अभ्यास

प्रश्न 1:
कोई वस्तु शून्य बाह्य असंतुलित बल अनुभव करती है। क्या किसी भी वस्तु के लिए अशून्य वेग से गति करना संभव है? यदि हाँ, तो वस्तु के वेग के परिणाम एवं दिशा पर लगने वाली शर्तों का उल्लेख करें। यदि नहीं, तो कारण स्पष्ट करें।

उत्तर 1:
हाँ, निम्नलिखित स्थितियों में यह संभव है:
- जब वस्तु विराम की अवस्था में है, तो इस प्रश्न का उत्तर 'नहीं' में होगा क्योंकि गति के प्रथम नियम के अनुसार असंतुलित बल की अनुपस्थिति में कोई भी वस्तु अपनी प्रारंभिक स्थिति में ही बनी रहती है।
- यदि किसी गतिशील वस्तु पर कार्यरत सभी बलों का कुल परिमाण शून्य है, तो वस्तु का वेग उसका प्रारंभिक वेग ही होता है। अतः इस स्थिति में प्रश्न का उत्तर हाँ है।

प्रश्न 2:
जब किसी छड़ी से एक दरी (कार्पेट) को पीटा जाता है, तो धूल के कण बाहर आ जाते हैं। स्पष्ट करें।

उत्तर 2:
जब किसी छड़ी से एक दरी (कार्पेट) को पीटा जाता है, तो दरी पर बल लगने के कारण दरी गतिशील हो जाती है परन्तु धूल के कण (जड़त्व के गुण के कारण) विराम अवस्था में ही रहते हैं और नीचे गिर जाते हैं।

प्रश्न 3:
बस की छत पर रखे सामान को रस्सी से क्यों बांधा जाता है?

उत्तर 3:
जड़त्व के कारण बस की छत पर रखा हुआ सामान सदैव स्थिर अवस्था में रहना चाहता है। परन्तु जब बस आगे चलती है तो जड़त्व के कारण (स्थिर अवस्था में रहने के कारण) सामान के पीछे की ओर गिरने की संभावना होती है। इसीप्रकार जब बस रूकती है तो सामान के आगे गिरने की संभावना होती है। अतः, बस की छत पर रखे सामान को रस्सी से बांधा जाता है।

प्रश्न 4:
किसी बल्लेबाज द्वारा क्रिकेट की गेंद को मारने पर गेंद ज़मीन पर लुढ़कती है। कुछ दूरी चलने के पश्चात गेंद रुक जाती है। गेंद रुकने के लिए धीमी होती है, क्योंकि
(a) बल्लेबाज ने गेंद को पर्याप्त प्रयास से हिट नहीं किया है।
(b) वेग गेंद पर लगाए गए बल के समानुपाती है।
(c) गेंद पर गति की दिशा के विपरीत एक बल कार्य कर रहा है।
(d) गेंद पर कोई असंतुलित बल कार्यरत नहीं है, अतः गेंद विरामावस्था में आने के लिए प्रयासरत है।
(सही विकल्प का चयन करें)

उत्तर 4:
किसी बल्लेबाज द्वारा क्रिकेट की गेंद को मारने पर गेंद ज़मीन पर लुढ़कती है। कुछ दूरी चलने के पश्चात गेंद रुक जाती है। गेंद रुकने के लिए धीमी होती है, क्योंकि (c) गेंद पर गति की दिशा के विपरीत एक बल कार्य कर रहा है।

प्रश्न 5:

एक ट्रक विरामावस्था से किसी पहाड़ी से नीचे की ओर नियत त्वरण से लुढ़कना शुरू करता है। यह 20 s में 400 m की दूरी तय करता है। इसका त्वरण ज्ञात करें। अगर इसका द्रव्यमान 7 टन है तो इस पर लगने वाले बल की गणना करें। (1 टन = 1000 kg)।

उत्तर 5:

ट्रक का द्रव्यमान M = 7 टन = 7000 kg
समय t = 20 सेकेंड,
प्रारंभिक वेग u = 0 m/s
तथा तय की गई दूरी s = 400 m
गति के दूसरे समीकरण से,

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

$$\Rightarrow 400 = 0 \times 20 + \frac{1}{2}a \times (20)^2$$

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

बल = द्रव्यमान × त्वरण

$$\Rightarrow F = Ma = 7000 \times 2 = 14000\ N$$

अतः, ट्रक का त्वरण 2 ms^{-2} तथा ट्रक पर लगने वाला बल 14000 N है।

प्रश्न 6:

