text{ kg} \times 0 = 0$$

$$\therefore \text{সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি}, E = E_1 + E_2 = 4.9 \times 10^6 \text{ J} + 0$$

$$\therefore E = 4.9 \times 10^6 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি :

ট্রাকের গতিশক্তি

$$E_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \\ = \frac{1}{2} \times 8000 \text{ kg} \times (31.28 \text{ m s}^{-1})^2 \\ = 3.91 \times 10^6 \text{ J}$$

পিকআপের গতিশক্তি,

$$E_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} \times 950 \text{ kg} \times (31.28 \text{ m s}^{-1})^2 = 4.64 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\therefore \text{সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি}, E = E_1 + E_2 \\ = (3.91 \times 10^6) \text{ J} + (4.64 \times 10^5) \text{ J} \\ = 4.37 \times 10^6 \text{ J}$$

সুতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি \neq সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি। সুতরাং গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না। অতএব, সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক সংৰোধ।

সমস্যা ১১৭। 100 kg ভরের একটি বস্তু ($8\hat{i} - 6\hat{j} - 10\hat{k}$) m s^{-1} বেগে গতিশীল। বস্তুটির গতির বিপরীত দিক থেকে আসা অপর একটি বস্তুর সহিত সংঘর্ষে লিপ্ত হলো। ছিটায় বস্তুটির ভর এবং বেগ যথাক্রমে 200 kg এবং ($-10\hat{i} + 6\hat{j} - 8\hat{k}$) m s^{-1} সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির বেগ যথাক্রমে ($3\hat{i} - 4\hat{j} - 5\hat{k}$) m s^{-1} এবং ($-4\hat{i} + 5\hat{j} - 6\hat{k}$) m s^{-1} হলো। (i) ১য় বস্তুটির উপর বলের ঘাত বের কর। (ii) সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক না অস্থিতিস্থাপক গাণিতিকভাবে উপস্থাপন কর।

সমাধান : (i) এখানে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 100 \text{ kg}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 200 \text{ kg}$

$$1\text{ম বস্তুর আদিবেগ}, u_1 = \sqrt{8^2 + (-6)^2 + (-10)^2} = 10\sqrt{2} \text{ N m}^{-1}$$

$$2\text{য় বস্তুর আদিবেগ}, u_2 = \sqrt{(-10)^2 + 6^2 + (-8)^2} = 10\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$$

$$1\text{ম বস্তুর শেষ বেগ}, v_1 = \sqrt{3^2 + (-4)^2 + (-5)^2} = 5\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$$

$$2\text{য় বস্তুর শেষ বেগ}, v_2 = \sqrt{(-4)^2 + 5^2 + (-6)^2} = \sqrt{77} \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সুতরাং } 1\text{ম বস্তুর বলের ঘাত}, J = F.t = m(v_1 - u_1)$$

$$= 100(10\sqrt{2} - 5\sqrt{2}) \text{ Ns} \\ = 5\sqrt{2} \text{ Ns} = 707 \text{ Ns}$$

(ii) এখানে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 100 \text{ kg}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 200 \text{ kg}$

$$1\text{ম বস্তুর আদিবেগ}, u_1 = \sqrt{8^2 + (-6)^2 + (-10)^2} = 10\sqrt{2} \text{ N m}^{-1}$$

$$2\text{য় বস্তুর আদিবেগ}, u_2 = \sqrt{(-10)^2 + 6^2 + (-8)^2} = 10\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$$

$$1\text{ম বস্তুর শেষ বেগ}, v_1 = \sqrt{3^2 + (-4)^2 + (-5)^2} = 5\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$$

$$2\text{য় বস্তুর শেষ বেগ}, v_2 = \sqrt{(-4)^2 + 5^2 + (-6)^2} = \sqrt{77} \text{ m s}^{-1}$$

সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুস্থায়ের মোট গতিশক্তি,

$$E_{k_1} = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \\ = \frac{1}{2} \times 100 \times (10\sqrt{2})^2 + \frac{1}{2} \times 200 \times (10\sqrt{2})^2 \\ = 10000 + 20000 \\ = 30000 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পরে বস্তুস্থায়ের মোট গতিশক্তি,

$$E_{k_2} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \\ = \frac{1}{2} \times 100 \times (5\sqrt{2})^2 + \frac{1}{2} \times 200 \times (\sqrt{77})^2 \\ = 2500 + 7700 \\ = 10200 \text{ J}$$

এখানে, $E_{k_1} > E_{k_2}$

$$\therefore E_{k_1} \neq E_{k_2}$$

অর্থাৎ প্রদত্ত সংঘর্ষ অস্থিতিস্থাপক নয়।

সমস্যা ১১৮। ফল ব্যবসায়ী ফল কিনে ট্রাকে উঠিয়ে ভর দেখল 1600 kg।

ট্রাকটি 20 km h^{-1} বেগে চলা অবস্থায় হঠাত 1400 kg ভরের একটি স্থির ট্রাককে ধাক্কা দিলে ট্রাক দুটি মিলিত অবস্থায় একই দিকে চলতে থাকে। (i) উদ্বিপক্ষের ট্রাক দুটির ধাক্কা ধাওয়ার পর মিলিত বেগ বের কর। (ii) সংঘর্ষের ফলে ট্রাক দুটির ভরবেগ সংরক্ষিত থাকলেও গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি, উদ্বিপক্ষের আলোকে গাপিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : (i) ধরি, ট্রাক দুটির মিলিত বেগ v

উদ্বিপক্ষ হতে, গাড়ির ভর, $m_1 = 1600 \text{ kg}$

$$\text{গাড়ির বেগ}, u_1 = 20 \text{ km h}^{-1} = \frac{20 \times 1000}{60 \times 60} \text{ m s}^{-1} = 5.556 \text{ m s}^{-1}$$

ট্রাকের ভর, $u_1 = 1400 \text{ kg}$

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

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী, $m_1 u_1 + m_2 u_2 = v(m_1 + m_2)$

$$\text{বা}, 1600 \text{ kg} \times 5.556 \text{ m s}^{-1} + 1400 \text{ kg} \times 0 = v(1600 + 1400) \text{ kg}$$

$$\text{বা}, 8889.6 \text{ kg m s}^{-1} + 0 = v \times 3000 \text{ kg}$$

$$\text{বা}, 8889.6 \text{ m s}^{-1} = 3000 \text{ v}$$

$$\text{বা}, v = \frac{8889.6}{3000} \text{ m s}^{-1} = 2.9632 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, মিলিত গাড়ি দুটির বেগ 2.9632 m s^{-1}

(ii) ভরবেগের সংরক্ষণ : সংঘর্ষের পূর্বে গাড়ির ভরবেগ = $m_1 u_1$

এখানে, $m_1 = 1600 \text{ kg}, u_1 = 20 \text{ km h}^{-1}$

$$= \frac{20 \times 1000}{60 \times 60} \text{ m s}^{-1}$$

$$= 5.556 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{গাড়ির ভরবেগ} = 1600 \text{ kg} \times 5.556 \text{ m s}^{-1} = 8889.6 \text{ kg m s}^{-1}$$

সংঘর্ষের পূর্বে ট্রাকের ভরবেগ = $m_2 u_2$

এখানে, $m_2 = 1400 \text{ kg}, u_2 = 0 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{ট্রাকের ভরবেগ} = 1400 \text{ kg} \times 0 \text{ m s}^{-1} = 0 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ} = (8889.6 + 0) \text{ kg m s}^{-1} \\ = 8889.6 \text{ kg m s}^{-1}$$

(i) প্রশ্নোত্তর থেকে পাই, সংঘর্ষের পরে গাড়ি দুটির মিলিত বেগ,

$$v = 2.9632 \text{ m s}^{-1}$$

এবং গাড়ি দুটির মিলিত ভর = $m_1 + m_2$

$$\therefore \text{গাড়ি দুটির মিলিত ভর} = (1600 + 1400) \text{ kg} = 3000 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{মিলিত ভরবেগ} = 3000 \text{ kg} \times 2.9632 \text{ m s}^{-1} = 8889.6 \text{ kg m s}^{-1}$$

সুতরাং ভরবেগ সংরক্ষিত হয়েছে।

গতিশক্তির অসংরক্ষণ :

গাড়ির ভর, $m_1 = 1600 \text{ kg}$ এবং বেগ $u_1 = 5.556 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{গাড়ির গতিশক্তি}, E_1 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1600 \text{ kg} \times (5.556 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 24695.31 \text{ J}$$

ট্রাকের বেগ শূন্য (স্থির ছিল) বলে এর গতিশক্তি শূন্য হবে।

$$\therefore \text{সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি হবে} = 24695.31 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পরে গাড়ি দুটির মিলিত বেগ, $v = 2.9632 \text{ m s}^{-1}$

$$\text{এবং মিলিত ভর } M = (1600 + 1400) \text{ kg} = 3000 \text{ kg}$$

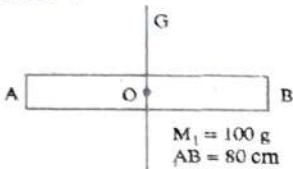
\therefore সংঘর্ষের পর মোট গতিশক্তি,

$$E_2 = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} \times 3000 \text{ kg} \times (2.9632 \text{ m s}^{-1})^2 \\ = 13170.83 \text{ J}$$

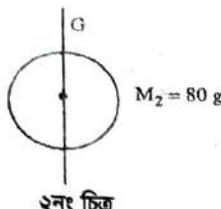
এখনে, $E_1 \neq E_2$

সূতরাং সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির গতিশক্তি সংরক্ষিত হয় নি।

সমস্যা ১১৯। উল্লেখ যে, ২ নং চিত্রের গোলকটির বৃত্তাকার পথের দৈর্ঘ্য ১ নং চিত্রের বক্ষটির দৈর্ঘ্যের সমান। উভয় ক্ষেত্রে কৌণিক ত্বরণ 10 rad s^{-2} .



১নং চিত্র



২নং চিত্র

(i) ১ নং চিত্রের ক্ষেত্রে জড়তার ভাষ্মক কত হবে? (ii) কোণ ক্ষেত্রে ঘূর্ণন প্রবণতা বেশি হবে? তোমার উভয়ের স্বপক্ষে যুক্তি তুলে ধর।

(Hints : $\tau = I\alpha$)

সমাধান : (i) এখনে, দণ্ডের ভর, $M_1 = 100 \text{ g} = 100 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$\text{দণ্ডের দৈর্ঘ্য}, l_1 = 80 \text{ cm} = 80 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{দণ্ডের জড়তার ভাষ্মক}, I_2 = ?$$

চিত্র হতে, O দণ্ডটির ভরকেন্দ্র

আমরা জানি, দণ্ডের ভরকেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভাষ্মক,

$$I_1 = \frac{1}{12} M_1 l_1^2$$

$$= \frac{1}{12} \times 100 \times 10^{-3} \times (80 \times 10^{-2})^2 \text{ kg m}^2$$

$$= 5.53 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

অতএব, ১ নং চিত্রের ক্ষেত্রে জড়তার ভাষ্মক $5.53 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$ ।

(ii) ধরি, গোলকটির ব্যাসার্ধ r

$$\therefore 2\pi r = 80 \times 10^{-2}$$

$$\text{বা, } r = \frac{80 \times 10^{-2}}{2\pi} = \frac{80 \times 10^{-2}}{2 \times 3.1416} = 0.1273 \text{ m}$$

∴ গোলকটির কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভাষ্মক,

$$I_2 = \frac{2}{5} M_2 r^2$$

এখনে,

$$M_2 = 80 \text{ g} = 80 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$= \frac{2}{5} \times 80 \times 10^{-3} \times (0.1273)^2 \text{ kg m}^2$$

$$= 5.1856 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$$

'গ' হতে পাই, ১ নং চিত্রের দণ্ডটির জড়তার ভাষ্মক,

$$I_1 = 5.33 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

∴ গোলক ও দণ্ডে 10 rad s^{-2} কৌণিক ত্বরণ দিতে প্রয়োজনীয় টর্ক যথাক্রমে τ_2 এবং τ_1 হলে,

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{5.1856 \times 10^{-4}}{5.33 \times 10^{-3}} = 0.0973 < 1$$

∴ $\frac{\tau_2}{\tau_1} < 1$ বা $\tau_2 < \tau_1$ অর্থাৎ, ২নং চিত্রের গোলকটিতে 10 rad s^{-2}

কৌণিক ত্বরণ দিতে কম টর্কের প্রয়োজন হয়েছে। অতএব, ২নং চিত্রের ক্ষেত্রে ঘূর্ণন প্রবণতা বেশি হবে।

সমস্যা ১২০। সার্কাস পার্টিতে একজন পারফরমার 5 kg ভরের একটি গোলককে ভূমি হতে 1.5 m উপরে অনুভূমিক তলে 2 m লম্বা রশিয়ার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘোরাছেন। গোলকটি প্রতি মিনিটে ৩০ বার আবর্তন করে। ঘূর্ণায়মান অবস্থায় হঠাতে রশিয়া ছিড়ে যায়। পারফরমার হতে দর্শক সারির দূরত্ব 10 m । (i) আবর্তনশীল গোলকটি কেন্দ্রের দিকে কত বল অনুভব করবে? (ii) গোলকটি দর্শক সারির কোনো দর্শককে আঘাত করবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তর দাও। (Hints : $y = \frac{1}{2} gt^2$, $x = vt$)

সমাধান : (i) ধরি, কেন্দ্রের দিকে অনুভূত বল, F

আমরা জানি, $F = m\omega^2 r$

$$= m \left(\frac{2\pi N}{t} \right)^2 r$$

$$= 5 \text{ kg} \times \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 30}{60 \text{ s}} \right)^2 \times 2 \text{ m}$$

$$= 98.7 \text{ N}$$

অতএব, আবর্তনশীল গোলকটি কেন্দ্রের দিকে 98.7 N বল অনুভব করবে।

(ii) এখনে, কৌণিক বেগ, $v = \omega r = \frac{2 \times 3.1416 \times 30}{60 \text{ s}} = 3.1416 \text{ s}^{-1}$

$$\therefore \text{বৈরিক বেগ}, v = \omega r = (3.1416 \times 2) \text{ ms}^{-1} = 6.2832 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, গোলকটির রাশি ছিড়ে গেলে এর উল্লম্ব সরণ হবে $y = 1.5 \text{ m}$ অনুভূমিক আদিবেগ, $v_{x_0} = v = 6.2832 \text{ ms}^{-1}$

উল্লম্ব ত্বরণ, $a_y = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

অনুভূমিক ত্বরণ $ax = 0$; উল্লম্ব আতিবেগ $v_{y_0} = 0$

গোলকটির মাটিতে পড়ার সময় t হলে,

$$y = y_{x_0} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$\text{বা, } 1.5 \text{ m} = 0 \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times t^2 = 4.9 \text{ ms}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } t^2 = \frac{1.5 \text{ m}}{4.9 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore t = 0.5533 \text{ s}$$

আবার, গোলকটির অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব x হলে

$$x = v_{x_0} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$\text{বা, } x = 6.2832 \text{ ms}^{-1} \times 0.5533 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 0 \times t^2 = 3.48 \text{ m}$$

অতএব, পারফর্মার হতে দর্শক সারির দূরত্ব $(2 + 3.48) \text{ m} = 5.48 \text{ m}$ এর বেশি হলে গোলকটি কোনো দর্শককে আঘাত করবে না।

সমস্যা ১২১। রিশা 0.5 m দৈর্ঘ্যের 100 g ভরের একটি সরু সূম্ব দণ্ডের মধ্যবিদ্যুগামী অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভাষ্মক নির্ণয় করল। অতঃপর দণ্ডটিকে গলিয়ে 4 cm ব্যাসার্ধের গোলকে পরিণত করে তার কেন্দ্র দিয়ে গমগকারী অক্ষের সাপেক্ষে একই কৌণিক বেগে ঘূরালো। (i) রিশা দণ্ডটির জড়তার ভাষ্মক কত নির্ণয় করেছিল? (ii) উকীপকে উল্লম্বিত কোন ক্ষেত্রে গতিশক্তি বেশি— বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

সমাধান : (i) এখনে, দণ্ডের ভর, $m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$

দণ্ডের দৈর্ঘ্য, $l = 0.5 \text{ m}$

$$\text{আমরা জানি, জড়তার ভাষ্মক}, I = \frac{ml^2}{12} = \frac{0.1 \times (0.5)^2}{12} = 0.002 \text{ kg m}^2$$

(ii) ধরি, দণ্ডের এবং গোলকের উভয়ের কৌণিক বেগ ω এবং গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$ ।

(i) হতে পাই, দণ্ডের জড়তার ভাষ্মক, $I_1 = 0.002 \text{ kg m}^2$

গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$; এবং ভর, $m = 0.1 \text{ kg}$
 \therefore গোলকের জড়তার ভারক, $I_2 = \frac{2mr^2}{5} = \frac{2 \times 0.1 \times (0.04)^2}{5} = 0.000064 \text{ kgm}^2$

যেহেতু, $I_1 > I_2$

সূতরাং, দণ্ডের গতিশক্তি বেশি।

সমস্যা ১২২। সেলিম 30 g ভরের একটি পাথর খনকে 1.2 m দীর্ঘ একটি সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। পাথর খনকটি প্রতি মিনিটে 240 বার ঘুরছে। পাথরের ঘূর্ণন সংখ্যা একই রেখে সূতার দৈর্ঘ্য ছিগুল করা হলো। সূতা সর্বাধিক 43 N বল সহ করতে পারে। (i) প্রথম ক্ষেত্রে পাথরটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। (ii) সেলিম সূতার দৈর্ঘ্য পরিবর্তন করে ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন করতে পারবে কিনা—গণিতিকভাবে যাচাই কর।

সমাধান : (i) প্রথম ক্ষেত্রে, ভর $m = 30 \text{ g} = 0.03 \text{ kg}$;

সূতার দৈর্ঘ্য, $r = 1.2 \text{ m}$

পাথরটি মিনিটে 240 বার ঘুরে

$$\therefore \text{কৌণিক বেগ } \omega = \frac{2\pi \times 240}{60} = 25.12 \text{ rad s}^{-1}$$

কৌণিক ভরবেগ, $L = ?$

$$\text{আমরা জানি, } L = m \omega r^2$$

$$= 0.03 \times (25.12) \times (1.2)^2 = 1.085 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

অতএব, ১ম ক্ষেত্রে, পাথরটির কৌণিক ভরবেগ, $1.085 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ ।

(ii) সূতার পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $r = 2 \times 1.2 \text{ m} = 2.4 \text{ m}$

বস্তুর ভর, $m = 0.03 \text{ kg}$

$$\text{কৌণিক বেগ, } \omega = 25.12 \text{ rad s}^{-1} \quad [(i) \text{ নং থেকে প্রাপ্ত}]$$

$$\text{সূতার উপর টান বল, } T = m \omega^2 r$$

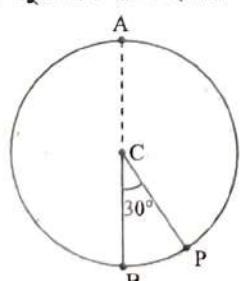
$$\text{বা, } T = 0.03 \times (25.12)^2 \times 2.4 = 45.43 \text{ N}$$

