જવાબો (Answers)

પ્રકરણ 2

2.1 (a) 10^{-6} ; (b) 1.5×10^{4} ; (c) 5 ; (d) 11.3, 1.13×10^{4}.

2.2 (a) 10^{7} ; (b) 10^{-16} ; (c) 3.9×10^{4} ; (d) 6.67×10^{-8}.

2.5 500

2.6 (c)

2.7 0.035 mm

2.9 94.1

2.10 (a) 1 ; (b) 3 ; (c) 4 ; (d) 4 ; (e) 4 ; (f) 4.

2.11 8.72 m^{2}; 0.0855 m^{3}

2.12 (a) 2.3 kg ; (b) 0.02 g

2.13 13 %; 3.8

2.14 પારિમાણિક દૃષ્ટિએ (b) અને (c) ખોટાં છે. સૂચના : ત્રિકોણમિતીય વિધેયનો કોણાંક (argument) હંમેશાં પરિમાણરહિત હોવો જોઈએ.

2.15 સાચું સૂત્ર $m = m_0 (1 - \upsilon^2/c^2)^{-1/2}$

2.16 $\cong 3 \times 10^{-7}$ m^{3}

2.17 $\cong 10^{4}$; વાયુમાં અણુઓ વચ્ચેનું અંતર અણુના પરિમાણ કરતાં ઘણું મોટું હોય છે.

2.18 દૂરની વસ્તુઓ કરતાં નજીકની વસ્તુઓ, નિરીક્ષકની આંખ આગળ મોટો ખૂણો બનાવે છે. જ્યારે તમે ગતિ કરો છો ત્યારે નજીકની વસ્તુઓ કરતાં દૂરની વસ્તુઓ માટે કોણીય ફેરફાર ઓછો હોય છે. તેથી આ પદાર્થો તમારી સાથે ફરતા દેખાય છે, પરંતુ નજીકના પદાર્થો વિરુદ્ધ દિશામાં જતા જણાય છે.

2.19 $\cong 3 \times 10^{16}$ m; લંબાઈના એકમ તરીકે 1 parsec, 3.084×10^{16} m બરાબર વ્યાખ્યાયિત થયેલ છે.

2.20 1.32 parsec; 2.64″ [second of arc (ચાપ)]

2.23 1.4×10^{3} kg m^{-3}; સૂર્યની દળ ઘનતા ઘન/પ્રવાહી પદાર્થોની ઘનતાના વિસ્તારમાં હોય છે, વાયુની ઘનતાના વિસ્તારમાં નહિ. આટલી ઊંચી ઘનતા; સૂર્યના અંદરના સ્તરો વડે બહારના સ્તરો પર લાગતા અંદર તરફના ગુરુત્વાકર્ષણના લીધે છે.

2.24 1.429×10^{5} km

2.25 સૂચના : tan θ પરિમાણરહિત હોવું જોઈએ. સાચું સૂત્ર tan $\theta = \upsilon/\upsilon'$ છે, જ્યાં υ' એ વરસાદની ઝડપ છે.

2.26 10^{11} થી 10^{12} માં 1 ભાગની ચોકસાઈ

2.27 $\cong 0.7 \times 10^3$ kg m^{-3}. ઘન-અવસ્થામાં પરમાણુઓ ખીચોખીચ સમાવેલા હોય છે. તેથી પરમાણુ દળ ઘનતા, ઘન પદાર્થની દળ ઘનતાની નજીક હોય છે.

2.28 $\cong 0.3 \times 10^{18}$ kg m^{-3} ; ન્યુક્લિયર ઘનતા લાક્ષણિક રીતે દ્રવ્યની પરમાણુ ઘનતાના 10^{15} ગણી છે.

2.29 3.84×10^8 m

2.30 55.8 km

2.31 2.8×10^{22} km

2.32 3,581 km

2.33 સૂચના : $e^4 / (16\,\pi^2\, \epsilon_0^2 m_p\, m_e^2 c^3\, G)$ પદને સમયનું પરિમાણ છે.

પ્રકરણ 3

3.1 (a), (b)

3.2 (a) A....B, (b) A....B, (c) B....A, (d) તે જ/સમાન, (e) B....A.... એકવાર.