1 kg द्रव्यमान के एक पत्थर को 20 m s^{-1} के वेग से झील की जमी हुई सतह पर फेंका जाता है। पत्थर 50 m की दूरी तय करने के बाद रुक जाता है। पत्थर और बर्फ़ के बीच लगने वाले घर्षण बल की गणना करें।

उत्तर 6:

ट्रक का द्रव्यमान M = 1 kg
प्रारंभिक वेग u = 20 m/s
अंतिम वेग v = 0 m/s
तथा तय की गई दूरी s = 50 m
माना त्वरण = a m/s^2
गति के तीसरे समीकरण से,

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

$$\Rightarrow 0^2 = 20^2 + 2a \times 50$$

$$\Rightarrow a = -4\ ms^{-2}$$

अतः, पत्थर का त्वरण $-4\ ms^{-2}$ है अर्थात अवमंदन 4 ms^{-2} है।
पत्थर और बर्फ़ के बीच लगने वाला घर्षण बल = द्रव्यमान × त्वरण

$$\Rightarrow F = Ma = 1 \times 4 = 4\ N$$

अतः, पत्थर और बर्फ़ के बीच लगने वाला घर्षण बल 4 N है।

प्रश्न 7:

एक 8000 kg द्रव्यमान का रेल इंजन प्रति 2000 kg द्रव्यमान वाले पाँच डिब्बों को सीधी पटरी पर खींचता है। यदि इंजन 40000 N का बल आरोपित करता है तथा यदि पटरी 5000 N का घर्षण बल लगाती है, तो ज्ञात करें:
(a) नेट त्वरण बल
(b) रेल का त्वरण तथा
(c) डिब्बे 1 द्वारा डिब्बे 2 पर लगाया गया बल।

उत्तर 7:

रेल इंजन का द्रव्यमान m_1= 8000 kg
पाँच डिब्बों का द्रव्यमान m_2= 2000×5 = 10000 kg
रेल इंजन तथा पाँच डिब्बों का कुल द्रव्यमान M= 8000 + 10000 = 18000 kg
(a) इंजन द्वारा आरोपित बल = 40000 N
घर्षण बल = 5000 N
एक ही दिशा में लगने वाला नेट त्वरण बल = (40000 – 5000) = 35000 N
अतः, नेट त्वरण बल 35000 N है।

(b) बल = द्रव्यमान × त्वरण

$\Rightarrow F = Ma$

$\Rightarrow 35000 = 18000 \times a$

$\Rightarrow a = \frac{35000}{18000} = 1.9\ ms^{-2}$

अतः, रेल का त्वरण 1.9 ms^{-2} है।

(c) डिब्बे 1 द्वारा डिब्बे 2 पर लगाया गया बल = डिब्बे 2 का द्रव्यमान × त्वरण
$\Rightarrow F = 2000 \times 1.9 = 3800\ N$
अतः, डिब्बे 1 द्वारा डिब्बे 2 पर लगाया गया बल 3800 N है।

प्रश्न 8:

एक गाड़ी का द्रव्यमान 1500 kg है। यदि गाड़ी को 1.7 m s^{-2} के ऋणात्मक त्वरण (अवमंदन) के साथ विरामावस्था में लाना है, तो गाड़ी तथा सड़क के बीच लगने वाला बल कितना होगा?

उत्तर 8:

गाड़ी का द्रव्यमान M = 1500 kg
त्वरण a = – 1.7 m/s^2
गाड़ी तथा सड़क के बीच लगने वाला बल = द्रव्यमान × त्वरण
$\Rightarrow F = Ma = 1500 \times (-1.7) = -2550\ N$
अतः, गाड़ी तथा सड़क के बीच लगने वाला बल 2550 N गाड़ी की गति की दिशा के विपरीत दिशा में लगाना होगा।

प्रश्न 9:

किसी m द्रव्यमान की वस्तु जिसका वेग v है का संवेग क्या होगा?

(a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) $(½)mv^2$ (d) mv

(उपरोक्त में से सही विकल्प चुनें)

उत्तर 9:

किसी m द्रव्यमान की वस्तु जिसका वेग v है का संवेग mv होगा क्योंकि संवेग = द्रव्यमान × वेग होता है। अतः, विकल्प (d) mv सही है।

प्रश्न 10:

हम एक लकड़ी के बक्से को 200 N बल लगाकर उसे नियत वेग से फ़र्श पर धकेलते हैं। बक्से पर लगने वाला घर्षण बल क्या होगा?