কিন্তু সূতা সর্বাধিক 43 N বল সহ করতে পারে।

অতএব, ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন হবে না।

সমস্যা ১২৩ ▶ 0.5 kg ভরের একটি বস্তুকে সূতায় বেঁধে 0.3 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 5 m s^{-1} বেগে উল্লম্ব তলে নিচের চিত্রে ন্যায় ঘুরানো হলো।

(i) P বিন্দুতে সূতার টান নির্ণয় কর। (ii) A অবস্থানে সূতার টান নিষ্ঠিয় হলে A ও B অবস্থানে বস্তুর বেগ অভিয হবে কি-না? বিশ্লেষণ কর।



সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$\text{কেন্দ্রমুখী বল, } F = \frac{mv^2}{r}$$

$$= \frac{0.5 \text{ kg} \times (5 \text{ m s}^{-1})^2}{0.3 \text{ m}}$$

$$= 41.667 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } P \text{ বিন্দুতে সূতার টান, } T = F + mg \cos \theta$$

$$= 41.667 \text{ N} + 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times \cos 30^\circ$$

$$= 41.667 \text{ N} + 4.243 \text{ N}$$

$$= 45.91 \text{ N}$$

অতএব, P বিন্দুতে টান 45.91 N ।

(ii) ৮১নং গণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : না]

বিন্দুতে সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ১২৪। সামিন একটি বালতিতে সামান্য পানি নিয়ে এর হাতল ধরে 1.5 m ব্যাসার্ধের উল্লম্ব বৃত্তাকার তলে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরাছে। তা দেখে রিয়ি বালতিটিকে একইভাবে আরও ধীরে ঘুরানোর চেষ্টা করায় বালতির পানি পড়ে গেল। উল্লেখ্য পানিসহ বালতির ভর 2 kg এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 m s^{-2} । (i) সামিন বালতিটি ঘুরানোর সময় সর্বোচ্চ কত টান অনুভব করছিল নির্মাণ কর। (ii) রিয়ি কমপক্ষে কত কৌণিক বেগে বালতিটিকে উল্লম্ব তলে ঘুরালে বালতির পানি পড়বে না সিদ্ধান্ত দাও।

সমাধান : (i) এখানে, বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ, $r = 1.5 \text{ m}$

সময়, $t = 60 \text{ s}$ এবং $N = 90$

পানিসহ বালতির ভর, $m = 2 \text{ kg}$

$$\therefore \text{বালতির কেন্দ্র বিমুখী বল, } F = \frac{mv^2}{r}$$

$$= m \left(\frac{N 2 \pi}{t} \right)^2 \times \frac{1}{r}$$

$$= 2 \times \left(\frac{90 \times 2 \times 3.1416}{60} \right)^2 \times 1.5 \text{ N}$$

$$\therefore F = 266.48 \text{ N}$$

বালতিটি তার গতিপথের সর্বনিম্ন বিন্দুতে সর্বোচ্চ টান অনুভব করবে।

$$\therefore T_{\max} = F + mg$$

$$= (266.48 + 2 \times 9.8) \text{ N}$$

$$= 286.08 \text{ N}$$

অতএব, বালতিটি ঘুরানোর সময় সর্বোচ্চ 286.08 N টান অনুভব করছিল।

(ii) রিয়ি বালতিটি উল্লম্ব তলে ঘুরানোর পরও বালতির পানি পড়বে না যদি বালতির উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী বল কমপক্ষে বালতির পানির ওজনের সমান হয়। ধরি, এক্ষেত্রে বালতিটির কৌণিক বেগ হবে ω_R

$$\therefore \text{শর্তনুসারে, } m'g = m' \omega_R^2 r$$

$$\text{বা, } \omega_R^2 = \frac{g}{r}$$

$$\text{বা, } \omega_R = \sqrt{\frac{g}{r}} = \sqrt{\frac{9.8}{1.5}} = 2.56 \text{ rad s}^{-1}$$

অতএব, রিয়ি কমপক্ষে 2.56 rad s^{-1} কৌণিক বেগে বালতিটিকে উল্লম্ব তলে ঘুরালে বালতির পানি পড়বে না।

সমস্যা ১২৫। একটি ভারী চাকার ভর 50 kg এবং জড়তার ভারক 5000 kg m^2 । চাকাটি প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরছে। সামিন চাকাটিকে 1.5 মিনিটে ধারানোর জন্য 500 Nm বাধা দানকারী টর্ক প্রয়োগ করল। (i) চাকাটির ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর। (ii) নির্দিষ্ট সময়ে সামিন চাকাটি ধারাতে সক্ষম হবে কি না সিদ্ধান্ত দাও।

সমাধান : (i) এখানে, ভর, $m = 50 \text{ kg}$

জড়তার ভারক, $I = 5000 \text{ kg m}^2$

সময়, $t = 60 \text{ s}$

আবর্তন সংখ্যা, $N = 120$

ঘূর্ণন গতিশক্তি, $E = ?$

আমরা জানি,

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$= \frac{1}{2} I \left(\frac{2\pi N}{t} \right)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5000 \text{ kg m}^2 \times \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 120}{60 \text{ s}} \right)^2$$

$$= 3.95 \times 10^5 \text{ J}$$

অতএব, চাকাটির ঘূর্ণন গতিশক্তি $3.95 \times 10^5 \text{ J}$ ।



১০

ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ৮। ৫০ N এর একটি বল 10 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। যদি ৪ s পরে বলটি ক্রিয়া না করে তবে প্রথম হতে ৪ s এ বস্তু কত দূরত অভিক্রম করবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{50 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 5 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2 = 0 \times 4 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 5 \text{ m s}^{-2} \times (4 \text{ s})^2 = 40 \text{ m}$$

এখন, ৫ s পরে বেগ, $v = u + at$

$$\text{বা, } v = 0 + 5 \text{ m s}^{-2} \times 4 \text{ s} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আবার, } s_2 = vt_2 = 20 \text{ m s}^{-1} \times 4 \text{ s} = 80 \text{ m}$$

$$\therefore \text{প্রথম থেকে } 8 \text{ s}-এ বস্তু কর্তৃক অভিক্রম দূরত, } s = s_1 + s_2 \\ = 40 \text{ m} + 80 \text{ m} \\ = 120 \text{ m}$$

সমস্যা ৯। 20 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কী পরিমাণ বল ক্রিয়া করলে তার বেগ 10 s-এ $(4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$ হতে বৃদ্ধি পেয়ে $(8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$ হবে।

সমাধান : এখানে, বস্তুর ভর, $m = 20 \text{ kg}$; সময়, $t = 10 \text{ s}$

$$\text{আদিবেগ, } \vec{u} = (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } \vec{v} = (8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}; \text{ বল, } F = ?$$

$$\text{এখন, } \vec{v} - \vec{u} = (8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}) - (4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k})$$

$$= 8\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k} - 4\hat{i} + 5\hat{j} - 3\hat{k} \\ = 4\hat{i} + 8\hat{j} - 8\hat{k}$$

$$\text{বেগের পরিবর্তন, } \Delta v = |\vec{v} - \vec{u}| = \sqrt{4^2 + 8^2 + (-8)^2} \\ = 12 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{এখন, ত্বরণ, } a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{12 \text{ m s}^{-1}}{10 \text{ s}} \\ = 1.2 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{বল, } F = ma = 20 \text{ kg} \times 1.2 \text{ m s}^{-2} = 24 \text{ N}$$

অতএব, প্রযুক্ত বলের মান 24 N।

সমস্যা ১০। একটি রকেট প্রতি সেকেন্ডে 7.4 kg জ্বালনি খরচ করে। রকেট থেকে নির্গত গ্যাসের বেগ $2.5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ হলে রকেটের উপর কত বল ক্রিয়া করে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma = m \cdot \frac{v}{t}$$

$$= \frac{7.4 \text{ kg} \times 2.5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}}{1 \text{ s}}$$

$$= 1.85 \times 10^4 \text{ N}$$

অতএব, রকেটের উপর ক্রিয়ারত বলের মান $1.85 \times 10^4 \text{ N}$ ।

সমস্যা ১১। কী পরিমাণ টর্কের ক্রিয়ায় 250 kg m^2 জড়তার আমকের কৌণিক ত্বরণ 4 rad s^{-1} হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\tau = I\alpha$$

$$= 250 \text{ kg m}^2 \times 4 \text{ rad s}^{-2}$$

$$= 1000 \text{ N m}$$

অতএব, টর্কের মান 1000 N m।

এখানে, বল, $F = 50 \text{ N}$ বস্তুর ভর, $m = 10 \text{ kg}$ আদিবেগ, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$ সময়, $t_1 = 4 \text{ s}$ পরবর্তী সময়, $t_2 = (8 - 4) \text{ s} = 4 \text{ s}$ আবার, $s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2 = 0 \times 4 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 5 \text{ m s}^{-2} \times (4 \text{ s})^2 = 40 \text{ m}$ এখন, ৫ s পরে বেগ, $v = u + at$

বা,

আবার,

অন্তর্ভুক্ত,

প্রথম থেকে ৪ s-এ বস্তু কর্তৃক অভিক্রম দূরত, $s = s_1 + s_2$ $= 40 \text{ m} + 80 \text{ m}$ $= 120 \text{ m}$ সমস্যা ১২। সমন্বয়ে ধারমান 3 kg ভরের একটি বস্তু এর গতির 5th সেকেন্ডে ও 8th সেকেন্ডে যথাক্রমে 0.18 m এবং 0.30 m দূরত অভিক্রম করে। ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, ক্রিয়াশীল বলের মান F

$$\text{আবার, } s_{th} = u + \frac{1}{2} a (2t - 1) \dots (1)$$

১ম ক্ষেত্রে আমরা পাই,

$$s_{t_1} = u + \frac{1}{2} a (2t_1 - 1)$$

$$\text{বা, } 0.18 = u + \frac{1}{2} a (2 \times 5 - 1)$$

$$\text{বা, } 0.18 = u + \frac{9a}{2}$$

$$\text{বা, } 2u + 9a = 0.36 \dots (2)$$

২য় ক্ষেত্রে আমরা পাই,

$$s_{t_2} = u + \frac{1}{2} a (2t_2 - 1)$$

$$\text{বা, } 0.30 = u + \frac{1}{2} a (2 \times 8 - 1) = u + \frac{15a}{2}$$

$$\text{বা, } 2u + 15a = 0.60 \dots (3)$$

(৩) নং হতে (২) নং বিয়োগ করে পাই,

$$6a = 0.24$$

$$\therefore a = \frac{0.24}{6} = 0.04 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{ক্রিয়াশীল বলের মান, } F = ma = 3 \text{ kg} \times 0.04 \text{ m s}^{-2} = 0.12 \text{ N}$$

অতএব, ক্রিয়াশীল বলের মান 0.12 N।

সমস্যা ১৩। 5 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 0.01 kg ভরের গুলি 400 m s^{-1} বেগে বেরিয়ে গেল। বন্দুকের পচাট বেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$MV = mv$$

$$\text{বা, } V = -\frac{mv}{M}$$

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

$$= -0.8 \text{ m s}^{-1}$$

বন্দুকের বেগ ঝণাঝক অর্থাৎ বুলেটের বা গুলির বেগ যে দিকে, রাইফেলের বেগ তার পশ্চাত দিকে।

সমস্যা ১৪। 200 kg ভরের একটি মোটর গাড়ি ঘটায় 108 km বেগে চলে। ত্বরের সাহায্যে গাড়িটিকে 20 m দূরতে ধারিয়ে দেওয়া হলো। বাধাদানকারী বলের মান বের কর।

সমাধান : ধরি, বাধাদানকারী বলের মান F

$$\text{আবার, } v^2 = u^2 + 2as$$

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

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

$$= -22.5 \text{ m s}^{-2}$$

এখন, $F = ma$

$$= 200 \text{ kg} \times (-22.5 \text{ m s}^{-2})$$

$$= -4500 \text{ N}$$

বলটি বাধাদানকারী বলে ঝণাঝক চিহ্ন হয়েছে।

∴ বাধাদানকারী বলের মান 4500 N।

সমস্যা ১৫। 5 টনের একটি ট্রাক ঘটায় 36 km বেগে চলছে। এটি 4 m দূরতে ধারিতে হলে কত বলের প্রয়োজন হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক

সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। স্থিরাবস্থা থেকে 40 kg ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তু নির্দিষ্ট বলের ক্রিয়ার ফলে 2 s পর 15 m s^{-1} বেগ অর্জন করে। এর উপর কি পরিমাণ বল কাজ করছে এবং 4 s পর এর গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : ১ম ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } F = m \cdot \frac{v - u}{t_1}$$

$$= 40 \text{ kg} \times \frac{15 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{2 \text{ s}}$$

$$= 40 \text{ kg} \times 7.5 \text{ m s}^{-2} = 300 \text{ N}$$

আবার, ২য় ক্ষেত্রে,

$$4 \text{ s} \text{ পরে বেগ}, v' = u + at = 0 \text{ m s}^{-1} + 7.5 \text{ m s}^{-2} \times 4 \text{ s} = 30 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } E = \frac{1}{2} mv'^2 = \frac{1}{2} \times 40 \text{ kg} \times (30 \text{ m s}^{-1})^2 = 18000 \text{ J}$$

অতএব, গতিশক্তি $18 \times 10^3 \text{ J}$ ।

সমস্যা ১৭। 0.3 kg ভরের রাইফেলের গুলি 30 m s^{-1} বেগে বের হয়ে গেল। রাইফেলটি যদি 0.6 m s^{-1} বেগে পশ্চাত্তে দিকে আসতে চায় তবে রাইফেলের ভর নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, $MV = mv$

$$\text{বা, } M = \frac{mv}{V}$$

$$= \frac{0.3 \text{ kg} \times 30 \text{ m s}^{-1}}{0.6 \text{ m s}^{-1}} = 15 \text{ kg}$$

এখানে, গুলির ভর, $m = 0.3 \text{ kg}$

গুলির বেগ, $v = 30 \text{ m s}^{-1}$

রাইফেলের পশ্চাত্তে বেগ $v = 0.6 \text{ m s}^{-1}$

রাইফেলের ভর $M = ?$

অতএব, রাইফেলের ভর 15 kg ।

সমস্যা ১৮। 900 kg ভরের একটি ট্রাক ঘটায় 60 km বেগে চলে। ক্রেক চেপে ট্রাকটিকে 50 m দূরে থামানো হলো। যদি মাটির ঘর্ষণজনিত বল 200 N হয়, তবে ক্রেক জনিত বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ট্রাকের ভর, $m = 900 \text{ kg}$

$$\text{আদিবেগ, } u = 60 \text{ km h}^{-1} = \frac{60 \times 1000}{3600} \text{ m s}^{-1} = \frac{50}{3} \text{ m s}^{-1}$$

শেষ বেগ, $v = 0$; অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 50 \text{ m}$

মাটির ঘর্ষণজনিত বল, $F_2 = 200 \text{ N}$

ক্রেকজনিত বল, $F_1 = ?$

মনে করি, মোট বাধাদানকারী বলের মান = F

$$\text{এখন, } F = F_1 + F_2 \dots \dots \dots (1)$$

আবার, $v^2 = u^2 - 2as$

$$\text{বা, } 0^2 = \left(\frac{50}{3} \text{ m s}^{-1}\right)^2 - 2 \times a \times 50 \text{ m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{50 \times 50}{9 \times 100} \text{ m s}^{-2} = \frac{25}{9} \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 900 \text{ kg} \times \frac{25}{9} \text{ m s}^{-2} = 2500 \text{ N}$$

সমীকরণ (1) নং থেকে পাই, $2500 \text{ N} = F_1 + 200 \text{ N}$

$$\text{বা, } F_1 = 2500 \text{ N} - 200 \text{ N} = 2300 \text{ N}$$

\therefore ক্রেকজনিত বল, 2300 N ।

সমস্যা ১৯। ব্যাসার্ড ভেস্টের $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ এবং বল $\vec{F} = F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}$ হলে টক্কে \vec{r} নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ব্যাসার্ড ভেস্টের, $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

বল, $\vec{F} = F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}$; টক্কে, $\tau = ?$

আমরা জানি, $\tau = \vec{r} \times \vec{F} = (x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}) \times (F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k})$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ x & y & z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

$$= (F_z - z F_y) \hat{i} + (z F_x - x F_z) \hat{j} + (x F_y - y F_x) \hat{k}$$

সমস্যা ২১। একটি গতিশীল বস্তুর বিরুদ্ধে 25 N বল প্রয়োগ করায় 12 m দূরত্বে বস্তুটির গতিবেগ অর্ধেক হয়। বস্তুটির ভর 5.0 kg হলে প্রাথমিক বেগ কত? কতক্ষণ ধরে বল ক্রিয়া করে তা নির্ণয় কর।

সমাধান : প্রশ্নানুসারে শেষবেগ, $v = \frac{v_0}{2}$

$$\text{মন্দন, } a = \frac{F}{m} = \frac{25}{5} \text{ ms}^{-2}$$

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

আমরা জানি, $v^2 = v_0^2 - 2as$

$$\text{বা, } \left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = v_0^2 - 2as$$

$$\text{বা, } \frac{v_0^2}{4} = v_0^2 - 2as \text{ বা, } 2as = \frac{3v_0^2}{4}$$

$$\text{বা, } v_0^2 = \frac{8as}{3} = \frac{8 \times 5 \times 12}{3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} = 160 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v_0 = 12.65 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, $v = v_0 - at$

$$\text{বা, } \frac{v_0}{2} = v_0 - at \text{ বা, } at = \frac{v_0}{2}$$

$$\text{বা, } t = \frac{v_0}{2} = \frac{12.65}{2 \times 5} = 1.265 \text{ s}$$

অতএব, বস্তুটির প্রাথমিক বেগ 12.65 ms^{-1} এবং এটি 1.265 s সময় ধরে ক্রিয়া করে।

সমস্যা ২২। 5 kg ভরের একটি বন্দুকের নল থেকে 8 g ভরের একটি গুলি নির্গত হলে বন্দুকের প্রতিক্রিয়ে বেগ 64 ms^{-1} হয়। গুলির প্রাথমিক বেগ কত? গুলি লক্ষ্যবস্তুর মধ্যে 50 cm প্রবেশ করে স্থিরাবস্থায় আসে। গুলির ওপর প্রযুক্ত বাধা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

বন্দুকের ক্ষেত্রে,

$$MV = -mv$$

$$\text{বা, } v = \frac{-MV}{m}$$

$$= \frac{-5 \times (-64)}{8 \times 10^{-3}} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = 40000 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0 = 40000^2 - 2as$$

$$\text{বা, } a = \frac{40000^2}{2 \times 50 \times 10^{-2}} = 1.6 \times 10^9 \text{ ms}^{-2}$$

\therefore গুলির উপর প্রযুক্ত বাধা = ma

$$= (8 \times 10^{-3} \times 1.6 \times 10^9) \text{ N} = 1.28 \times 10^7 \text{ N}$$

সমস্যা ২৩। 2 kg ভরের একটি বস্তুকে একটি শিশু তৃলা থেকে বুলানো আছে। যখন তৃলাটি (i) 5 ms^{-2} ত্বরণে ওপরে উঠে এবং (ii) একই ত্বরণে নিচে নামে তখন শিশু তৃলাটি কত পাঠ দিবে? ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

সমাধান : এখানে, বস্তুর ভর, $m = 2 \text{ kg}$

$$(i) \text{ বস্তু যখন } 5 \text{ ms}^{-2} \text{ ত্বরণে উঠে এবং } a = g + 5 \text{ ms}^{-2} = (10 + 5) \text{ ms}^{-2} = 15 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{তখন বস্তুটির ওজন } W = ma = (2 \times 15) \text{ N} = 30 \text{ N}$$

$$(ii) \text{ শিশু তৃলাটিতে পাঠ } = \frac{W}{g} = \frac{30}{10} \text{ kg} = 3 \text{ kg}$$

- (ii) তুলাটি যখন 5 ms^{-2} ত্বরণে নিচে নামে তখন নিচের দিকে ক্রিয়াশীল নীট ত্বরণ, $a' = g - 5 \text{ ms}^{-2} = 10 \text{ ms}^{-2} - 5 \text{ ms}^{-2} = 5 \text{ ms}^{-2}$
- $$\therefore \text{তখন বস্তুটির ওজন}, W' = ma' = (2 \times 5) \text{ N} = 10 \text{ N}$$
- $$\therefore \text{তখন স্প্রিংতুলাটিতে পাঠ} = \frac{W'}{g} = \frac{10 \text{ N}}{10 \text{ m s}^{-2}} = 1 \text{ kg}$$

সমস্যা ২৮। ৪ g বায়ুপূর্ণ একটি বেলুন থেকে ছিদ্র পথে 5 ms^{-1} বেগে বায়ু নির্গত হয় এবং 0.5 s সময়ে সম্পূর্ণ বায়ু শূন্য হয়। বেলুনের ওপর কত বল ক্রিয়া করে?