3.4 37 s

3.5 1000 km/h

3.6 3.06 m s^{-2}; 11.4 s

3.7 1250 m (સૂચના : B ની ગતિ Aની સાપેક્ષે જુઓ.)

3.8 1 m s^{-2} (સૂચના : B અને Cની ગતિ Aની સાપેક્ષે જુઓ.)

3.9 $T = 9$ min, ઝડપ = 40 km/h. સૂચના : $v\,T\,/\,(\,v - 20\,) = 18;\ v\,T\,/\,(\,v + 20\,) = 6$

3.10 (a) શિરોલંબ અધોદિશામાં; (b) શૂન્ય વેગ, 9.8 m s^{-2} નો પ્રવેગ અધોદિશામાં; (c) $x > 0$ (ઉપર તરફની અને નીચે તરફની ગતિ); $v < 0$ (ઉપર તરફ), $v > 0$ (નીચે તરફ), છેક સુધી $a > 0$; (d) 44.1 m, 6 s.

3.11 (a) સાચું (b) ખોટું (c) સાચું (જો કણ તત્ક્ષણ તે જ ઝડપથી પાછો ફેંકાય (rebound); એનો અર્થ પ્રવેગ અનંત છે એમ થાય, જે ભૌતિક રીતે શક્ય નથી. (d) ખોટું (જ્યારે પસંદ કરેલ ધન દિશા ગતિની દિશામાં હોય ત્યારે જ સાચું)

3.14 (a) 5 km h^{-1}, 5 km h^{-1}; (b) 0, 6 km h^{-1}; (c) $\frac{15}{8}$ km h^{-1}, $\frac{45}{8}$ km h^{-1}

3.15 કારણ કે, કોઈ યાદચ્છિક નાના સમયગાળા માટે, સ્થાનાંતરનું માન પથની લંબાઈ જેટલું હોય છે.

3.16 ચારેય આલેખો અશક્ય છે. (a) કણને એક જ સમયે બે જુદાં જુદાં સ્થાન ન હોઈ શકે; (b) કણને એક જ સમયે વિરુદ્ધ દિશાઓમાં વેગ ન હોઈ શકે; (c) ઝડપ હંમેશાં ધન હોય છે. (d) કણની કુલ પથલંબાઈ કદી સમય સાથે ઘટે નહિ. (નોંધો, આલેખો પર તીર અર્થહીન છે.

3.17 ના, ખોટું. $x - t$ આલેખ કણનો ગતિપથ દર્શાવતો નથી. સંદર્ભ : પદાર્થને $t = 0$ સમયે ટાવર પરથી ($x = 0$) પડવા દેવામાં આવે છે.

3.18 105 m s^{-1}

3.19 (a) એક લીસા સમતલ પર સ્થિર રહેલા બૉલને લાત મારવામાં આવે છે, તે દીવાલ પરથી ઘટેલી ઝડપે પાછો ફેંકાય છે અને સામેની દીવાલ તરફ ગતિ કરે છે, જે તેને સ્થિર કરે છે; (b) બૉલને કંઈક પ્રારંભિક વેગથી ઉપર તરફ ફેંકેલો છે, અને દરેક વખતે તળિયાને અથડાઈને ઘટેલી ઝડપથી પાછો ફેંકાય છે; (c) એક નિયમિત ગતિ કરતા દડાને બૅટ વડે ખૂબ નાના સમયગાળા માટે ફટકારતાં પાછો ફરે છે.

3.20 $x < 0, \upsilon < 0, a > 0$; $x > 0, \upsilon > 0, a < 0$; $x < 0, \upsilon > 0, a > 0$.

3.21 3 માં મહત્તમ, 2માં લઘુતમ; 1 અને 2 અંકમાં $\upsilon > 0$; 3માં $\upsilon < 0$.

3.22 પ્રવેગનું માન 2માં મહત્તમ; ઝડપ 3 માં મહત્તમ; 1, 2 અને 3માં $\upsilon > 0$; 1 અને 3 માં $a > 0$, 2 માં $a < 0$; A, B, C, D આગળ $a = 0$.