उत्तर 10:

क्योंकि बक्से का वेग नियत है। अतः, बक्से पर लगने वाला घर्षण बल 200 N होगा।

प्रश्न 11:

दो वस्तुएँ, प्रत्येक का द्रव्यमान 1.5 kg है, एक ही सीधी रेखा में एक - दूसरे के विपरीत दिशा में गति कर रही हैं। टकराने के पहले प्रत्येक का वेग 2.5 m s^{-1} है। टकराने के बाद यदि दोनों एक - दूसरे से जुड़ जाती हैं, तब उनका सम्मिलित वेग क्या होगा?

उत्तर 11:

पहली वस्तु का द्रव्यमान (m_1) =1.5 kg

पहली वस्तु का प्रारंभिक वेग (u_1) = 2.5 m/s

दूसरी वस्तु का द्रव्यमान (m_2) = 1.5 kg

दूसरी वस्तु, पहली वस्तु के विपरीत दिशा में गति कर रही हैं। अतः, इसका वेग ऋणात्मक लेंगे।

दूसरी वस्तु का प्रारंभिक वेग (u_2) = – 2.5 m/s

टकराने के बाद दोनों एक - दूसरे से जुड़ जाती हैं, माना तब उनका सम्मिलित वेग = (v_2) m/s

टक्कर से पहले, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग

$= m_1u_1 + m_2u_2$

$= 1.5 \times 2.5 + 1.5 \times (-2.5) = 0\ kg\ m/s$

टक्कर के पश्चात, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग

$= m_1v_2 + m_2v_2$

$= 1.5 \times v_2 + 1.5 \times v_2 = 3v_2\ kg\ m/s$

संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार,

टक्कर से पहले, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग = टक्कर के पश्चात, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग

$\Rightarrow 0 = 3v_2$

$\Rightarrow v_2 = \frac{0}{3} = 0\ m/s$

अतः, टक्कर के पश्चात, दोनों वस्तुओं का सम्मिलित वेग $0\ m/s$ होगा अर्थात दोनों ही वस्तुएँ विरामावस्था में आ जाएँगी।

प्रश्न 12:

गति के तृतीय नियम के अनुसार जब हम किसी वस्तु को धक्का देते हैं, तो वस्तु उतने ही बल के साथ हमें भी धक्का देती है। यदि वह वस्तु एक ट्रक है जो सड़क के किनारे खड़ा है; संभवतः हमारे द्वारा बल आरोपित करने पर भी गतिशील नहीं हो पाएगा। एक विद्यार्थी इसे सही साबित करते हुए कहता है कि दोनों बल विपरीत एवं बराबर हैं जो एक - दूसरे को निरस्त कर देते हैं। इस तर्क पर अपने विचार दें और बताएँ कि ट्रक गतिशील क्यों नहीं हो पाता?

उत्तर 12:

जड़त्व, द्रव्यमान के अनुक्रमानुपाती होता है। ट्रक का द्रव्यमान अधिक होने के कारण, उसका जड़त्व भी अधिक होता है। अत्यधिक जड़त्व के कारण ही वह विराम अवस्था में रहता है। हमारे द्वारा लगाया गया बल अपेक्षकृत कम होने के कारण, ट्रक में गति उत्पन्न नहीं कर पाता है।

या

ट्रक और सड़क के बीच घर्षण बल लगता है। यदि धक्का देने वाला बल, ट्रक और सड़क के घर्षण बल से अधिक हो तो ट्रक में गति उत्पन्न हो जाएगी। परन्तु धक्के से उत्पन्न बल, ट्रक के घर्षण बल से कम होता है, इसलिए ट्रक में गति उत्पन्न नहीं होती है।

प्रश्न 13:

200 g द्रव्यमान की एक हॉकी की गेंद 10 m s^{-1} की वेग से सीधी रेखा में चलती हुई 5 kg द्रव्यमान के लकड़ी के गुटके से संघट्ट करती है तथा उससे जुड़ जाती है। उसके बाद दोनों एक साथ उसी रेखा में गति करते हैं। संघट्ट के पहले और संघट्ट के बाद के कुल संवेगों की गणना करें। दोनों वस्तुओं की जुडी हुई अवस्था में वेग की गणना करें।

उत्तर 13:

हॉकी की गेंद का द्रव्यमान (m_1) =200 g = 0.2 kg
हॉकी की गेंद का प्रारंभिक वेग (u_1) = 10 m/s
लकड़ी के गुटके का द्रव्यमान (m_2) = 5 kg
लकड़ी के गुटके का प्रारंभिक वेग (u_2) = 0 m/s
संघट्ट के बाद दोनों एक - दूसरे से जुड़ जाती हैं, माना तब दोनों वस्तुओं की जुडी हुई अवस्था में वेग = (v_2) m/s
संघट्ट से पहले, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग
$= m_1u_1 + m_2u_2$
$= 0.2 \times 10 + 5 \times 0 = 2\ kg\ m/s$

संघट्ट के पश्चात, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग
$= m_1v_2 + m_2v_2$
$= 0.2 \times v_2 + 5 \times v_2 = 5.2\ v_2\ kg\ m/s$

संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार,
संघट्ट से पहले, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग = संघट्ट के पश्चात, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग
$\Rightarrow 2 = 5.2v_2$
$\Rightarrow v_2 = \frac{2}{5.2} = \frac{5}{13} = 0.38\ m/s$
अतः, संघट्ट के पश्चात, दोनों वस्तुओं की जुडी हुई अवस्था में वेग 0.38 m/s होगा।
संघट्ट के पश्चात, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग $= 5.2\ v_2 = 5.2 \times \frac{5}{13} = 2\ kg\ m/s$

प्रश्न 14:

10 g द्रव्यमान की एक गोली सीधी रेखा में 150 m s^{-1} के वेग से चलकर एक लकड़ी के गुटके से टकराती है और 0.03 s के बाद रुक जाती है। गोली लकड़ी को कितनी दूरी तक भेदेगी? लकड़ी के गुटके द्वारा गोली पर लगाए गए बल के परिमाण की गणना करें।

उत्तर 14:

गोली का द्रव्यमान M = 10 g = 0.01 kg
प्रारंभिक वेग u = 150 m/s
अंतिम वेग v = 0 m/s
तथा लिया गया समय s = 0.03 s
माना तय की गई दूरी s मीटर है
गति के पहले समीकरण से,

$v = u + at$

$\Rightarrow 0 = 150 + a \times 0.03$

$\Rightarrow a = -5000\, ms^{-2}$

गति के तीसरे समीकरण से,

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

$\Rightarrow 0^2 = 150^2 + 2 \times (-5000) \times s$

$\Rightarrow 10000\, s = 22500$

$\Rightarrow s = \frac{22500}{10000} = 2.25$ मीटर

अतः, गोली लकड़ी को 2.25 मीटर तक भेदेगी है।

लकड़ी के गुटके द्वारा गोली पर लगाए गए बल का परिमाण = द्रव्यमान × त्वरण

$\Rightarrow F = Ma = 0.01 \times 5000 = 50\, N$

अतः, लकड़ी के गुटके द्वारा गोली पर लगाए गए बल का परिमाण 50 N गोली की विपरीत दिशा में होगा।

प्रश्न 15:

एक वस्तु जिसका द्रव्यमान 1 kg है, 10 m s^{-1} के वेग से एक सीधी रेखा में चलते हुए विरामावस्था में रखे 5 kg द्रव्यमान के एक लकड़ी के गुटके से टकराती है। उसके बाद दोनों साथ-साथ उसी सीधी रेखा में गति करते हैं। संघट्ट के पहले तथा बाद के कुल संवेगों की गणना करें। आपस में जुड़े हुए संयोजन के वेग की भी गणना करें।

उत्तर 15:

वस्तु का द्रव्यमान (m_1) =1 kg
वस्तु का प्रारंभिक वेग (u_1) = 10 m/s
लकड़ी के गुटके का द्रव्यमान (m_2) = 5 kg
लकड़ी के गुटके का प्रारंभिक वेग (u_2) = 0 m/s
संघट्ट के बाद दोनों एक - दूसरे से जुड़ जाती हैं, माना तब दोनों वस्तुओं की जुडी हुई अवस्था में वेग = (v_2) m/s
संघट्ट से पहले, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग

$= m_1u_1 + m_2u_2$

$= 1 \times 10 + 5 \times 0 = 10\, kg\, m/s$

संघट्ट के पश्चात, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग
$= m_1v_2 + m_2v_2$
$= 1 \times v_2 + 5 \times v_2 = 6v_2\ kg\ m/s$

संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार,
संघट्ट से पहले, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग = संघट्ट के पश्चात, दोनों वस्तुओं का कुल संवेग
$\Rightarrow 10 = 6v_2$
$\Rightarrow v_2 = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} = 1.67\ m/s$
अतः, संघट्ट के पश्चात, आपस में जुड़े हुए संयोजन का वेग $1.67\ m/s$ होगा।

प्रश्न 16:
100 kg द्रव्यमान की एक वस्तु का वेग समान त्वरण से चलते हुए 6 s में 5 m s^{-1} से 8 m s^{-1} हो जाता है। वस्तु के पहले और बाद के संवेगों की गणना करें। उस बल के परिणाम की गणना करें जो उस वस्तु पर आरोपित है।

उत्तर 16:
वस्तु का द्रव्यमान (m) = 100 kg
वस्तु का प्रारंभिक वेग (u) = 5 m/s
लिया गया समय = 6 s
वस्तु का अंतिम वेग (v) = 8 m/s
वस्तु का प्रारंभिक संवेग
$= mu$
$= 100 \times 5 = 500\ kg\ m/s$
वस्तु का बाद में संवेग
$= mv$
$= 100 \times 8 = 800\ kg\ m/s$

वस्तु पर लगाया गया बल $= \frac{\text{संवेग परिवर्तन}}{\text{समय}} = \frac{\text{बाद में संवेग} - \text{प्रारंभिक संवेग}}{\text{समय}} = \frac{800 - 500}{6} = \frac{300}{6} = 50\ N$

अतः, उस वस्तु पर आरोपित बल $50\ N$ है।

प्रश्न 17:
अख़्तर, किरण और राहुल किसी राजमार्ग पर बहुत तीव्र गति से चलती हुई कार में सवार हैं, अचानक उड़ता हुआ कोई कीड़ा, गाड़ी के सामने के शीशे से आ टकराया और वह शीशे से चिपक गया। अख़्तर और किरण इस स्थिति पर विवाद करते हैं। किरण का मानना है की कीड़े के संवेग परिवर्तन का परिणाम कार के संवेग परिवर्तन के परिणाम की अपेक्षा बहुत अधिक है। (क्योंकि कीड़े के वेग में परिवर्तन का मान कार के वेग में परिवर्तन के मान से बहुत अधिक है।) अख़्तर ने कहा कि चूँकि कार का वेग बहुत अधिक था अतः कार ने कीड़े पर बहुत अधिक बल लगाया जिसके कारण कीड़े की मौत हो गई। राहुल ने एक नया तर्क देते हुए कहा कि कार तथा कीड़ा दोनों पर समान बल लगा और दोनों के संवेग में बराबर परिवर्तन हुआ। इन विचारों पर अपनी प्रतिक्रिया दें।

उत्तर 17:

संवेग संरक्षण के सिद्धांत के अनुसार, राहुल का विचार ठीक लगता है क्योंकि टक्कर के दौरान कुल संवेग संरक्षित रहता है। दोनों (कीड़े तथा कार) के संवेगों में समान परिवर्तन होगा। यहाँ कीड़े का भार कम है अतः उसके वेग में अधिक परिवर्तन होगा जबकि कार का द्रव्यमान अधिक होने के कारण गति परिवर्तन नगण्य होती है और कार की गति में परिवर्तन दिखाई नहीं देता है।

प्रश्न 18:

एक 10 kg द्रव्यमान की घंटी 80 cm की ऊँचाई से फ़र्श पर गिरी। इस अवस्था में घंटी द्वारा फ़र्श पर स्थानांतरित संवेग के मान की गणना करें। परिकलन में सरलता हेतु नीचे की ओर दिष्ट त्वरण का मान 10 m s^{-2} लें।

उत्तर 18:

घंटी का द्रव्यमान $M = 10$ kg
प्रारंभिक वेग u = 0 m/s
त्वरण = 10 m s^{-2}
माना अंतिम वेग v m/s
तय की गई दूरी = 80 cm = 0.8 m
गति के तीसरे समीकरण से,

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

$\Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \times 10 \times 0.8$

$\Rightarrow v^2 = 16$

$\Rightarrow v = \sqrt{16} = 4\ m/s$

घंटी द्वारा फ़र्श पर स्थानांतरित संवेग = संवेग परिवर्तन

= बाद में संवेग – प्रारंभिक संवेग

$= mv - mu = m(v - u)$

$= 10(4 - 0) = 40\ kg\ m/s$

अतः, घंटी द्वारा फ़र्श पर स्थानांतरित संवेग 40 $kg\ m/s$ है।