সমাধান: এখানে, বেলুনের ভর, $m = 4g = 4 \times 10^{-3} \text{ kg}$
আন্দিবেগ, $v_0 = 5 \text{ ms}^{-1}$; সময়, $t = 0.5 \text{ s}$
শেষ বেগ, $v = 0$; বেলুনের উপর প্রযুক্ত বল, $F = ?$

$$\text{ত্বরণ}, a = \frac{5 - 0}{0.5} = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore F = ma = (4 \times 10^{-3} \times 10) \text{ N} = 0.04 \text{ N}$$

অতএব, বেলুনের উপর 0.04 N বল ক্রিয়া করে।

সমস্যা ২৯। 70 kg ওজনের একজন বিমানচতুর্ব ব্যবহারকারী সমবেগে নিচের দিকে নামছে। তাঁর ওপর বায়ুর বাধা কত?

সমাধান: এখানে, লোকটির ভর, $m = 70 \text{ kg}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

লোকটি যেহেতু সমবেগে নামছে সেহেতু তাঁর উপর প্রযুক্ত নীট ত্বরণ শূন্য। বাতাসের বাধাদানকারী বলের দ্রব্যন ত্বরণ a হলো—

$$a - g = 0 \text{ বা, } a = g$$

$$\therefore \text{বায়ুর বাধা, } F = ma = mg = (70 \times 9.8) \text{ N} = 686 \text{ N}$$

সমস্যা ৩০। 2.5 kg ভরের একটি হাতুড়ি 5 m উচু থেকে একটি পেরেকের ওপর পড়ল এবং $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড সময়ে স্থির হলো।

পেরেকের ওপর কত বল প্রযুক্ত হলো? ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

সমাধান: এখানে, উচ্চতা, $h = 5\text{m}$; সময়, $t = \frac{1}{10} \text{ s} = 0.15 \text{ s}$

$$\text{হাতুড়ির ভর, } m = 2.5 \text{ kg}$$

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

পেরেক স্পর্শ করার মুহূর্তে হাতুড়ির বেগ,

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{পেরেকের উপর প্রযুক্ত বল, } F &= \left(\frac{v - 0}{t} \right) \times m + mg \\ &= \left(\frac{10 - 0}{0.1} \times 2.5 \right) \text{ N} + 2.5 \times 10 \\ &= 250 \text{ N} + 25 \text{ N} = 275 \text{ N} \end{aligned}$$

সমস্যা ৩১। একটি হাতুড়ির ভর 1 kg । এটি 10 ms^{-1} বেগে একটি পেরেকের ওপর আপত্তি হলো। এতে পেরেকটি একটি কাঠের তক্তার ডেতর 2 cm ঢুকে গেল। (i) হাতুড়ি প্রদত্ত ঘাত, (ii) প্রযুক্ত বল এবং (iii) কতক্ষণ হাতুড়িটি পেরেকের সংস্পর্শে ছিল নির্ণয় কর।

সমাধান: হাতুড়ির ভর, $m = 1 \text{ kg}$

$$\text{বেগ, } v = 10 \text{ ms}^{-1}; \text{ সরণ, } s = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$(i) \text{ হাতুড়ির ঘাত, } J = \Delta P = m(v - 0)$$

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

$$(ii) \text{ প্রযুক্ত বল, } F = ma = m \frac{v^2}{2s} = m \left(\frac{10^2}{2 \times 2 \times 10^{-2}} \right) = (1 \times 2500) \text{ N}$$

$$\therefore F = 2500 \text{ N}$$

$$(iii) J = Ft$$

$$\text{বা, } t = \frac{J}{F} = \frac{10 \text{ kg ms}^{-1}}{2500 \text{ N}} = 4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

অতএব, হাতুড়িটি $4 \times 10^{-3} \text{ s}$ পেরেকের সংস্পর্শে ছিল।

১১৭। সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র একাদশ-বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ৩৫। উৎক্ষেপণের মুহূর্তে রকেটের ভর 150 kg এবং এর মধ্যে জ্বালানির ভর 450 kg । নির্গত গ্যাসের সর্বাধিক বেগ 2 kms^{-1} । জ্বালানি ক্ষয়ের হার কত হলে রকেট প্রাথমিক ত্বরণ 30 ms^{-2} সহ উৎক্ষিপ্ত হবে?

সমাধান: এখানে, রকেট ও জ্বালানির ভর, $m = 150 \text{ kg} + 450 \text{ kg} = 600 \text{ kg}$

গ্যাস নির্গমনের বেগ, $v = 2 \text{ kms}^{-1} = 2000 \text{ ms}^{-1}$

রকেটের ত্বরণ, $a = 30 \text{ ms}^{-2}$

জ্বালানি ক্ষয়ের হার, $\frac{dm}{dt} = \text{নির্ণেয়}$

আমরা জানি, $a = \frac{v}{m} \left(\frac{dm}{dt} \right) - g$

$$\text{বা, } \frac{dm}{dt} = \frac{m(g + a)}{v} = \frac{600 \times (10 + 30)}{2000} = 12 \text{ kg s}^{-1}$$

অতএব, রকেটটির জ্বালানি ক্ষয়ের হার 12 kg s^{-1} হলে এটি 30 ms^{-2} প্রাথমিক ত্বরণ সহ উৎক্ষিপ্ত হবে।

সমস্যা ৩৬। একটি রকেট 300 kgs^{-1} হারে জ্বালানি দহন করে এবং দহনের ফলে উৎপন্ন গ্যাস 5000 ms^{-1} বেগে নির্গত হয়। রকেটটির প্রাথমিক ভর 5000 kg হলে 10 s পরে রকেটটির ত্বরণ কত হবে?

সমাধান: এখানে, জ্বালানি দহনের হার $\frac{dm}{dt} = 300 \text{ kgs}^{-1}$

গ্যাসের বেগ, $v = 5000 \text{ ms}^{-1}$

রকেটের প্রাথমিক ভর, $M = 5000 \text{ kg}$

$$10 \text{ s} \text{ পরে } \text{রকেটের ভর, } m = M - \frac{dm}{dt} \times 10$$

$$= 5000 - 300 \times 10$$

$$= 2000 \text{ kg}$$

$$\therefore 10 \text{ s} \text{ পরে ত্বরণ, } a = \frac{v}{m} \left(\frac{dm}{dt} \right) - g$$

$$= \left(\frac{5000}{2000} \times 300 - 9.8 \right) \text{ ms}^{-2} = 740.2 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, 10 s পরে রকেটটির ত্বরণ 740.2 ms^{-2} হবে।

সমস্যা ৩৭। একটি রকেট ন্যূনতম কী হারে গ্যাসের দহন হলে তা খাড়াভাবে ভূমি থেকে উর্ধমুখে উঠতে সক্ষম হবে? ওঠার মুহূর্তে রকেটের ভর 4000 kg এবং নির্গত গ্যাসের বেগ 400 ms^{-1} ।

সমাধান: এখানে, ওঠার মুহূর্তে রকেটের ভর, $m = 4000 \text{ kg}$

নির্গত গ্যাসের বেগ, $v = 400 \text{ ms}^{-1}$

গ্যাস দহনের হার, $\frac{dm}{dt} = \text{নির্ণেয়}$

ন্যূনতম হারে গ্যাস দহনে রকেটটি উর্ধমুখে উঠতে সক্ষম হবে যদি

$$\frac{v}{m} \left(\frac{dm}{dt} \right) = g$$

$$\text{বা, } \frac{dm}{dt} = \frac{mg}{v} = \frac{4000 \times 9.8}{400} \text{ kg s}^{-1} = 98 \text{ kg s}^{-1}$$

অতএব, রকেটটি ন্যূনতম 98 kg s^{-1} হারে গ্যাস দহন করলে এটি উর্ধমুখে উঠতে সক্ষম হবে।

সমস্যা ৩৮। অনুভূমিক দিকে গতিশীল 2 kg ভরের একটি লোহ গোলক 5 ms^{-1} বেগে একটি দেয়ালে লম্বভাবে ধাক্কা দিয়ে 3 m s^{-1} বেগে বিপরীত দিকে ফিরে গেল। বলের ঘাত কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$$J = m(v - u)$$

$$= 2 \text{ kg} \times (-3 \text{ m s}^{-1} - 5 \text{ m s}^{-1})$$

$$= -16 \text{ kg ms}^{-1}$$

এখানে, ভর, $m = 2 \text{ kg}$

ধাক্কার পূর্বে বেগ, $u = 5 \text{ m s}^{-1}$

ধাক্কার পরে বেগ, $v = -3 \text{ m s}^{-1}$

বলের ঘাত, $J = ?$

ঝোঝুক চিহ্ন ভরবেগের পরিবর্তন বিপরীত দিকে নির্দেশ করে।

\therefore বলের ঘাতের মান 16 kg m s^{-1} ।

সমস্যা ৩৯। 20 m s^{-1} বেগে আগত 0.2 kg ভরের একটি ক্রিকেট বলকে একজন খেলোয়াড় ক্যাচ ধরে 0.1 s সময়ের মধ্যে থামিয়ে দিল। খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর: -20 N]

সমস্যা ৪০। 0.6 kg ভরের একটি ফুটবলকে 25 m s^{-1} বেগে গতিশীল থাকা অবস্থায় একজন খেলোয়ার সঙ্গের লাই মারল, ফলে বলটি একই দিকে 4 m s^{-1} বেগ প্রাপ্ত হলো। খেলোয়াড়ের পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত কত?

সমাধান: এখানে, ফুটবলের ভর, $m = 0.6 \text{ kg}$

$$\text{আদিবেগ}, u = 25 \text{ m s}^{-1}$$

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

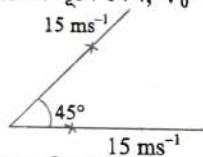
$$\begin{aligned} \therefore \text{বলের ঘাত} &= mv - mu = m(v - u) \\ &= 0.6 \text{ kg} (40 \text{ m s}^{-1} - 25 \text{ m s}^{-1}) \\ &= 0.6 \text{ kg} \times 15 \text{ m s}^{-1} = 9 \text{ kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, খেলোয়াড়ের পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত 9 kg m s^{-1} ।

সমস্যা ৪১। একজন ব্যাটসম্যান একটি ক্রিকেট বলকে এর প্রাথমিক বেগের মান অপরিবর্তিত রেখে 45° কোণে বিক্ষেপিত করল। যদি বলের প্রাথমিক বেগ 54 km hr^{-1} হয়, তবে ওই বলের ওপর প্রযুক্ত ঘাত নির্ণয় কর। (বলের ভর 0.15 kg)

সমাধান: এখানে, বলের ভর, $m = 0.15 \text{ kg}$

$$\text{আঘাতের পূর্বে বেগ}, V_0 = 54 \text{ km hr}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$$



আঘাতের পরে বেগের অনুভূমিক উপাংশ, $v = -V_0 \cos 45^\circ$

$$= -15 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = -10.6 \text{ ms}^{-1}$$

\therefore অনুভূমিক বরাবর ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P = m(v_0 - v) = 0.15 \{15 - (-10.6)\} \text{ kgms}^{-1}$$

$$\therefore \Delta P = 3.84 \text{ kgms}^{-1}$$

আমরা জানি, বলের ঘাত, $J = \Delta P = 3.84 \text{ kgms}^{-1}$

অতএব, বলের উপর প্রযুক্ত ঘাত 3.84 kgms^{-1}

সমস্যা ৪২। একটি ঘূর্ণনরত কশার ব্যাসার্ধ ডেটার $r = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) \text{ m}$ এবং এ প্রযুক্ত বল $F = (6\hat{i} + 3\hat{j} - 3\hat{k}) \text{ N}$ হলে টক্রের মান ও দিক নির্ণয় কর।

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর: $\sqrt{45}, -(3\hat{i} + 6\hat{k}) \text{ N-m}$]

সমস্যা ৪৩। কোনো অক্ষ সাপেক্ষে একটি বস্তুর জড়তার ভার 100 kg m^2 । উক্ত অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। (বস্তুটির ওজন 29.4 N)

সমাধান: এখানে,

$$\text{বস্তুটির ওজন} = 29.4 \text{ N}$$

$$\therefore mg = 29.4 \text{ N}$$

$$\text{বা, } m = \frac{29.4 \text{ N}}{g} = \frac{29.4 \text{ N}}{9.8 \text{ ms}^{-2}} = 3 \text{ kg}$$

$$\text{আমরা জানি, } I = mk^2$$

$$\text{বা, } 100 \text{ kg m}^2 = 3 \text{ kg} \times K^2$$

$$\text{বা, } K^2 = \frac{100 \text{ kg m}^2}{3 \text{ kg}}$$

$$\text{বা, } K = \sqrt{33.33333} \text{ m} = 5.77 \text{ m}$$

অতএব, বস্তুটির চক্রগতির ব্যাসার্ধ 5.77 m ।

এখানে,

$$\text{জড়তার ভার, } I = 100 \text{ kg m}^2$$

$$\text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ, } K = ?$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ, } K = ?$$

সমস্যা ৫১। একটি ফ্লাই হুইলের কৌণিক বেগ $2\pi \text{ rad s}^{-1}$ হতে $6\pi \text{ rad s}^{-1}$ এ উন্নীত করতে 100 J কাজ সম্পন্ন করতে হয়। হুইলটির জড়তার ভারক নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$E = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$\text{বা, } 2E = I\omega^2$$

$$\text{বা, } I = \frac{2E}{\omega^2}$$

$$\text{বা, } I = \frac{2E}{\omega_1^2 - \omega_0^2}$$

$$= \frac{2 \times 100 \text{ J}}{(6\pi \text{ rad s}^{-1})^2 - (2\pi \text{ rad s}^{-1})^2}$$

$$= \frac{200 \text{ J}}{315.83 \text{ rad}^2 \text{ s}^{-2}}$$

$$= 0.63 \text{ kg m}^2$$

এখানে,

$$\text{আদি কৌণিক বেগ, } \omega_0 = 2\pi \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{শেষ কৌণিক বেগ, } \omega_1 = 6\pi \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{কাজ} = \text{গতিশক্তি, } E = 100 \text{ J}$$

$$\text{জড়তার ভারক, } I = ?$$

অতএব, হুইলটির জড়তার ভারক 0.63 kg m^2 ।

সমস্যা ৫২। 5 kg ভরের একটি দৃঢ় বস্তু ঘূর্ণন অক্ষ থেকে 1.5 m দূরে 5 rad s^{-1} কৌণিক দুর্তি ঘূরছে। এর জড়তার ভারক এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, বস্তুর ভর, $m = 5 \text{ kg}$

$$\text{ঘূর্ণন অক্ষ থেকে দূরত্ব, } r = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{কৌণিক দুর্তি, } \omega = 5 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{জড়তার ভারক, } I = ?, \text{ ঘূর্ণন গতিশক্তি, } E_k = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } I = mr^2 = 5 \text{ kg} \times (1.5 \text{ m})^2 = 11.25 \text{ kg m}^2$$

$$\text{আবার, } E_k = \frac{1}{2} m\omega^2 = \frac{1}{2} \times 5 \text{ kg} \times (5 \text{ rad s}^{-1})^2 = 62.5 \text{ J}$$

অতএব, বস্তুটির জড়তার ভারক 11.25 kg m^2 এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি 62.5 J ।

সমস্যা ৫৩। একটি ক্রিম উপগ্রহ দৃঢ় হতে 500 km উচ্চতায় বৃত্তাকার পথে পরিপ্রয়ণ করছে। 100 min সময়ে উপগ্রহটি পৃথিবীকে একবার প্রদক্ষিণ করলে এর কৌণিক ও রৈখিক বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, ব্যাসার্ধ, $r = 500 \text{ km} = 500 \times 10^3 \text{ m}$

$$\text{সময়, } t = 100 \text{ min} = (100 \times 60) \text{ s} = 6000 \text{ s}$$

$$\text{কৌণিক বেগ, } \omega = ?$$

$$\text{রৈখিক বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \omega = \frac{2\pi}{t} = \frac{2 \times 3.1416}{6000} \text{ rad s}^{-1} = 1.047 \times 10^{-3} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{রৈখিক বেগ, } v = \omega r$$

$$= (1.047 \times 10^{-3} \times 500 \times 10^3) \text{ m s}^{-1} = 523.6 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, ক্রিম উপগ্রহটির কৌণিক বেগ 1.047 rad s^{-1} এবং রৈখিক বেগ 523.6 m s^{-1} ।

সমস্যা ৫৫। একটি ফ্লাই হুইলের জড়তার ভারক 0.05 kg m^2 । এর কৌণিক বেগ $8 \text{ সেকেণ্ডে } 60 \text{ rpm}$ হতে 300 rpm পর্যন্ত বৃদ্ধি পেলে হুইলের ওপর ক্রিয়ারত টক্রের মান নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\text{বা, } \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

$$\text{বা, } \alpha = \frac{(31.416 - 6.2832) \text{ rad s}^{-1}}{8 \text{ s}}$$

$$= 3.1416 \text{ rad s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } \tau = I\alpha$$

$$= 0.05 \text{ kgm}^2$$

$$\times 3.1416 \text{ rad s}^{-2}$$

$$= 0.157 \text{ Nm}$$

এখনে, জড়তার ভারক, $I = 0.05 \text{ kg m}^2$

$$\text{সময়, } t = 8 \text{ s}$$

$$\text{আদি কৌণিক বেগ, } \omega_0 = 60 \text{ rpm}$$

$$= \frac{60 \times 2 \times 3.1416}{60} \text{ rad s}^{-1}$$

$$= 6.2832 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{শেষ কৌণিক বেগ, } \omega = 300 \text{ rpm}$$

$$= \frac{300 \times 2 \times 3.1416}{60} \text{ rad s}^{-1}$$

$$= 31.416 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{ক্রিয়ারত টক্রের মান, } \tau = ?$$

অতএব, হুইলের ওপর ক্রিয়ারত টক্রের মান 0.157 Nm ।



সমস্যা ৫৬। হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে 5.3×10^{-11} m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 2.21×10^8 m s⁻¹ সমন্বিতভাবে ঘূরছে। ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়ারত দূর ত্বরণ ও কেন্দ্রমুর্যী বল নির্ণয় কর। একবার আবর্তনে ইলেক্ট্রনের কত সময় লাগে? ইলেক্ট্রনের ভর = 9.1×10^{-31} kg।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৫৭। 0.250 kg ভরের একটি পাথর খনকে 0.75 m লম্বা একটি সূতার এক প্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘূরালে সূতার উপর কত টান পড়বে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\omega = \frac{2\pi N}{T} = \frac{2 \times 3.1416 \times 90}{60} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\therefore \omega = 9.4248 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{আবার, } F = m\omega^2 r$$

$$= 0.250 \text{ kg} \times (9.4248 \text{ rad s}^{-1})^2 \times 0.75 \text{ m} = 16.65 \text{ N}$$

$$\therefore \text{সূতার টান } 16.65 \text{ N।}$$

সমস্যা ৫৮। 4 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকে 1.5 m দীর্ঘ সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘূরানো হচ্ছে। বস্তুটি 5 সেকেন্ড 20 বার পূর্ণ আবর্তন করছে। সূতার টান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} F &= m\omega^2 r = m \left(\frac{2\pi N}{t} \right)^2 \times r \\ &= 4 \text{ kg} \times \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 20 \text{ rad s}^{-1}}{5} \right)^2 \times 1.5 \text{ m} \\ &= 3.79 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{অতএব, সূতার টান } 3.79 \times 10^3 \text{ N।}$$

সমস্যা ৫৯। 100 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকা পথে 60 km h⁻¹ বেগে গাঢ়ি চলতে হলে পথটিকে কত ডিগ্রি কোণে আনত রাখতে হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\text{বা, } \tan \theta = \frac{\left(\frac{50}{3} \text{ m s}^{-1}\right)^2}{100 \text{ m} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 0.283446$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}(0.283446) \therefore \theta = 15.82^\circ$$

$$\text{অতএব, আনত কোণ } 15.82^\circ।$$

সমস্যা ৬০। একটি গাঢ়ি 50 km/hr বেগে 60 m ব্যাসার্ধের একটি রাস্তায় মোড় নিতে হলে অনুভূমিকের সাথে রাস্তাটির আনতি কোণ বা ব্যাখ্যিক কোণ কত হওয়া প্রয়োজন?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 18.17°]

সমস্যা ৬১। একজন মোটর সাইকেল আরোহী 100 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কত বেগে মোড় নিলে উল্লম্ব তলের সাথে 30° কোণে আনত ধাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 23.79 m s⁻¹]

(১১) সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ৬২। 100 m ব্যাস বিশিষ্ট একটি বাঁকা থে 60 km h⁻¹ বেগে গাঢ়ি চালাতে হলে পথটিকে কত ডিগ্রি কোণে আনত রাখতে হবে?

সমাধান : এখানে, ব্যাস = 100 m

$$\therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{100}{2} = 50 \text{ m}$$

$$\text{বেগ, } v = 60 \text{ km h}^{-1} = \frac{60 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1} = \frac{50}{3} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আনত কোণ, } \theta = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \tan \theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{\left(\frac{50}{3} \text{ ms}^{-1}\right)^2}{50 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = \frac{250}{441}$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1}\left(\frac{250}{441}\right) = 29.55^\circ$$

$$\text{অতএব, আনত কোণ, } 29.55^\circ।$$

সমস্যা ৬৪। একটি ফ্লাই হুইল স্পিরাবল্মী থেকে সমকোণিক ত্বরণে ঘূরতে শুরু করল। 30 sec পরে 1500 rpm কৌণিক বেগ অর্জন করল। হুইলটির কেন্দ্র থেকে 50 cm দূরে অবস্থিত কোণে কণার কৌণিক ত্বরণ এবং বৈৱিক ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, সময়, t = 30 s; আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 0$

$$\text{শেষ কৌণিক বেগ, } \omega = \frac{1500 \times 2\pi}{60} \text{ rads}^{-1}$$

$$= 157.08 \text{ rads}^{-1}$$

$$\text{কেন্দ্র থেকে বিন্দুর দূরত্ব, } r = 50 \text{ cm} = 50 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{নির্ণেয় কণার কৌণিক ত্বরণ, } \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

$$= \frac{157.08 - 0}{30} \text{ rads}^{-2} = 5.236 \text{ rads}^{-2}$$

$$\text{কণাটির বৈৱিক ত্বরণ, } a = \alpha r$$

$$= 5.236 \times 50 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \text{ ms}^{-2} = 2.618 \text{ ms}^{-2}$$

সমস্যা ৬৬। 40 kg ও 60 kg ভরের দুটি বক্তু পরম্পর বিপরীত যথাক্রমে 10 ms^{-1} ও 2 ms^{-1} বেগে যাওয়ায় একে অপরকে ধাকা দিল। ধাকার পর বক্তুয়ে একত্রে যুক্ত হয়ে কত বেগে চলতে ধাকবে?

সমাধান : এখানে, বক্তুয়ের ভর, $m_1 = 40 \text{ kg}$ এবং $m_2 = 60 \text{ kg}$ আদি বেগসমূহ, $u_1 = 10 \text{ m s}^{-1}$ এবং $u_2 = -2 \text{ m s}^{-1}$

$$\text{এবং } v_1 = v_2 = v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v.$$

$$\text{বা, } (40 \times 10) \text{ kg m s}^{-1} - (60 \times 2) \text{ kg m s}^{-1} = (40 + 60) \text{ kg} \times v$$

$$\text{বা, } 100 \text{ kg} \times v = (400 - 120) \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } 100 \text{ kg} \times v = 280 \text{ kg m s}^{-1} \text{ বা, } v = \frac{280}{100} \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore v = 2.8 \text{ m s}^{-1}.$$

অতএব, ধাকার পর বক্তুয়ে একত্রে যুক্ত হয়ে 2.8 m s^{-1} বেগে চলবে।

সমস্যা ৬৭। 5 kg ভরের একটি বক্তু 10 ms^{-1} বেগে চলত অবস্থায় 3 m s^{-1} বেগে একই দিকে গতিশীল 2 kg ভরের একটি বক্তুর সাথে মিলিত হয়ে এক হয়ে যায়। মিলিত হয়ে একটি বক্তুতে পরিণত হওয়ার পর এর বেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{5 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-1} + 2 \text{ kg} \times 3 \text{ m s}^{-1}}{5 \text{ kg} + 2 \text{ kg}}$$

$$= \frac{(50 + 6) \text{ kg m s}^{-1}}{7 \text{ kg}}$$

$$= \frac{56}{7} \text{ m s}^{-1} = 8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{নির্ণেয় বেগ } 8 \text{ m s}^{-1}.$$

এখানে,

$$1 \text{ম বক্তুর ভর, } m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$2 \text{য বক্তুর ভর, } m_2 = 2 \text{ kg}$$

$$1 \text{ম বক্তুর আদি বেগ, } u_1 = 10 \text{ m s}^{-1}$$

$$2 \text{য বক্তুর আদি বেগ, } u_2 = 3 \text{ m s}^{-1}$$

বক্তুয়ে মিলিত হওয়ার

পর একত্রিত বেগ, $v = ?$



সমস্যা ৬৮। ৫ kg ভরের একটি বস্তু 4 ms^{-1} বেগে উত্তর দিকে এবং ৩ kg ভরের অপর একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে দক্ষিণ দিকে চলছে। কোনো এক সময় কৃতু দুটির মধ্যে সংঘর্ষের ফলে এরা মিলে এক হয়ে পেল। মিলিত বস্তুটি কত বেগে এবং কোন দিকে চলবে?

সমাধান : স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{(5 \times 4 + 3 \times (-2))}{5 + 3} \text{ m s}^{-1}$$

$$= \frac{(20 - 6)}{8} \text{ m s}^{-1} = 1.75 \text{ m s}^{-1}$$

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

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 3 \text{ kg}$

১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 4 \text{ m s}^{-1}$

২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -2 \text{ m s}^{-1}$

[১ম বস্তুটির বিপরীত বলে -ve হয়েছে]

বস্তুর মধ্যুক্ত বেগ, $v = ?$

যেহেতু মান ধনাত্ত্বক তাই দিক ১ম বস্তুর গতির দিকে অর্থাৎ উত্তর দিকে 1.75 m s^{-1} বেগে চলবে।

সমস্যা ৬৯। ১০ kg ভরের একটি বস্তুর ওপর স্থির মানের একটি বল 10 s ধরে ক্রিয়া করল এবং তারপর বলের ক্রিয়া বন্ধ হলো। পরবর্তী 10 s সময়ে বস্তুটি 100 m দূরত্ব অতিক্রম করল। বস্তুটির ওপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ভর, $m = 10 \text{ kg}$; বলের ক্রিয়াবল, $t = 10 \text{ s}$

সমবেগে যাত্রাকাল, $t' = 10 \text{ s}$; সরণ, $s = 100 \text{ m}$

সমবেগে v হলে, $s = vt'$

$$\text{বা, } v = \frac{s}{t'} = \frac{100}{10} \text{ ms}^{-1} = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = m \left(\frac{v-u}{t} \right) = 10 \times \frac{10-0}{10} = 10 \text{ N}$$

সমস্যা ৭০। ১০ kg ভরের একটি বস্তুর ওপর $(10\hat{i} + 20\hat{j}) \text{ N}$ একটি বল 3 s ধরে প্রযুক্ত হলো। 3 s পরে বস্তুটির অবস্থান এবং গতিবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, বল, $\vec{F} = (10\hat{i} + 20\hat{j}) \text{ N}$

ভর, $m = 10 \text{ kg}$; সময়, $t = 3 \text{ s}$

অবস্থান, $\vec{s} = \text{নির্ণয়}$

গতিবেগ, $\vec{v} = \text{নির্ণয়}$

$$\text{ত্বরণ, } \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{10\hat{i} + 20\hat{j}}{10} \text{ ms}^{-2} = (\hat{i} + 2\hat{j}) \text{ ms}^{-2}$$

$$3 \text{ s} \text{ পর অবস্থান, } \vec{s} = \frac{1}{2} \vec{a} t^2 = \frac{1}{2} (\hat{i} + 2\hat{j}) \times 3^2 \text{ m} = (4.5\hat{i} + 9\hat{j}) \text{ m}$$

গতিবেগ, $\vec{v} = \vec{a} t$

$$= (\hat{i} + 2\hat{j}) \times 3 \text{ ms}^{-1} = (3\hat{i} + 6\hat{j}) \text{ ms}^{-1}$$

সমস্যা ৭১। 0.5 kg ভরের একটি বস্তু 0.2 ms^{-1} বেগে চলছে।

0.4 kg ভরের অন্য একটি বস্তু একই সরলরেখা বরাবর 0.1 ms^{-1} বেগে বিপরীত দিক থেকে এসে প্রথম বস্তুটির সঙ্গে সংঘর্ষের পর যুগ্ম কর্তৃ হিসেবে চলতে শুরু করল। এদের সাধারণ বেগ এবং চূড়ান্ত ও আধারিক গতিশক্তির অনুপাত নির্ণয় কর। শক্তির অপচয় কত?

সমাধান : এখানে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 0.5 \text{ kg}$

১ম বস্তুর আদিবেগ, $v_{01} = 0.2 \text{ ms}^{-1}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 0.4 \text{ kg}$

২য় বস্তুর আদিবেগ, $v_{02} = -0.1 \text{ ms}^{-1}$

সাধারণ বেগ, $v = \text{নির্ণয়}$

আমরা জানি, $m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = (m_1 + m_2) v$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 v_{01} + m_2 v_{02}}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{0.5 \times 0.2 - 0.4 \times 0.1}{0.5 + 0.4} \text{ ms}^{-1} = \frac{0.06}{0.9} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = 0.067 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বস্তুর সাধারণ বেগ 0.067 ms^{-1}

চূড়ান্ত গতিশক্তি $= \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$

$$\text{আদি গতিশক্তি} = \frac{1}{2} m_1 v_{01}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{02}^2$$

$$= \frac{0.9 \times 0.067^2}{0.5 \times 0.2^2 + 0.4 \times 0.1^2} = \frac{4.0401 \times 10^{-3}}{0.024}$$

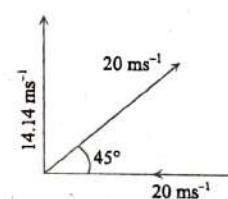
\therefore চূড়ান্ত গতিশক্তি : প্রাথমিক গতিশক্তি $= 1 : 5.94$

$$\text{গতিশক্তির অপচয়} = \frac{1}{2} (0.024 - 4.0401 \times 10^{-3}) \text{ J} = 9.98 \times 10^{-3} \text{ J}$$



সমস্যা ৭২। একজন খেলোয়াড়ের দিকে 20 ms^{-1} বেগে আসা 200 g ভরের একটি ফুটবলকে কিক করে 20 ms^{-1} বেগে ভূমির সাথে 45° কোণে ফেরত পাঠাল। খেলোয়াড়ের গায়ের সাথে বলের সংস্পর্শ কাল 0.1 s হলে (i) বলটির উপর প্রযুক্ত বলের ঘাত এবং (ii) বলটির উপর প্রযুক্ত গড় বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান :



অনুভূমিক বরাবর ভর বেগের পরিবর্তন

$$\Delta P_x = (20 + 20 \cos 45) \times 200 \times 10^{-3} \text{ kg ms}^{-1} = 6.828 \text{ kg ms}^{-1}$$

উলম্ব বরাবর ভর বেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P_y = (14.14 - 0) \times 200 \times 10^{-3} \text{ kg ms}^{-1} = 2.828 \text{ kg ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{বলটির লক্ষ্য ভরবেগের পরিবর্তন, } \Delta P = \sqrt{\Delta P_x^2 + \Delta P_y^2} = 7.39 \text{ kg ms}^{-1}$$

(i) আমরা জানি, বলের ঘাত, $J = \Delta P$

$$\therefore J = 7.39 \text{ kg ms}^{-1}$$

অতএব, বলটির উপর প্রযুক্ত বলের ঘাত 7.39 kg ms^{-1}

(ii) বলটির উপর প্রযুক্ত গড় বল,

$$F = \frac{J}{t} = \frac{7.39 \text{ kg ms}^{-1}}{0.15} \quad \begin{array}{l} \text{এখানে,} \\ t = 0.15 \end{array}$$

$$\therefore F = 73.9 \text{ N}$$

সমস্যা ৭৩। $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ভরের একটি ইলেক্ট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে $0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$ ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে ঘূরছে।

ঘূর্ণনাত ইলেক্ট্রনের কেন্দ্রমুখী ত্বরণ এবং কৌণিক বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ইলেক্ট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ব্যাসার্ধ, $r = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$

ইলেক্ট্রনের চার্জ, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

ইলেক্ট্রনের কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a = ?$

কৌণিক বেগ, $\omega = ?$

$$\text{আমরা জানি, } v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mr} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 mr} \times \frac{e^2}{mr}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (0.53 \times 10^{-10} \text{ m})}$$

$$= 4.78 \times 10^{12} \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\text{এখন, } a = \frac{v^2}{r} = \frac{4.78 \times 10^{12} \text{ m}^2 \text{s}^{-2}}{(0.53 \times 10^{-10}) \text{ m}} = 9.019 \times 10^{22} \text{ m s}^{-2}$$

আবার, $a = \omega^2 r$

$$\text{বা, } \omega = \sqrt{\frac{a}{r}} = \sqrt{\frac{9.019 \times 10^{22} \text{ m s}^{-2}}{0.53 \times 10^{-10} \text{ m}}} = 4.125 \times 10^{16} \text{ rad s}^{-1}$$

অতএব, ঘূর্ণনরত ইলেক্ট্রনের কেন্দ্রস্থুরী ত্বরণ $9.019 \times 10^{22} \text{ m s}^{-2}$
এবং কৌণিক বেগ $4.125 \times 10^{16} \text{ rad s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৭৮। 30 kg ভরের একটি শেল 48 m s^{-1} বেগে উড়ছে। শেলটি
বিস্কেলিং হয়ে দুই টুকরা হলে 18 kg ভরের টুকরাটি স্থির হয়ে যায়
এবং বাকি টুকরাটি উচ্চে যায়। বাকি অংশের বেগ কত? [BUET '06-07]

সমাধান: আমরা জানি,

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = mv$$

$$\text{বা, } (18 \times 0) + (12v_2) = 30 \times 48$$

$$\text{বা, } v_2 = 120 \text{ ms}^{-1}$$

এখনে,

$$m_1 = 18 \text{ kg}$$

$$m_2 = (30 - 18) \text{ kg} = 12 \text{ kg}$$

$$\text{বা, } v_1 = 0 \text{ ms}^{-1}, v = 48 \text{ ms}^{-1}, m = 30 \text{ kg}$$

সমস্যা ৭৫। মাঠের মধ্য দিয়ে গাড়িয়ে যাওয়া 0.5 kg ভরের একটি
ফুটবল 50 m দূরত্বে গিয়ে থেমে গেল। ফুটবলটির প্রার্থমিক বেগ
 30 m/s হলে ঘর্ষণ বলের মান কত? [KUET '05-06]

সমাধান: $v^2 = u^2 - 2as$

$$\text{বা, } 0^2 = 30^2 - 2 \times a \times 50$$

$$\text{বা, } a = 9 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore F_s = ma = 0.5 \times 9 = 4.5 \text{ N}$$

সমস্যা ৭৬। মহাকাশে অবস্থিত একটি শাটল মহাকাশ যানের ভর
 $3 \times 10^3 \text{ kg}$ এবং জ্বালানির ভর $50,000 \text{ gm}$ । জ্বালানি 15 kg s^{-1}
হারে ব্যবহৃত হলে এবং 150 m s^{-1} সূব্যবস্থা দ্রুতিতে নির্গত হলে শাটল
যানের উপর ধাক্কা নির্ণয় কর। [BUET '08-09]

সমাধান: যেহেতু জ্বালানি 15 kg s^{-1} হারে ব্যবহৃত হয় অর্থাৎ

15 kg জ্বালানির জন্য ব্যবহারিত সময় $1s$,

$\therefore 1 \text{ kg}$ জ্বালানির জন্য ব্যবহারিত সময় = $\frac{1s}{15}$

ব্যবহারিত সময় = $\frac{1s}{15}$

এখনে,

$$\text{মহাকাশ যানের ভর, } m_1 = 3 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\text{জ্বালানির ভর, } m_2 = 50000 \text{ gm}$$

$$= 50 \text{ kg}$$

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

$$\text{জ্বালানির শেষবেগ, } v_2 = 150 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শাটল যানের উপর ধাক্কা, } F = ?$$

$$\therefore 50 \text{ kg জ্বালানির জন্য ব্যবহারিত সময়} = \frac{1 \times 50}{15} \text{ s} = 3.33 \text{ s}$$

$$\therefore \text{সময় } t = 3.33 \text{ s}$$

$$\text{আমরা জানি, } F = m_2 a = m_2 \frac{v_2 - u_2}{t}$$

$$= 50 \text{ kg} \times \frac{(150 \text{ ms}^{-1} - 0)}{3.33 \text{ s}}$$

$$= 2252.252 \text{ N}$$

অতএব শাটল যানের উপর ধাক্কা 2252.252 N ।

সমস্যা ৭৭। 25 g ভরের একটি বুলেট 100 cm-s বেগে 15 cm পুরু
একটি কাঠের দেয়ালে প্রবেশ করে ও দেয়াল ভেঙে করে 75 cms^{-1}
বেগে বেরিয়ে যায়। বুলেটের গড় বল কত? [RUET '08-09, '07-08]

সমাধান: এখনে, $m = 25 \text{ mg} = 0.025 \text{ kg}$

$$v_2 = u^2 - 2as$$

$$a = \frac{u^2 - v^2}{2s} = \frac{(1)^2 - (0.75)^2}{2 \times 0.15} = 1.4583 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore F = ma = 0.0365 \text{ N}$$

সমস্যা ৭৮। ৪, ৫ এবং ৬ একক ভরের তিনটি কণার স্থানাঙ্ক যথাক্রমে
($4, 0, -1$), ($3, -2, 3$) এবং ($2, 1, 4$) হলে z অক্ষের সাপেক্ষে তাদের
জড়ত্বার ভারক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। [BUET '14-15]

সমাধান: ৪ একক ভরের জড়ত্বার ভারক, $I_z = 4 \times (4^2 + 0^2) = 64$

$$5 \text{ " " " } I_z = 5 \times (3^2 + (-2)^2) = 65$$

$$6 \text{ " " " } I_z = 6 \times (2^2 + 1^2) = 30$$

আবার,

$$4 \text{ একক ভরের চক্রগতির ব্যাসার্ধ, } K = \sqrt{\frac{I}{m}} = \sqrt{\frac{64}{4}} = 4$$

$$5 \text{ " " " } K_1 = \sqrt{\frac{I_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{65}{5}} = \sqrt{13}$$

$$6 \text{ " " " } K_2 = \sqrt{\frac{I_2}{m_2}} = \sqrt{\frac{30}{6}} = \sqrt{5}$$

অতএব, z অক্ষের সাপেক্ষে তাদের জড়ত্বার ভারক ও চক্রগতির
ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $(64, 65, 30)$ এবং $(4, \sqrt{13}, \sqrt{5})$

সমস্যা ৭৯। একটি রেললাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ 250 m এবং
রেললাইনের পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 m । ঘটায় 50 km বেগে
চলত গাড়ির ক্ষেত্রে প্রযোজনীয় ব্যাকিং-এর জন্য বাইরের লাইনের
পাতকে ভিতরের লাইনের পাত অপেক্ষা কর্তৃত উচ্চ করতে হবে?

[KUET '13-14, '07-08; BUTex '11-'12; RUET '05-06]

সমাধান: এখনে, ব্যাসার্ধ, $r = 250 \text{ m}$

পাতবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 1 \text{ m}$

$$\text{বেগ, } v = 50 \text{ K mh}^{-1} = \frac{50 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1} = 13.89 \text{ ms}^{-1}$$

ধরি, বাইরের পাত ভিতরের পাত অপেক্ষা h মিটার উচ্চ।

$$\text{আমরা পাই, } \sin \theta = \frac{h}{d}$$

θ ক্ষুদ্র বলে $\sin \theta = \tan \theta$ ধরা যায়

$$\therefore \tan \theta = \frac{h}{d} \dots\dots\dots(1)$$

আবার, আমরা জানি,

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg} \dots\dots\dots(2)$$

$$\therefore \frac{v^2}{rg} = \frac{h}{d} \quad [\text{সমীকরণ (1) ও (2) নং থেকে}]$$

$$\text{বা, } h = \frac{v^2 d}{rg} = \frac{(13.89 \text{ ms}^{-1})^2 \times 1 \text{ m}}{250 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = 0.07875 \text{ m} = 7.87 \text{ cm}$$

অতএব, বাইরের পাত ভিতরের পাত অপেক্ষা 7.87 cm উচ্চ করতে হবে।

৩. শাহজাহান তপন, মুহুমদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। 36 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রযুক্ত হলে।
যিনিটো এর বেগ 15 km h^{-1} বৃদ্ধি পাবে?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২১নং গাণিতিক
সমস্যার সমাধান প্রটোক্য।

সমস্যা ২। 10 g ভরের একটি বুলেট 300 m s^{-1} বেগে এক টুকরা
কাঠের মধ্যে 4.5 cm প্রবেশ করে থেমে গেল। বাধানোকারী বলের
মান নির্ণয় কর। এ দূরত্ব মেঝে বুলেটের কত সময় লেগেছে?

সমাধান: আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 2as = v^2 - u^2$$

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

$$= \frac{(0)^2 - (300 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 0.045 \text{ m}}$$

এখনে, বুলেটের ভর, $m = 10 \text{ g}$

$$= \frac{10}{1000} \text{ kg} = 0.01 \text{ kg}$$

আদিবেগ, $u = 300 \text{ m s}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$

চতুর্থ অধ্যায়  নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

$$\begin{aligned} &= \frac{-90000}{0.09} \text{ m s}^{-2} & \text{সরণ, } s = 4.5 \text{ cm} = \frac{4.5}{100} \text{ m} = 0.045 \text{ m} \\ &= -1000000 \text{ m s}^{-2} & \text{বাধাদানকারী বল, } F = ? \\ &= -10^6 \text{ m s}^{-2} & \text{সময়, } t = ? \end{aligned}$$

$$\text{এখন, } F = ma = 0.01 \text{ kg} \times (-10^6 \text{ m s}^{-2}) = -10^4 \text{ N}$$

\therefore বাধাদানকারী বলের মান 10^4 N

আবার, আমরা জানি,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } t = \frac{v - u}{a} = \frac{(0 - 300) \text{ m s}^{-1}}{10^6 \text{ m s}^{-2}} = 3 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$\text{নির্ণেয় সময় } 3 \times 10^{-4} \text{ s} !$$

সমস্যা ৩। 45 km h^{-1} বেগে চলিষ্ঠ একজন মোটর গাড়ির চালক হঠাৎ 26 m সাথে একটি বালককে দেখতে পেলেন। সাথে সাথে তিনি ত্বক চেপে দিলেন। ফলে গাড়িটি বালকের 1 m সাথে এসে থেমে গেল। গাড়িটি ধামাতে কত সময় লাগল এবং এর উপর কত বল যুক্ত হলো? আরোহী সমেত গাড়ির ভর 1000 kg ।

সমাধান : গোলায় হোসেন, নাসির ও রবিউল স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 4 \text{ s}; 3125 \text{ N}]$$

সমস্যা ৪। 20 N এর একটি বল 5 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। যদি 5 s পর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়, তবে প্রথম থেকে 12 s -এর বস্তু কত দূর যাবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৮নং গাণিতিক সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 190 \text{ m}]$$

সমস্যা ৫। একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 15 N এর একটি বল এর উপর 4 s সেকেন্ড ধরে কাজ করে এবং তারপর আর কোনো কাজ করল না। বস্তুটি এরপর 9 s সেকেন্ডে 54 m দূরত্ব পেল। বস্তুটির ভর কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$s_2 = v t_2$$

$$\text{বা, } v = \frac{s_2}{t_2}$$

$$= \frac{54 \text{ m}}{9 \text{ s}} = 6 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{এখানে, } 4 \text{ s} \text{ পরে প্রাপ্ত বেগ } 6 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, ; } v = u + at_1$$

$$\text{বা, } a = \frac{v - u}{t_1} = \frac{6 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{4 \text{ s}} = 1.5 \text{ m s}^{-2}$$

আবার, আমরা জানি, $F = ma$

$$\text{বা, } m = \frac{F}{a} = \frac{15 \text{ N}}{1.5 \text{ m s}^{-2}} = 10 \text{ kg}$$

অতএব, বস্তুটির ভর 10 kg ।

সমস্যা ৬। 5 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 10 g ভরের গুলি 400 m s^{-1} বেগে বেরিয়ে গেল। বন্দুকের পশ্চাত বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। ক্ষেত্রে জুতা পায়ে দাঁড়ানো রুমার কাছে নয়ন 3.3 kg ভরের একটি বল ছিঁড়ে। রুমার ভর 48 kg । বলটি লোফার সাথে সাথে রুমা 0.32 m s^{-1} বেগে গতিশীল হয়। রুমা যখন বলটি ধরে তখন বলটির বেগ কত ছিল?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। 600 kg ভরের একখানি গাড়ি 20 m s^{-1} বেগে সরলপথে চলতে চলতে 1400 kg ভরের একখানি স্থির ট্রাকের সাথে ধাকা থেকে আটকে গেল। মিলিত গাড়ি দুটির বেগ কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯। 4 kg ভরের একটি হাঁসপাখি একটি গাছের ডালে বসে আছে। পাখিটিকে 20 g ভরের একটি বুলেট 200 m s^{-1} বেগে অনুভূমিকভাবে আঘাত করল। বুলেটটি পাখির মধ্যে রয়ে গেলে পাখিটির অনুভূমিক বেগ কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 0.995 \text{ ms}^{-1}]$$

সমস্যা ১০। 40 kg এবং 60 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 10 m s^{-1} ও 2 m s^{-1} বেগে পরস্পর বিপরীত দিকে আসার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর বস্তুর যথেক্ষণে কত যুক্ত থেকে কত বেগে চলবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 2.8 \text{ ms}^{-1}]$$

সমস্যা ১১। 100 kg এবং 200 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 20 m s^{-1} ও 10 m s^{-1} বেগে পরস্পর বিপরীত দিকে আসার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর বস্তুর যথেক্ষণে কত যুক্ত থেকে কত বেগে কোন দিকে চলবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 0; স্থির থাকবে]$$

সমস্যা ১২। 3 kg ভরের একটি বল 2 m s^{-1} বেগে পূর্বদিকে চলছে। 1 kg ভরের অপর একটি বল 2 m s^{-1} বেগে পশ্চিম দিকে চলছে। কোনো এক সময় বল দুটির মধ্যে সংঘর্ষের ফলে এরা মিলে এক হয়ে গেল। মিলিত বলটি কত বেগে কোন দিকে চলবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 1 \text{ m s}^{-1} \text{ বেগে পূর্ব দিকে}]$$

সমস্যা ১৩। উৎক্ষেপণের পূর্বে একটি রকেট ও তার জ্বালানির ভর $1.9 \times 10^3 \text{ kg}$ । রকেটের সাপেক্ষে জ্বালানি $2.5 \times \text{m s}^{-1}$ বেগে নির্ণয় হলে এবং জ্বালানি 7.4 kgs^{-1} হারে ব্যয়িত হলে রকেটের উপর ধাক্কা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 1.85 \times 10^4 \text{ N}]$$

সমস্যা ১৪। 300 kg ভরের কোনো নৌকার দুই গলুই থেকে 20 kg এবং 25 kg ভরের দুটি বালক যথাক্রমে 3.25 m s^{-1} এবং 2 m s^{-1} বেগে দুদিকে লাফ দেয়। নৌকাটি কত বেগে কোন দিকে চলবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। একটি চাকার ভর 6 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 40 cm । চাকাটি প্রতি মিনিটে 300 বার ঘূরে। এর জড়ত্বার আয়ত্ক এবং ঘূর্ণন গতিশীলতা বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 0.96 \text{ kg m}^2; 473.26 \text{ J}]$$

সমস্যা ১৬। একটি চাকার ভর 5 kg এবং কোনো অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.2 m । এর জড়ত্বার আয়ত্ক কত? চাকাটিতে 4 rad s^{-2} কৌণিক ঘূরণ সূচী করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[উত্তর : 0.3125 \text{ kg m}^2; 1.25 \text{ N m}]$$

সমস্যা ১৭। একটি নিম্নিটি অক্ষকে কেন্দ্র করে 13 rad s^{-1} কৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত একটি চাকার গতিশক্তি 29 J । ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে চাকাটির জড়তার ভাবক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৮৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 0.34 \text{ kg m}^2]$$

সমস্যা ১৮। 5 kg ভরের একটি দৃঢ় বস্তু ঘূর্ণন অক্ষ থেকে 1.5 m দূরে 5 rads^{-1} কৌণিক দ্রুতিতে ঘূরছে। এর জড়তার ভাবক এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৯। একটি বিমানের প্রপেলারের ভর 70 kg এবং ছুরগতির ব্যাসার্ধ 75 cm । এর জড়তার ভাবক বের কর। একে 4 rev s^{-2} কৌণিক ত্বরণ দিতে প্রয়োজনীয় টক্রের মান বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 39.38 \text{ kg m}^2; 989.23 \text{ N m}]$$

সমস্যা ২০। 6000 rad s^{-1} কৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত একটি চাকার জড়তার ভাবক 80 kg m^2 । সুষম ত্বক প্রয়োগ করে একে 30 s এ থামানো হলো। (ক) ত্বক প্রয়োগ করা হলে এর কৌণিক ত্বরণ কত? (খ) এই সময়ে এটি কতবার ঘুরবে? (গ) বেকটি কত টক্র সরবরাহ করে?

সমাধান : (ক) আমরা জানি,

$$\omega_f = \omega_0 - at$$

$$\text{বা, } at = \omega_0 - \omega_f$$

$$\text{বা, } a = \frac{\omega_0 - \omega_f}{t}$$

$$= \frac{6000 \text{ rad s}^{-1} - 0 \text{ rad s}^{-1}}{30 \text{ s}}$$

$$= 200 \text{ rad s}^{-2}$$

$$(খ) আবার, \omega_f^2 = \omega_0^2 - 2at\theta$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{\omega_0^2 - \omega_f^2}{2a} = \frac{(6000 \text{ rad s}^{-1})^2 - (0 \text{ rad s}^{-1})^2}{2 \times 200 \text{ rad s}^{-2}}$$

$$= 90000 \text{ rad} = \frac{90000}{2\pi} \text{ rev}$$

$$= \frac{90000}{2 \times 3.1416} \text{ rev}$$

$$= 14323.91 \text{ rev}$$

$$(গ) আবার, আমরা জানি, \tau = I\alpha = 80 \text{ kg m}^2 \times 200 \text{ rad s}^{-2} = 16000 \text{ N m}$$

সমস্যা ২১। একটি ধাতব গোলকের ভর 0.04 kg । এটিকে 2 m দীর্ঘ একটি সুতার এক প্রান্তে বেঁধে প্রতি সেকেন্ডে 5 বার ঘুরানো হচ্ছে। গোলকটির কৌণিক ভরবেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 5.024 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}]$$

সমস্যা ২২। একটি অনুভূমিক তল বরাবর সুতায় বাঁধা একটি টিলিকে সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। টিলিটির ভর 5 kg , বেগ 3 m s^{-1} এবং বৃত্তের ব্যাসার্ধ 1.2 m হলে কেন্দ্রমুখী বল নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$= \frac{5 \text{ kg} \times (3 \text{ m s}^{-1})^2}{(1.2 \text{ m})} = 37.5 \text{ N}$$

অতএব, কেন্দ্রমুখী বলের মান 37.5 N ।

এখানে, আদি কৌণিক বেগ,

$$\omega_0 = 6000 \text{ rad s}^{-1}$$

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_f = 0 \text{ rad s}^{-1}$

$$\text{জড়তার ভাবক, } I = 80 \text{ kg m}^2$$

$$\text{সময়, } t = 30 \text{ s}$$

$$(ক) কৌণিক ত্বরণ, \alpha = ?$$

$$(খ) ঘূর্ণন সংখ্যা, N = ?$$

$$(গ) টক্র, \tau = ?$$

সমস্যা ২৩। সাইক্লোট্রন নামক একটি ত্বরক যাত্রে প্রোটন 80 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘূরে। একটি তত্ত্ব ত্বক বৃত্তের কেন্দ্রের দিকে $8 \times 10^{-13} \text{ N}$ বল সরবরাহ করে। প্রোটনের ভর $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ হলে এর বেগ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$\text{বা, } mv^2 = F \times r$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{F \times r}{m}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{F \times r}{m}} = \sqrt{\frac{(8 \times 10^{-13} \text{ N}) \times 0.8 \text{ m}}{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}} = 1.96 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, প্রোটনের বেগ $1.96 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ২৪। 4 g ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকে 1.5 m দীর্ঘ সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটি 5 s এ 20 বার পূর্ণ আবর্তন করছে। সুতার টান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যারের ৭৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৫। 0.250 kg ভরের একটি পাথরখন্ডকে 0.75 m লম্বা একটি সুতার এক প্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরালে সুতার উপর টান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৬। কোনো মোটর সাইকেল আরোহী 100 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কত বেগে ঘুরলে তিনি উল্লম্ব তলের সাথে 30° কোণে আনত থাকেন?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 23.79 \text{ m s}^{-1}]$$

সমস্যা ২৭। কোনো সাইকেল আরোহী 50 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 9.8 m s^{-1} বেগে ঘুরতে গেলে উল্লম্ব তলের সাথে কত কোণে আনত থাকতে হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 11^\circ]$$

সমস্যা ২৮। মোটর চলাচলের একটি রাখার বাঁকের ব্যাসার্ধ 1 km । রাখাটি অনুভূমিকের সাথে 4° কোণ করে ঢালু করা আছে। একটি মোটর গাড়ি নিরাপদে সর্বোচ্চ কত বেগে এই বাঁক অতিক্রম করতে পারে।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 26.18 \text{ m s}^{-1}]$$

সমস্যা ২৯। 13 m s^{-1} বেগে একটি গাড়িকে নিরাপদে 30 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁক অতিক্রম করতে হলে বাঁকটিকে কত কোণে ঢালু করতে হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 29.89^\circ]$$

সমস্যা ৩০। 100 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকা পথে 60 km h^{-1} বেগে গাড়ি চালাতে হলে পথটিকে কত ডিগ্রি কোণে আনত রাখতে হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 15.8^\circ]$$

সমস্যা ৩১। 100 m ব্যাসের বৃত্তাকার পথে কোনো মোটর সাইকেল আরোহী কত বেগে ঘুরলে উল্লম্ব তলের সাথে তিনি 30° কোণে আনত থাকবেন?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর} : 16.82 \text{ m s}^{-1}]$$

৩ গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। একটি বস্তুর ভর 12 kg এবং বেগ 15 m s^{-1} । ভরবেগ কত?

সমাধান : ধরি, ভরবেগ P

আমরা জানি, $P = mv$

$$= 12 \text{ kg} \times 15 \text{ m s}^{-1} = 180 \text{ kg m s}^{-1}$$

সুতরাং বস্তুটির ভরবেগ 180 kg m s^{-1} ।

সমস্যা ২। 2 kg ভরের একটি বস্তুর ওপর 10 N বল প্রয়োগ করা হলে কত ত্বরণ সৃষ্টি হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 5 ms^{-2}]

সমস্যা ৩। 25 kg ভরের একটি বস্তু 5 m s^{-2} ত্বরণে চলছে। এর ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ভর, $m = 25 \text{ kg}$

$$\text{ত্বরণ}, a = 5 \text{ m s}^{-2}; \text{ ক্রিয়াশীল বল}, F = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, F = ma = 25 \text{ kg} \times 5 \text{ m s}^{-2} = 125 \text{ N}$$

\therefore ক্রিয়াশীল বলের মান 125 N ।

সমস্যা ৪। ১ একক ভরের একটি বস্তুর চলরোধীর সমীকরণ $x = t^3 - 3t^2$,

$$y = -3t^2 + 2t, z = 2t^3 - t$$

পর বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর।

সমাধান : কণাটির অবস্থান ভেঙ্গে,

$$x = (t^3 - 3t^2)\hat{i} + (-3t^2 + 2t)\hat{j} + (2t^3 - t)\hat{k}$$

$$\text{সুতরাং বেগ}, v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \{(t^3 - 3t^2)\hat{i} + (-3t^2 + 2t)\hat{j} + (2t^3 - t)\hat{k}\}$$

$$\text{বা}, v = (3t^2 - 6t)\hat{i} + (-6t + 2)\hat{j} + (6t^2 - 1)\hat{k}$$

$$\text{এবং ত্বরণ}, a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \{(3t^2 - 6t)\hat{i} + (-6t + 2)\hat{j} + (6t^2 - 1)\hat{k}\}$$

$$\text{বা}, a = (6t - 6)\hat{i} - 6\hat{j} + 12\hat{k}; \therefore 2 \text{ s} \text{ পর ত্বরণ}, a = 6\hat{i} - 6\hat{j} + 24\hat{k}$$

$$\therefore \text{বল}, F = ma = 1 \times (6\hat{i} - 6\hat{j} + 24\hat{k}) [\because \text{ভর, } m = 1 \text{ একক}]$$

$$= (6\hat{i} - 6\hat{j} + 24\hat{k})$$

অতএব, বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল $(6\hat{i} - 6\hat{j} + 24\hat{k})$ ।

সমস্যা ৫। 10 N এর একটি বল 2 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে। যদি 4 s পরে বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায় তাহলে ১ম থেকে 8 s এ বস্তু কত দূর যাবে?

সমাধান : ধরি, ত্বরণ a এবং 4 s পর বেগ v

আমরা জানি, $F = ma$

$$\text{বা}, 10 \text{ N} = 2 \text{ kg} \times a$$

$$\text{বা}, a = \frac{10}{2} \text{ m s}^{-2} = 5 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } v = u + at = 0 + 5 \text{ m s}^{-2} \times 4 \text{ s} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

১ম 4 s -এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = ut + \frac{1}{2} at^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \text{ m s}^{-2} \times (4 \text{ s})^2 = 40 \text{ m.}$$

বল বন্ধ হওয়ার পর পরবর্তী 4 s -এ বস্তু v সমবেগে চলবে।

$$\therefore \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব}, s_2 = v \times t = 20 \text{ m s}^{-1} \times 4 \text{ s} = 80 \text{ m}$$

$$\therefore 8 \text{ s}-এ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2 = (40 + 80) \text{ m} = 120 \text{ m}$
নির্ণেয় অতিক্রান্ত দূরত্ব 120 m ।$$

সমস্যা ৬। 6 kg ভরের একটি বস্তুর বেগ 10 s এ 15 m s^{-1} থেকে 45 m s^{-1} এ বৃদ্ধি করা হলো। বস্তুটির ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান কত?

সমাধান : এখানে, ভর, $m = 6 \text{ kg}$

$$\text{আদিবেগ}, u = 15 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{শেষ বেগ}, v = 45 \text{ m s}^{-1}$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 12 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } v = 15 \text{ m s}^{-1}$$

সময়, $t = 10 \text{ s}$; ক্রিয়াশীল বলের মান, $F = ?$

$$\text{যদি ত্বরণ } a \text{ হয় তবে, } a = \frac{v - u}{t} = \frac{(45 - 15) \text{ m s}^{-1}}{10 \text{ s}} = 3 \text{ m s}^{-2}$$

$$\therefore \text{ক্রিয়াশীল বল, } F = ma = 6 \text{ kg} \times 3 \text{ m s}^{-2} = 18 \text{ N}$$

\therefore বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান 18 N ।

সমস্যা ৭। 30 m s^{-1} বেগে চলত একটি গাড়িকে ব্রেক করে 6 s এ থামানো হলো। যাতিসহ গাড়ির ভর 750 kg হলে ব্রেকজনিত বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 3750 N]

সমস্যা ৮। 80 km h^{-1} বেগে চলত একটি গাড়ির চালক 35 m সাথে একটি বালক দেখতে পেয়ে ব্রেক চাপলেন। গাড়িটি বালকের 2 m সাথে এসে থেমে গেল। আরোহীসহ গাড়ির ভর 1200 kg হলে ব্রেকজনিত বল নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{(22.22 \text{ m s}^{-1})^2 - (0 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 33 \text{ m}}$$

$$= 7.48 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{ব্রেকজনিত বল, } F = ma$$

$$= (1200 \times 7.48) \text{ N} = 8976 \text{ N}$$

অতএব, ব্রেকজনিত বল 8976 N ।

সমস্যা ৯। 40 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর ওপর 120 N মানের বল ক্রিয়া করে। 10 s পরে এর বেগ কত হবে? এ সময়ে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 30 ms^{-1} , 150 m]

সমস্যা ১০। 250 kg ভরের একটি গাড়িকে ব্রেক করে 0.5 s -এ 5 m দূরত্বে থামানো হলো। ব্রেকজনিত বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 10000 N]

সমস্যা ১০। 80 kg ভরের এক ব্যক্তি স্থির বস্তুর ওপর একটি নৌকা থেকে লাক দিয়ে তীরে পৌছল। লাকের পর লোকটির বেগ 15 m s^{-1} হলে নৌকার পচাঠবেগ কত?

সমাধান : নৌকার ভর, $M = 150 \text{ kg}$; লোকের ভর, $m = 80 \text{ kg}$

$$\text{লোকের বেগ, } v = 15 \text{ ms}^{-1}; \text{ নৌকার পচাঠ বেগ, } V = ?$$

মনে করি, নৌকাটির বেগ ধনাত্মক।

ভরবেগের নিতাতার সূত্র থেকে আমরা জানি,

$$MV + mv = 0$$

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

$$\text{বা, } V = \frac{-1200}{150} \text{ ms}^{-1} = -8 \text{ m s}^{-1}$$

নৌকাটির বেগ ধনাত্মক অর্থাৎ লোকের বেগ যে দিকে নৌকার বেগ তার পচাঠ দিকে।

সুতরাং নৌকার পচাঠ বেগ 8 m s^{-1} ।

সমস্যা ১১। 40 kg এবং 60 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 10 m s^{-1} এবং 2 m s^{-1} বেগে পরম্পর বিপরীত দিক থেকে একে অপরকে ধাঢ়া দিল।

ধাঢ়ার পর বস্তু দুটি একত্রে মুক্ত থেকে কত বেগে কোন দিকে চলবে?

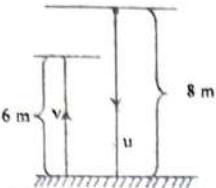
সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 40 kg ভরের বস্তু যে দিকে গতিশীল ছিল সে দিকে 2.8 m s^{-1}

বেগে চলবে।

সমস্যা ১২। ৮ m উপর থেকে 80 g ভরের একটি টেনিস বল ছেড়ে দেওয়া হলো। তুমিতে পড়ে তা আবার 6 m পর্যন্ত উপরে ওঠল। তুমিতে সংর্বর্ধকালে বলের ঘাত কত? সংর্বর্ধকাল 0.04 s হলে গড় বল নির্ণয় কর।

সমাধান :



ধরি, বলটি 8 m উপর থেকে পড়ে u বেগে ভূমিতে আঘাত করে।

$$\begin{aligned} u &= \sqrt{2gh} \\ &= \sqrt{2 \times 9.8 \times 8} \text{ m s}^{-1} \\ &= 12.52 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

এখানে,
ভর, $m = 80 \text{ g} = 0.08 \text{ kg}$
সংর্বর্ধকাল, $t = 0.04 \text{ s}$

আবার, যদি বলটি v বেগে 6 m উপরে উঠে, তবে

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 6} \text{ m s}^{-1} = 10.84 \text{ m s}^{-1}$$

এখন উপরে ওঠার বেগ ধনাত্মক ধরি তবে নিচে নামার বেগ ঋণাত্মক হবে। যেহেতু বেগছয় বিপরীতমুখী।

$$\text{অর্থাৎ যদি } v = 10.84 \text{ m s}^{-1} \text{ হয় তবে } u = -12.52 \text{ m s}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{এখন, বলের ঘাত, } J &= mv - mu = m(v - u) \\ &= 0.08 \text{ kg } \{(10.84 - (-12.52)) \text{ m s}^{-1}\} \\ &= 0.08 (10.84 + 12.52) \text{ kg m s}^{-1} \\ &= 1.87 \text{ kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{এখন, গড় বল, } F = \frac{J}{t} = \frac{1.87}{0.04} \text{ N} = 46.75 \text{ N}$$

অতএব, বলের ঘাত 1.87 kg m s^{-1} এবং গড় বল 46.75 N ।

সমস্যা ১৩। একটি ক্যারামের গুটির ভর 15 g এবং স্ট্রাইকারের ভর 40 g । 20 m s^{-1} বেগে স্ট্রাইকার একটি স্থির গুটিকে আঘাত করার ফলে গুটিটি স্ট্রাইকারের বেগের দিকে বরাবর গতিশীল হয়। সংর্বর্ধটিকে স্থিতিস্থাপক ধরে আঘাতের পর স্ট্রাইকার ও গুটির বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, স্ট্রাইকারের ভর, $m_1 = 40 \text{ g}$

$$\text{গুটির ভর, } m_2 = 15 \text{ g}$$

$$\text{স্ট্রাইকারের আদিবেগ, } u_1 = 20 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{গুটির আদিবেগ, } u_2 = 0$$

$$\text{স্ট্রাইকারের শেষবেগ, } v_1 = ?$$

$$\text{গুটির শেষবেগ, } v_2 = ?$$

স্থিতিস্থাপক সংর্বর্ধের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} v_1 &= \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) u_2 \\ &= \frac{40 - 15}{40 + 15} \times 20 \text{ m s}^{-1} + 0 = \frac{25}{55} \times 20 \text{ m s}^{-1} = 9.09 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{আবার, } v_2 &= \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) u_1 + \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) u_2 \\ &= \frac{2 \times 40}{40 + 15} \times 20 \text{ m s}^{-1} + 0 = 29.09 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং স্ট্রাইকারের বেগ 9.09 m s^{-1} এবং গুটির বেগ 29.09 m s^{-1} ।

সমস্যা ১৪। মেঝে ও কাঠের বুকের মধ্যবর্তী স্থিতি ঘর্ষণাত্মক 0.45। ঘর্ষণ কোণ নির্ণয় কর। বুকটির ভর 8 kg হলে অনুভূমিক দিকে ন্যূনতম কত বল প্রয়োগ করলে বুকটি চলতে শুরু করবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \theta_f &= \tan^{-1} \mu_s \\ &= \tan^{-1} (0.45) \\ &= 24.23^\circ \end{aligned}$$

সুতরাং ঘর্ষণ কোণ 24.23° ।

আবার, $F_s = R \times \mu_s$ [∴ $R = mg$]

$$= mg \times \mu_s = 8 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 0.45 = 35.28 \text{ N}$$

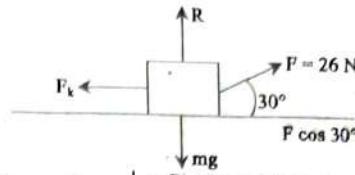
অতএব, প্রয়োজনীয় বল 35.28 N ।

পৃষ্ঠা ১৫ সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-স্বাদশ প্রতি

সমস্যা ১৫। সূতার সাহায্যে একটি টুকরা পাথর বেঁধে মেঝের সাথে 30° কোণে 26 N বলে টোনা হচ্ছে। এতে পাথরটি সমবেগে গতিশীল আছে। পাথরের ভর 10 kg হলে পাথর ও মেঝের মধ্যবর্তী গতীয় ঘর্ষণাত্মক কত? সমাধান : এখানে,



আমরা জানি, $F_k = \mu_k R$

$$\text{বা, } \mu_k R = F_k$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \mu_k &= \frac{F_k}{R} = \frac{F \cos 30^\circ}{R} \\ &= \frac{26 \text{ N} \cos 30^\circ}{85 \text{ N}} \\ &= 0.265 \end{aligned}$$

অঙ্গিমিক প্রতিক্রিয়া

$$\therefore R = mg - F \sin 30^\circ$$

$$= 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} - 26 \times \frac{1}{2} \text{ N}$$

$$= 98 \text{ N} - 13 \text{ N} = 85 \text{ N}$$

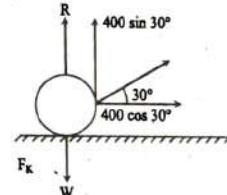
∴ ঘর্ষণ গুণাংক, $\mu_k = ?$

সমস্যা ১৬। অনুভূমিক মসৃণ তলের উপর 80 kg ভরের একটি লনরোলার অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 400 N মানের একটি বল ঢারা ঠেলা হচ্ছে। লন রোলারটিতে ত্বরণ 3 m s^{-2} সৃষ্টি হচ্ছে।

অনুভূমিক তল ও লন-রোলারের মধ্যবর্তী গতীয় ঘর্ষণাত্মক কত? সমাধান : এখানে, চিত্র অনুসারে আমরা পাই,

$$\begin{aligned} R + 400 \text{ N} \times \sin 30^\circ &= W \text{ কিলোগ্রাম ওজন} \\ &= 80 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

$$\therefore R = 80 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} - 400 \text{ N} \times \sin 30^\circ = 584 \text{ N}$$



আমরা জানি, $F_k = \mu_k R$

নিউটনের বিতীয় সূতানুসারে কার্যকর বল,

$$ma = 400 \text{ N} \times \cos 30^\circ - F_k$$

$$\text{বা, } F_k = 400 \text{ N} \times \cos 30^\circ - ma$$

$$\text{বা, } \mu_k \times R = 400 \text{ N} \times \cos 30^\circ - 80 \text{ kg} \times 3 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{বা, } \mu_k = \frac{400 \text{ N} \times \cos 30^\circ - 80 \text{ kg} \times 3 \text{ m s}^{-2}}{584 \text{ N}} = 0.182$$

সুতরাং গতীয় ঘর্ষণাংক 0.182 ।

সমস্যা ১৮। একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার দৈর্ঘ্য 0.03 m । এর কৌণিক বেগ ও এর প্রান্তের রৈখিক বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$কৌণিক বেগ, \omega = \frac{2\pi N}{t}$$

$$= \frac{2 \times 3.1416 \times 1}{60} \text{ rad s}^{-1}$$

$$= 0.1047 \text{ rad s}^{-1}$$

এখানে, কাঁটার দৈর্ঘ্য,

$$r = 0.03 \text{ m}$$

সময়, $t = 60 \text{ s}$

আবর্তন সংখ্যা, $N = 1$

কৌণিক বেগ, $\omega = ?$

রৈখিক বেগ, $v = ?$

$$\text{আবার, রৈখিক বেগ, } v = \omega r = 0.1047 \text{ rad s}^{-1} \times 0.03 \text{ m}$$

$$= 3.14 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং ঘড়ির কাঁটার কৌণিক বেগ $0.1047 \text{ rad s}^{-1}$ এবং রৈখিক বেগ $3.14 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৯। একটি পাখা প্রতি মিনিটে 300 বার ঘূরছে। সূইচ বল্ব করায় 0.3 rad s^{-2} কৌণিক মন্দন সৃষ্টি হয়। পাখাটি ধামতে কত সময় লাগবে? এ সময় পাখাটি কতবার ঘূরবে?

সমাধান : শার্মসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 104.725, 262 বার (প্রায়)]

সমস্যা ২০। একটি গ্রামেফোন রেকর্ড প্রতি মিনিটে ৭৮ বার ঘূরছিল। সুইচ বন্ধ করে একে 30 s এ থামানো হলো। কৌণিক মন্দন ও ঐ সময়ে রেকর্ডের ঘূর্ণন সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২১। 0.250 kg ভরের একটি পাথরখন্দকে 0.75 m লম্বা একটি সূতার এক প্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে ৯০ বার ঘূরলে সূতার উপর কত টান পড়বে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। 100 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কোনো মেট্রির সাইকেল আরোহী কত বেগে ঘূরলে উল্লম্ব তলের সাথে 30° কোণে আনত থাকবেন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 16.82 m s^{-1}]

সমস্যা ২৩। কোনো অক্ষ সাপেক্ষে একটি লোহ নির্মিত বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5 m । বস্তুটির ভর 0.5 kg হলে এর জড়তার ভাবক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.125 kg m^2]

সমস্যা ২৪। একটি চাকার ভর 5 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 25 m । এর ঘূর্ণন জড়তা [জড়তার ভাবক] কত? চাকাটিকে 4 rad s^{-2} কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.3125\text{ kg m}^2, 1.25\text{ N m}$]

সমস্যা ২৫। একটি সূতা সর্বোচ্চ 5 N টান সহ্য করতে পারে। 1.2 kg ভরের একটি টিলকে ঐ সূতায় বেঁধে 2 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথ প্রতি মিনিটে সর্বোচ্চ কতবার ঘূরানো সম্ভব?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : ১৪ বার (প্রায়)]

সমস্যা ২৬। 50 m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার মাঠে সাইকেল চালনা প্রতিযোগিতা হচ্ছে। একটি সাইকেলের বেগ 8.33 ms^{-1} হলে সাইকেলটিকে কত কোণে হেলতে হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 8.07°]

সমস্যা ২৭। একটি রেল লাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ 300 m এবং ভিতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাত 0.03 m উচু। পাতছয়ের মধ্যবর্তী দূরত 1.5 m হলে ঐ বাঁকে রেলগাড়ির যথোপযুক্ত বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 7.67 ms^{-1}]

সমস্যা ২৮। একটি সাইকেল 15 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 12° কোণে হেলে চলছে। সাইকেলের হাতি নির্ণয় কর। আরোহীসহ সাইকেলের ভর 100 kg হলে কেন্দ্ৰুয়ী বলের মান কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $5.59\text{ ms}^{-1}, 208.3\text{ N}$]

সমস্যা ২৯। একটি দরজার কজা থেকে 0.8 m দূরে অনুভূমিকভাবে প্রস্তৱের সাথে 135° কোণে 20 N বল প্রয়োগ করা হলো। দরজার ওপৰ ক্রিয়ালীল বলের ভাবক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\tau &= Fr \sin \theta \\ &= 20\text{ N} \times 0.8\text{ m} \times \sin 135^\circ \\ &= 11.31\text{ Nm}\end{aligned}$$

\therefore বলের ভাবক 11.31 Nm .

$$\begin{aligned}\text{এখানে, } F &= 20\text{ N} \\ r &= 0.8\text{ m} \\ \theta &= 135^\circ \\ \text{বলের ভাবক, } \tau &=?\end{aligned}$$

সমস্যা ৩১। $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$ বলটি $(-1, 2, 2)$ বিন্দুতে ক্রিয়া করছে। মূলবিন্দুর সাপেক্ষে বলের ভাবক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, বল, $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$; বলের ভাবক, $\tau = ?$
মূলবিন্দুর সাপেক্ষে $(-1, 2, 2)$

বিন্দুর অবস্থান ভেট্টের, $\vec{r} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$

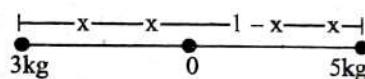
আমরা জানি, বলের ভাবক, $\tau = \vec{r} \times \vec{F}$

$$\begin{aligned}&= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -1 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & -1 \end{vmatrix} \\ &= \hat{i}(-2 - 6) - \hat{j}(1 - 4) + \hat{k}(-3 - 4) \\ &= -8\hat{i} + 3\hat{j} - 7\hat{k}\end{aligned}$$

\therefore বলের ভাবক $-8\hat{i} + 3\hat{j} - 7\hat{k}$.

সমস্যা ৩২। 3 kg ও 5 kg ভরের দুটি গোলক 1 m দৈর্ঘ্যের নগশ্য ভরের একটি দণ্ডের দুপ্রান্তে ঘূর্ণ। দণ্ডটিকে মুরিয়ে দিলে গোলকদ্বয় যে বিন্দুকে কেন্দ্র করে ঘূরবে তার অবস্থান নির্ণয় কর।

সমাধান :



এখানে, 3 kg এবং 5 kg ভরের জন্য যে বিন্দুতে ভরছয়ের সাপেক্ষে মোমেন্টের ভর সমান হবে তা বিন্দুর অবস্থান।

ধরি, 3 kg বস্তুর ভর থেকে $x\text{ m}$ দূরত্বে ঘূরবে।

$\therefore 5\text{ kg}$ বস্তুর ভর থেকে $(1-x)\text{ m}$ দূরত্বে ঘূরবে।

$$3\text{ kg ভরের জন্য মোমেন্ট} = 3x$$

$$5\text{ kg ভরের জন্য মোমেন্ট} = 5(1-x)$$

$$\therefore 3x = 5(1-x) = 5 - 5x$$

$$\text{বা, } 8x = 5$$

$$\text{বা, } x = \frac{5}{8} = 0.625\text{ m}$$

$\therefore 3\text{ kg ভরের বস্তু হতে } 0.625\text{ m দূরে অবস্থান।}$

সমস্যা ৩৩। একটি চাকার ভর 10 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5 m । এর ঘূর্ণন জড়তা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.5 kg m^2]

সমস্যা ৩৪। একটি চাকার ভর 4 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 25 cm । এর ঘূর্ণন জড়তা কত? চাকাটিকে 2 rad s^{-2} কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.25\text{ kg m}^2, 0.5\text{ Nm}$]

সমস্যা ৩৫। একটি ক্যানের ভর 8 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.06 m । সুইচ অন করার 10 s পর ফ্যানটি $5\pi\text{ rad s}^{-1}$ কৌণিক বেগ প্রাপ্ত হয়। ক্যানের ওপৰ ক্রিয়ালীল ছল্পের ভাবক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, $\tau = I\alpha$

$$\begin{aligned}I &= MK^2 \\ &= 8\text{ kg} \times (0.06\text{ m})^2 \\ &= 0.0288\text{ kg m}^2\end{aligned}$$

এবং $\omega = \omega_0 + \alpha t$

$$\begin{aligned}\text{বা, } \alpha &= \frac{\omega - \omega_0}{t} \\ &= \frac{(5\pi - 0)\text{ rad s}^{-1}}{10\text{ s}} = \frac{\pi}{2}\text{ rad s}^{-2}\end{aligned}$$

$$\text{আবার, } \tau = I\alpha = 0.0288\text{ kg m}^2 \times \frac{\pi}{2}\text{ rad s}^{-2} = 0.045\text{ Nm}$$

এখানে, ভর, $m = 8\text{ kg}$

চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $K = 0.06\text{ m}$

সময়, $t = 10\text{ s}$

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega = 5\pi\text{ rad s}^{-1}$

টর্ক, $\tau = ?$

আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 0$

সমস্যা ৩৬। একটি পাতের দৈর্ঘ্য 0.3 m , প্রস্থ 0.2 m এবং ভর 2 kg । পাতের উপর লম্ব ভরকেন্দ্রামী অক্ষের সাপেক্ষে এর ঘূর্ণন জড়তা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, সুষম পাতলা আয়তাকার পাতের জন্ম,

$$\begin{aligned} I &= \frac{M}{12}(l^2 + b^2) = \frac{2\text{ kg}}{12} \{(0.3\text{ m})^2 + (0.2\text{ m})^2\} \\ &= 0.0217\text{ kg m}^2 \\ \therefore \text{ঘূর্ণন জড়তা } &0.0217\text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

সমস্যা ৩৭। একটি চাকতির ভরকেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে এর ঘূর্ণন জড়তা 1.5 kg m^2 এবং ভর 4 kg হলে ব্যাসার্ধ কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৮৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 0.866 m]

$$\begin{aligned} \text{এখানে, ভর, } M &= 2\text{ kg} \\ \text{পাতের দৈর্ঘ্য, } l &= 0.3\text{ m} \\ \text{প্রস্থ, } b &= 0.2\text{ m} \\ \text{ঘূর্ণন জড়তা, } I &=? \end{aligned}$$

সমস্যা ৩৮। 20 m s^{-1} বেগে চলমান 2000 kg ভরের একটি ট্রাক একটি তারি দেয়ালে এসে ধাক্কা দেয়। দেয়ালে আঘাত পেয়ে ট্রাকটি 1.3 m s^{-1} বেগে পিছনে ফিরে আসে। আঘাতের সময়কাল 0.15 s হলে ট্রাকটির ওপর প্রযুক্ত গড় বল কত?

সমাধান : আমরা জানি, $F = ma$

$$\begin{aligned} \text{আবার, } a &= \frac{v - u}{t} \\ &= \frac{-1.3\text{ m s}^{-1} - 20\text{ m s}^{-1}}{0.15\text{ s}} \\ &= -142\text{ m s}^{-2} \\ \therefore F &= 2000\text{ kg} \times 142\text{ m s}^{-2} \\ &= 2.84 \times 10^5\text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ \text{আবিবেগ, } u &= 20\text{ m s}^{-1} \\ \text{শেষবেগ, } v &= -1.3\text{ m s}^{-1} \\ \text{সংঘর্ষের সময়, } t &= 0.15\text{ s} \\ \text{বস্তুর ভর, } m &= 2000\text{ kg} \\ \text{গড় বল, } F &=? \end{aligned}$$

ড. তফাজ্জল হোসেন, মহিউদ্দিন, নীলুফার, তুমায়ন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। একটি বল 2 kg ভরবিশিষ্ট একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। এর ফলে বস্তুটি 4 sec কেতে 24 m দূরত্ব অতিক্রম করে। বলের মান কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 6 N]

সমস্যা ২। রশির সাহায্যে 4 kg ভরের একটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে সম-বেগে টানা হচ্ছে। রশির টান কত?

সমাধান : আমরা জানি,
 $T = mg = 4\text{ kg} \times 9.8\text{ m s}^{-2}$
 $= 39.2\text{ N}$

$$\begin{aligned} \text{এখানে, বস্তুর ভর, } m &= 4\text{ kg} \\ \text{ত্বরণ, } g &= 9.8\text{ m s}^{-2} \\ \text{রশির টান, } T &=? \end{aligned}$$

অতএব, রশির টান 39.2 N ।

সমস্যা ৩। 100 N বল 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 10 sec ক্রিয়া করে। নিম্নোক্ত ক্ষেত্রসমূহে তরবেগের পরিবর্তন কত হবে? (ক) বল প্রয়োগের সময় বস্তুটির বেগ শূন্য। (খ) বল প্রয়োগের সময় বস্তুটির বেগ 20 m/s .

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

$$\text{বল, } F = 100\text{ N}; \text{ ক্রিয়াকাল, } t = 10\text{ s}$$

(ক) এক্ষেত্রে, $u = 0, v = ?$

$$\text{আমরা জানি, ত্বরণ, } a = \frac{F}{m} = \frac{100\text{ N}}{10\text{ kg}} = 10\text{ m s}^{-2}$$

$$\therefore v = u + at = 0 + 10\text{ m s}^{-2} \times 10\text{ kg} = 100\text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{তরবেগের পরিবর্তন} = m(v - u)$$

$$= 10\text{ kg} \times (100 - 0)\text{ m s}^{-1} = 1000\text{ kg m s}^{-1}$$

অতএব, তরবেগের পরিবর্তন 1000 kg m s^{-1} ।

(খ) আবার, এক্ষেত্রে, $u = 20\text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{শেষ বেগ, } v = u + at = 20\text{ m s}^{-1} + 10\text{ m s}^{-2} \times 10\text{ s} = 120\text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{তরবেগের পরিবর্তন} = m(v - u)$$

$$= 10\text{ kg} \times (120 - 20)\text{ m s}^{-1} = 1000\text{ kg m s}^{-1}$$

অতএব, তরবেগের পরিবর্তন 1000 kg m s^{-1} ।

সমস্যা ৪। কত মানের একটি বল 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 4 sec ক্রিয়া করলে বেগের পরিবর্তন 40 m/s হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৫। 20 N বল 4 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 6 sec ক্রিয়া করার পর বল প্রয়োগ করা হলো। পরবর্তী 4 sec কেতে বস্তুটি সমবেগে চলতে থাকে। প্রথম হতে 10 sec কেতে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 210 m]

সমস্যা ৬। 100 kg ভরের একটি গাড়ি 20 m/s বেগে চলছিল। ত্বেক চেপে একে 5 sec কেতে ধামিয়ে দেওয়া হলো। মন্দনকারী বল কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 400 N]

সমস্যা ৩৮। 2000 kg ভরের একটি ট্রাক একটি তারি দেয়ালে এসে ধাক্কা দেয়। দেয়ালে আঘাত পেয়ে ট্রাকটি 1.3 m s^{-1} বেগে পিছনে ফিরে আসে। আঘাতের সময়কাল 0.15 s হলে ট্রাকটির ওপর প্রযুক্ত গড় বল কত?

সমাধান : আমরা জানি, $F = ma$

$$\begin{aligned} \text{আবার, } a &= \frac{v - u}{t} \\ &= \frac{-1.3\text{ m s}^{-1} - 20\text{ m s}^{-1}}{0.15\text{ s}} \\ &= -142\text{ m s}^{-2} \\ \therefore F &= 2000\text{ kg} \times 142\text{ m s}^{-2} \\ &= 2.84 \times 10^5\text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ \text{আবিবেগ, } u &= 20\text{ m s}^{-1} \\ \text{শেষবেগ, } v &= -1.3\text{ m s}^{-1} \\ \text{সংঘর্ষের সময়, } t &= 0.15\text{ s} \\ \text{বস্তুর ভর, } m &= 2000\text{ kg} \\ \text{গড় বল, } F &=? \end{aligned}$$

সমস্যা ৯। 2 kg ভরের একটি বস্তুকে 10 m/s^2 ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [পথের ঘর্ষণ বল = 10 N ; বাতাসের বাধাজনিত বল = 5 N]।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 35 N]

সমস্যা ১০। 10 N একটি বল 2 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। যদি 4 sec পর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায় তাহলে প্রথম থেকে 8 sec -এ বস্তু কত দূর যাবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 120 m]

সমস্যা ১১। 4 kg ভরের একটি বন্দুক হতে 0.005kg ভরের একটি গুলি 200 m/s বেগে বের হয়ে যায়। বন্দুকের পচাটো বেগ কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 0.25 m s^{-1}]

সমস্যা ১২। 5 মেট্রিক টন ভরের বালু-বোঝাই একটি ট্রাক 20 m/s বেগে চলছিল। এমন সময় ট্রাকের ছিদ্র দিয়ে 100 kg বালু নিচে পড়ে গেল। ট্রাকের বর্তমান বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

[উত্তর : 120 m/s]

সমস্যা ১৩। 6 kg ও 4 kg ভরের দুটি বস্তু একই দিকে চলা অবস্থায় সংঘর্ষ হলো। সংঘর্ষের পূর্বে তাদের বেগ যথাক্রমে 12 m/s ও 6 m/s ছিল। সংঘর্ষের পর বস্তুটি 2 m/s বেগে চলে। ধৰ্ম দিকে পড়ে গেল। ধৰ্মের পর বেগ কত হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 9.6 m s^{-1}]

সমস্যা ১৪। 10 kg ও 1 kg ভরের দুটি বস্তু একই সরলরেখা বরাবর কিন্তু বিপরীত দিকে চলা অবস্থায় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পূর্বে তাদের বেগ যথাক্রমে 2 m/s (10 kg দিকে) ও 6 m/s (1 kg দিকে) ছিল। ধাক্কার পর 2 m/s বেগে পিছিয়ে গেলে 1 m/s বস্তুটির বেগ কত হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 5 m/s]

সমস্যা ১৫। 10 kg ভরের একটি বাজের সাথে রশি বেঁধে রশিটিকে একটি ঘরের মেঝের সাথে 30° কোণে টানা হচ্ছে। বাজটি মেঝের উপর সম-বেগে চলছে। বাজ ও মেঝের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল 10 N হলে রশির টান কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 11.55 N]

সমস্যা ১৬। 0.5 kg ভরের একটি ফুটবল 30 m/s বেগে গতিশীল ধৰ্ম অবস্থায় কিক মারা হলো। এর ফলে ফুটবলটি একই দিকে 60 m/s বেগ প্রাপ্ত হলো। কিকের সময়কাল 0.01 sec হলে পা কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 1500 N]

চতুর্থ অধ্যায় নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

সমস্যা ১৭। অনুভূমিক দিকে গতিশীল 2 kg ভরের একটি সৌহ গোলক 5 m/s বেগে একটি দেয়ালে লম্বভাবে ধাক্কা খেয়ে 3 m s^{-1} বেগে বিপরীত দিকে ফিরে গেল। বলের ঘাত কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৩৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। অনুভূমিক দিকে গতিশীল 0.05 kg ভরের একটি গোলক 0.2 m/s বেগে একটি দেয়ালে লম্বভাবে ধাক্কা খেয়ে 0.2 m/s বেগে বিপরীত দিকে ফিরে গেল। গোলকটি দেয়ালের সম্পর্শে 0.02 sec সময় থাকলে দেয়াল কর্তৃক প্রযুক্ত বলের গড় মান কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1N]

সমস্যা ১৯। 0.1 kg ভরের একটি পাথরকে 0.5 m লম্বা একটি সুতার সাহায্যে বৃত্তপথে ঘূরানো হচ্ছে। পাথরটি প্রতি মিনিটে বৃত্তপথে 30 বার পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করে। সুতার টান কত নিউটন?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.4936 N]

সমস্যা ২০। 5 kg ভরের একটি দৃঢ় বস্তু ঘূর্ণন অক্ষ থেকে 1.5 m দূরে 5 rad/s কৌণিক মুভিতে ঘূরছে। এর জড়তার ভ্রামক এবং ঘূর্ণন গতি শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২১। 0.05 kg ভরের একটি লোহার বলকে 2 m দীর্ঘ একটি সুতার এক প্রান্তে বেঁধে বৃত্তপথে ঘূরানো হচ্ছে।

(ক) ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে এর জড়তার ভ্রামক কত?

(খ) চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত?

সমাধান : (ক) শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.2 kg m^2]

(খ) আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2 m]

সমস্যা ২৩। 400 kg ভর ও 1 m ব্যাসার্ধের একটি নিরেট গোলক 2 m/sec বেগে গড়িয়ে চলছে। এর মোট গতিশক্তি কত? [যেকোনো

$$\text{ব্যাসের সাপেক্ষে } I = \frac{2}{5} MI^2]$$

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{ঘূর্ণন গতিশক্তি}, E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$\text{আবার}, I = \frac{2}{5} MI^2$$

$$= \frac{2}{5} \times 400 \text{ kg} \times (1 \text{ m})^2$$

$$= 160 \text{ kg m}^2; \text{ এবং } \omega = \frac{v}{r} = \frac{2 \text{ m s}^{-1}}{1 \text{ m}} = 2 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{সুতরাং } E_1 = \frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 160 \text{ kg m}^2 \times (2 \text{ rad s}^{-1})^2 = 320 \text{ J}$$

$$\text{রৈখিক গতিশক্তি}, E_2 = \frac{1}{2} MV^2 = \frac{1}{2} \times 400 \text{ kg} \times (2 \text{ m s}^{-1})^2 = 800 \text{ J}$$

$$\therefore \text{মোট গতিশক্তি}, E = E_1 + E_2 = 320 \text{ J} + 800 \text{ J} = 1120 \text{ J}$$

অতএব, মোট গতিশক্তি 1120 J

এখানে,
গোলকের ভর, $M = 400 \text{ kg}$
 $\text{ব্যাসার্ধ}, r = 1 \text{ m}$
 $\text{রৈখিক বেগ}, v = 2 \text{ m s}^{-1}$
 $\text{গতিশক্তি}, E = ?$

সমস্যা ২৪। ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে একটি দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামক 100 kg.m^2 । ঘূর্ণনরত অবস্থায় বস্তুটির পর্যায়কাল 0.5 sec হলে কৌণিক ভরবেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1256.8 \text{ kg m}^2 \text{s}^{-1}$]

সমস্যা ২৫। কেন্দ্রগামী ও সম্বৰাব অক্ষের সাপেক্ষে একটি চাকার জড়তার ভ্রামক 500 kg.m^2 । চাকাটিতে 2.5 rad/sec^2 কৌণিক ভরবল সূচিটি করতে হলে কী পরিমাণ টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1250 J]

সমস্যা ২৬। 100 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কোনো মোটর সাইকেল আরোহী কত বেগে ঘূরলে উল্লম্ব দিকের সাথে 20° কোণে আনত থাকবেন নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 18.886 m s^{-1}]

সমস্যা ২৭। একটি চাকার ভর 5 kg এবং কোন অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.2 m । জড়তার ভ্রামক এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.4 J]

সমস্যা ২৮। 50 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁকের মুখে 60 km/hr দুরিত্বম্পর গাড়ি যেতে হলে রাস্তার ব্যাকিং-এর কোণ কত হওয়া প্রয়োজন?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 29.56°]

সমস্যা ২৯। সমান ভরের (5 g) দৃঢ়ি বস্তু একই সোজা পথে গতিশীল। সামনের বস্তুটির বেগ 10 m/s , পিছনের বস্তুটির বেগ 16 m/s । এক পর্যায়ে এদের মধ্যে সংঘর্ষ হলো। সংঘর্ষের পরে বস্তুয় যে বেগ প্রাপ্ত হয় তা নির্ণয় করে দেখাও যে, সংঘর্ষের পরে বস্তুয় যে বেগ বিনিময় করে।

সমাধান : এখানে, 1 m বস্তুর ভর, $m_1 = 5 \text{ g} = 0.005 \text{ kg}$
 $2 \text{য়া বস্তুর ভর}, m_2 = 5 \text{ g} = 0.005 \text{ kg}$
 $1 \text{ম বস্তুর আদি বেগ}, u_1 = 10 \text{ m s}^{-1}$
 $2 \text{য়া বস্তুর আদি বেগ}, u_2 = 16 \text{ m s}^{-1}$

একমাত্রিক সংঘর্ষের ফলে আমরা জানি,

$1 \text{ম বস্তুর শেষ বেগে},$

$$\begin{aligned} v_1 &= \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) u_2 \\ &= \left(\frac{0.005 - 0.005}{0.005 + 0.005} \right) \times 10 \text{ m s}^{-1} + \left(\frac{2 \times 0.005}{0.005 + 0.005} \right) \times 16 \text{ m s}^{-1} \\ &= 16 \text{ m s}^{-1} \\ \therefore v_1 &= 16 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

আবার, $2 \text{য়া বস্তুর শেষ বেগে},$

$$\begin{aligned} v_2 &= \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) u_1 + \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) u_2 \\ &= \left(\frac{2 \times 0.005}{0.005 + 0.005} \right) \times 10 \text{ m s}^{-1} + \left(\frac{0.005 - 0.005}{0.005 + 0.005} \right) \times 16 \text{ m s}^{-1} \\ &= 10 \text{ m s}^{-1} \quad \therefore v_2 = u_1 = 10 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

যেহেতু $v_1 = u_2$ এবং $v_2 = u_1$, তাই সংঘর্ষের পর বস্তুয় বেগ বিনিময় করে।

ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

Type 01

সমস্যা ১। 10 kg কিলোগ্রাম ওজনকে নিউটনে এবং 1 N নিউটনকে কিলোগ্রাম ওজনে প্রকাশ কর।

সমাধান : $10 \text{ kg} = (10 \times 9.8) \text{ N}$

$$= 98 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } 1 \text{ N} = \frac{1}{9.8} \text{ kg wt}$$

$$= 0.1 \text{ kg-wt}$$

সমস্যা ৩। 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 100 N মানের একটি বল 5 s ক্রিয়া করে। বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 500 kg m s^{-1}]

সমস্যা ৪। একটি কামান থেকে একটি গোলাকে 8000 ms^{-1} বেগে

ছোঢ়া হলো। কামান ভর 2240 kg এবং গোলার ভর 4 kg । কামান পচাত্বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৯নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 14.3 ms^{-1}]

সমস্যা ৬। একটি স্থির মানের বল 20 gm ভরের একটি বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে। বলটির ক্রিয়াকাল 10s । ফলে বস্তুটির সরণ হয় 5m । বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : $2 \times 10^{-1} \text{ N}$]

সমস্যা ৭। একটি বস্তুর ভর 2kg । বস্তুটির উপর 4N মানের একটি বল 10s ব্যাপী ক্রিয়া করে। বস্তুটির ভৱণ, বেগ এবং অতিক্রম দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৬নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : $2\text{ms}^{-2}, 20\text{ms}^{-1}, 100\text{m}$]

সমস্যা ৮। 40 kg এবং 60 kg ভরের দুইটি বস্তু বিপরীত দিকে যথাক্রমে 10 ms^{-1} এবং 2 ms^{-1} বেগে পরস্পরকে ধাক্কা দেয়। ধাক্কার পর বস্তু দূর্তি যুক্ত হয়ে যায়। সম্প্রিত বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬৬নং গাণিতিক সমস্যা সমাধান দ্রষ্টব্য।

[উত্তর : 2.8 ms^{-1}]

সমস্যা ৯। একটি বস্তুর ভর 3 kg । বস্তুটি সমত্বরণে গতিশীল। বস্তুটি পঞ্চম এবং অষ্টম সেকেন্ডে যথাক্রমে 0.18 m এবং 0.30 m দূরত্ব অতিক্রম করে। ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। 100 kg ভরের একটি বস্তু স্থির অবস্থায় আছে। বস্তুটির উপর একটি বল 10s ব্যাপী ক্রিয়া করে। এতে বস্তুটি 200 m দূরত্ব অতিক্রম করে। বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 400 N]

সমস্যা ১১। একটি বস্তুর ভর 15 kg । বস্তুটির উপর কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে বস্তুটির বেগ 1 m/s মিনিটে 3.6 km/s বৃদ্ধি পাবে।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২১নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 900 N]

সমস্যা ১২। একটি রাইফেল থেকে নির্গত 30 ms^{-1} বেগে গুলি বের হয়। রাইফেলটির পশ্চাতবেগ 0.6 ms^{-1} হলে রাইফেলের ভর কত হবে? গুলির ভর 0.3 kg ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 1.5 kg]

সমস্যা ১৪। একটি গাড়ির ভর 1950 kg । স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে গাড়িটি প্রথম 10s সমত্বরণে চলে। এরপর 10m সমবেগে চলার পর চালক গাড়িটিকে 1s এর মধ্যে ব্রেক চেপে থামায়। যাত্রা শুরুর 4s পর গাড়ির বেগ ছিল 8 ms^{-1} । চালকের ভর 50 kg । গাড়ি কর্তৃক অতিক্রম ঘোট দূরত্ব এবং গাড়ি থামাতে প্রযুক্ত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

[উত্তর : $12110 \text{ m}; 40,000 \text{ N}$]

সমস্যা ১৫। 5 kg ভরের একটি বস্তু 10 ms^{-1} বেগে উত্তর দিকে চলছে। 3 kg ভরের অন্য আরেকটি বস্তু 5 ms^{-1} বেগে দক্ষিণ দিকে চলছে। উভয় গাড়ি একই সরলরেখা বরাবর চলা অবস্থায় পরস্পরকে ধাক্কা দেয়। ধাক্কায় বস্তুটি যুক্ত হয়ে যায়, যুক্ত বস্তুটির বেগ কত হবে? বস্তুটি কোন দিকে চলবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৪নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 4.375 ms^{-1} ; উত্তর দিকে]

সমস্যা ১৮। 1 kg ভরের একটি বস্তুকে 5m দীর্ঘ সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হল। বস্তুটি প্রতি সেকেন্ডে 2 বার আবর্তন করলে সূতার টান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 789.6 N]

সমস্যা ১৯। একটি বস্তুর ভর 0.2 kg । বস্তুটি 0.5 m দীর্ঘ ও উপেক্ষীয় ভরহীন একটি সূতায় বাধা হল। বস্তুটিকে স্থির কেন্দ্র বিশিষ্ট একটি অনুভূমিক বৃত্তে প্রতি সেকেন্ডে 10 বার ঘুরানো হয়। সূতার টান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮০নং গাণিতিক

সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 394.8 N]

সমস্যা ২০। অবস্থান ভেটের $\vec{r} = 3\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ এবং বল $\vec{F} = \hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ হলে টকের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২১। বোর হাইড্রোজেন পরমাণু মডেলের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $5.2 \times 10^{-11} \text{ m}$ । কক্ষপথে ঘূর্ণনরত ইলেক্ট্রনের বেগ $2.18 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ । ইলেক্ট্রনের ভর $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ হলে বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০৮নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : $8.32 \times 10^{-8} \text{ N}$]

সমস্যা ২২। একজন সাইকেল আরোহী 0.1 km ব্যাসার্ধের পথে কত বেগে বাঁক নিলে উল্লম্ব তলের সাথে 30° কোণে আনত থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 23.8 ms^{-1}]

সমস্যা ২৩। 221 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁকা পথে 60 kmhr^{-1} বেগে গাড়ি চালাতে হলে রাস্তাকে কত কোণে হেলান করে রাখতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯২নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : $7^\circ 1831'$]

সমস্যা ২৪। একটি বস্তুর ভর $2 \times 10^{-3} \text{ kg}$ । বস্তুটি 1 m দীর্ঘ সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হয়। বস্তুটি 3s ও 15 বার পূর্ণ আবর্তন সম্পন্ন করে। সূতার টান পরিমাপ কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮০নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 1.972 N]

সমস্যা ২৫। একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক 10^{-5} kgm^2 । বস্তুটি তার ঘূর্ণন অক্ষের চারপাশে প্রতি সেকেন্ডে 10 বার আবর্তন করে। বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৬নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : $6.28 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2 \text{ rads}^{-1}$]

সমস্যা ২৭। একটি বস্তুর ভর 1 kg । বস্তুটি 2 m লম্বা সূতার প্রান্তে বেঁধে প্রতি সেকেন্ডে 2 বার ঘোরানো হচ্ছে। বস্তুটি কৌণিক ভরবেগ পরিমাপ কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৭নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : $50.24 \text{ kgm}^2 \text{ rad s}^{-1}$]

সমস্যা ৩০। 5 kg ভরের একটি বস্তুর ওপর একটি বল 20 s ধরে ক্রিয়া করছে। বস্তুটি সমবেগে 5.5 -এ 10 s দূরত্ব অতিক্রম করে। ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}
 F &= ma \\
 &= m \left(\frac{v - u}{t} \right) \\
 &= 5 \text{ kg} \left(\frac{2 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1}}{20 \text{ s}} \right) \\
 &= 0.5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{এখনে, } u &= 0 \\
 v &= \frac{10}{5} \text{ ms}^{-1} = 2 \text{ ms}^{-1}
 \end{aligned}$$

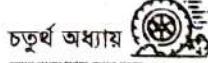
$$t = 20 \text{ s}$$

$$F = ?$$

সমস্যা ৩২। 4 ms^{-1} বেগে ধাবমান একটি ক্রিকেট বলকে একজন খেলোয়াড় প্রতি সেকেন্ডে 0.01 s এ ধাবায়। বলটির ভর 0.1 kg হলে ঘাত এবং খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত বলের গড় মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : $0.4 \text{ kg ms}^{-1}, 40 \text{ N}$]



সমস্যা ৩৫। কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করে 25 × 10³ kg ভরের একটি ট্রেনের ত্বরণ হবে 4 ms⁻²?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 1 × 10⁵ N]

সমস্যা ৩৬। 3 ms⁻² ত্বরণে ধাবিত 6 kg ভরের একটি বস্তু কী পরিমাণ বলের ক্রিয়া অনুভব করবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 18 N]

সমস্যা ৩৭। 900 kg ভরের একটি গাড়ি 40 সেকেন্ডে 30 ms⁻¹ বেগে প্রাপ্ত হয়। ত্বরণ এবং বল নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.75 ms⁻², 675 N]



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনমূলক কাজের পূর্ণাঙ্গ সমাধান

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে অনুশীলনমূলক কাজ (একক ও দলগত) দেওয়া আছে। কাজগুলোর পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের পৃষ্ঠা নম্বর উল্লেখ করে নিচে প্রদত্ত হলো। তোমরা এ কাজগুলো একক বা দলগতভাবে সম্পাদন করে মূল্যায়নের জন্য শ্রেণি শিক্ষকের নিকট জমা দিবে।

কাজ ১। 0.6 kg ভরের একটি ফুটবল 25 m s⁻¹ বেগে গতিশীল থাকা অবস্থায় একজন খেলোয়াড় সঙ্গের লাধি মারল, ফলে বলটি একই দিকে 40 m s⁻¹ বেগে প্রাপ্ত হলো। খেলোয়াড়ের পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত কত? ◎ শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ১৯৭-এর কাজ

সমাধান : আমরা জানি,

বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন

$$\begin{aligned} &= mu - mv = (u - v) m \\ &= (25 - 40) m s^{-1} \times 0.6 \text{ kg} \\ &= -15 m s^{-1} \times 0.6 \text{ kg} \\ &= -9 \text{ kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং বলের ঘাত = 9 kg m s⁻¹

কাজ ২। একটি স্থির বস্তুর উপর 15 N এর একটি বল 4 s ধরে কাজ করল। বস্তুটি এরপর 9 s এ 54 m গেল। বস্তুর ভর কত? ◎ শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২০৬-এর কাজ

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } F = m \left(\frac{v-u}{t} \right)$$

$$\text{বা, } 15 \text{ N} = m \left(\frac{6 \text{ m s}^{-1} - 0}{4 \text{ s}} \right)$$

$$\text{বা, } m = \frac{60 \text{ N s}}{6 \text{ m s}^{-1}} = 10 \text{ kg}$$

অতএব, বস্তুটির ভর 10 kg।

কাজ ৩। একটি বস্তুর উপর 7 N বল প্রয়োগ করা হলে 3 m s⁻² ত্বরণ হয়। বস্তুর ভর কত? বস্তুর উপর 5 N এর বল 7 N এর সাথে 60° কোণে প্রয়োগ করলে ত্বরণ কত হবে?

◎ শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২০৬-এর কাজ

সমাধান : ১ম ক্ষেত্রে,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } 7 \text{ N} = m \times 3 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{বা, } m = \frac{7 \text{ N}}{3 \text{ m s}^{-2}} = 2.33 \text{ kg}$$

২য় ক্ষেত্রে,

সরণের দিকে বলের উপাংশ = $5 \cos 60^\circ = 2.5 \text{ N}$

মোট বল = 7 N + 2.5 N = 9.5 N

$$\text{ত্বরণ, } a = \frac{F}{m} = \frac{9.5}{2.33} \text{ m s}^{-2} = 4.08 \text{ m s}^{-2}$$

কাজ ৪। 0.3 kg ভরের রাইফেলের গুলি 30 m s⁻¹ বেগে বের হয়ে গেল। রাইফেলটি যদি 0.6 m s⁻¹ বেগে পচাঁৎ দিকে আসতে চায় তবে রাইফেলের ভর নির্ণয় কর। ◎ শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২১১-এর কাজ

সমাধান : এখানে, গুলির ভর, m = 0.3 kg

রাইফেলের বেগ, V = 0.6 m s⁻¹

গুলির বেগ, v = 30 m s⁻¹

রাইফেলের ভর, M = ?

আমরা জানি, MV + mv = 0

$$\text{বা, } M = \frac{-mv}{V} = -\frac{0.3 \text{ kg} \times 30 \text{ m s}^{-1}}{0.6 \text{ m s}^{-1}} = 15 \text{ kg}$$

অতএব, রাইফেলের ভর 15 kg।

কাজ ৫। উৎক্ষেপণের পূর্বে একটি রকেট ও তার জ্বালানির ভর 1.9 × 10³ kg। রকেটের সাপেক্ষে জ্বালানি $2.5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ বেগে নির্গত হলে এবং জ্বালানি 7.4 kgs^{-1} হারে ব্যয়িত হলে রকেটের উপর ধাক্কা নির্ণয় কর। ◎ শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২১১-এর কাজ

সমাধান : এখানে, জ্বালানি ব্যবহারের হার, $\frac{dm}{dt} = 7.4 \text{ kgs}^{-1}$

জ্বালানির বেগ, v = $2.5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$

রকেটের উপর ধাক্কা, F = ?

$$\text{আমরা জানি, } F = \left(\frac{dm}{dt} \right) v = 7.4 \text{ kg s}^{-1} \times 2.5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1} = 18.5 \times 10^3 \text{ N}$$

অতএব, রকেটের উপর ধাক্কা $18.5 \times 10^3 \text{ N}$ ।

কাজ ৬। 200 kg ভরের একখানি স্থিরভাবে ভাসমান ছোট নৌকার দুই বিপরীত পাতে দুজন সাঁতারু দাঁড়িয়ে আছেন। তাদের ভর যথক্রমে 40 kg ও 70 kg। যদি সাঁতারুর প্রত্যেকে এক সাথে 4 m s^{-1} বেগে অনুভূমিকভাবে নৌকা থেকে বাঁপ দেন তাহলে নৌকা কোন দিকে কত বেগে গতিশীল হবে? ◎ শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২১৪-এর কাজ

সমাধান : এখানে,

১ম সাঁতারুর ভর, $m_1 = 40 \text{ kg}$

২য় সাঁতারুর ভর, $m_2 = 70 \text{ kg}$

নৌকার ভর, $m_3 = 200 \text{ kg}$

ধরি, ১ম সাঁতারুর যে দিকে লাফ দিল সেদিকে বেগ ধনাত্মক।

বাঁপ দেওয়ার আগে,

১ম সাঁতারুর বেগ, $v_1 = 0 \text{ m s}^{-1}$

২য় সাঁতারুর বেগ, $v_2 = 0 \text{ m s}^{-1}$

নৌকার বেগ, $v_3 = 0 \text{ m s}^{-1}$

বাঁপ দেওয়ার পর,

১ম সাঁতারুর বেগ, $v_1' = 4 \text{ m s}^{-1}$

২য় সাঁতারুর বেগ, $v_2' = -4 \text{ m s}^{-1}$

নৌকার বেগ, $v_3' = ?$

ভরবেগের নিয়ন্ত্রণ সূত্র আমরা জানি,

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3 = m_1 v_1' + m_2 v_2' + m_3 v_3'$$

$$\text{বা, } 0 + 0 + 0 = 40 \text{ kg} \times 4 \text{ m s}^{-1} + 70 \text{ kg} \times (-4) \text{ m s}^{-1} + 200 \text{ kg} \times v_3$$

$$\text{বা, } -200 v_3 = 160 - 280 = -120$$

$$\therefore v_3 = \frac{-120}{-200} \text{ m s}^{-1} = 0.6 \text{ m s}^{-1}$$

নৌকার বেগ ধনাত্মক, অর্থাৎ প্রথম সাঁতারু যেদিকে বাঁপ দেন নৌকাটি সেদিকে 0.6 m s^{-1} বেগে গতিশীল হবে।