3.23 નિયમિત પ્રવેગીગતિ માટે, સમય-અક્ષ સાથે ઢળતી સુરેખા; નિયમિત ગતિ માટે સમય-અક્ષને સમાંતર

3.24 10 s, 10 s

3.25 (a) 13 km h^{-1} ; (b) 5 km h^{-1}; (c) દરેક દિશામાં 20 s, મા-બાપમાંથી ગમે તે દ્વારા અવલોકિત થયેલ, બાળકની ઝડપ દરેક દિશામાં 9 km h^{-1}; (c) નો જવાબ બદલાતો નથી.

3.26 $x_2 - x_1 = 15\,t$ (રેખીય વિભાગ); $x_2 - x_1 = 200 + 30\,t - 5\,t^2$ (વક્ર વિભાગ).

3.27 (a) 60 m, 6 m s^{-1} ; (b) 36 m, 9 m s^{-1}

3.28 (c), (d), (f)

પ્રકરણ 4

4.1 કદ, દળ, ઝડપ, ઘનતા, મોલ સંખ્યા, કોણીય આવૃત્તિ અદિશ છે; બાકીના સદિશ છે.

4.2 કાર્ય, વિદ્યુતપ્રવાહ

4.3 બળનો આઘાત

4.4 ફક્ત (c) અને (d) માન્ય કરી શકાય તેવા છે.

4.5 (a) T, (b) F, (c) F, (d) T, (e) T

4.6 ત્રિકોણની કોઈ પણ બે બાજુનો સરવાળો (બાદબાકી) ત્રીજી બાજુ કરતાં કદાપિ ઓછો (વધારે) હોઈ શકે નહિ. એક રેખસ્થ સદિશો માટે સમાનતા લાગુ પડે છે.

4.7 (a) સિવાયનાં બધાં વિધાનો સત્ય છે.

4.8 દરેક માટે 400 m; B

4.9 (a) O; (b) O; (c) 21.4 km h^{-1}

4.10 1 km માન અને મૂળ દિશા સાથે 60° કોણની દિશામાં સ્થાનાંતર; કુલ પથલંબાઈ = 1.5 km (ત્રીજો આંટો); તટસ્થ સ્થાનાંતર સદિશ, પથલંબાઈ = 3 km (છઠ્ઠો આંટો); 866 m, 30°, 4 km (આઠમો આંટો)

4.11 (a) 49.3 km h^{-1} ; (b) 21.4 km h^{-1}. ના, સરેરાશ ઝડપ સરેરાશ વેગના માન બરાબર ફક્ત સુરેખ પથ માટે જ હોય છે.

4.12 શિરોલંબ રેખા સાથે દક્ષિણ તરફ લગભગ 18°

4.13 15 min, 750 m

4.14 પૂર્વ (લગભગ)

4.15 150.5 m

4.16 50 m

4.17 9.9 m s^{-2}, દરેક બિંદુએ ત્રિજ્યા પર કેન્દ્ર તરફ

4.18 6.4 g

4.19 (a) ખોટું (ફક્ત નિયમિત વર્તુળ ગતિ માટે સાચું)

(b) સાચું (c) સાચું

4.20 (a) $\upsilon(t) = (3.0\,\hat{\mathbf{i}} - 4.0\,t\,\hat{\mathbf{j}})\,\hat{\mathbf{a}}\,(t) = -4.0\,\hat{\mathbf{j}}$

(b) 8.54 m s^{-1}, x–અક્ષ સાથે 70°

4.21 (a) 2 s, 24 m, 21.26 m s^{-1}

4.22 $\sqrt{2}$, x–અક્ષ સાથે 45° ; $\sqrt{2}$, x – અક્ષ સાથે –45°, $(5/\sqrt{2},\ -1/\sqrt{2})$.

4.23 (b) અને (e)

4.24 ફક્ત (e) સાચું છે.

4.25 182 m s^{-1}

4.27 ના. વ્યાપક રીતે ભ્રમણ (Rotation) ને સદિશો સાથે સાંકળી શકાય નહિ.

4.28 સમતલના ક્ષેત્રફળ સાથે સદિશને સાંકળી શકાય.

4.29 ના.

4.30 શિરોલંબ સાથે $\sin^{-1}(1/3) = 19.5°$ ના કોણે; 16 km.

4.31 0.86 m s^{-2}, વેગની દિશા સાથે 54.5°

પ્રકરણ 5

5.1 (a) થી (d) પહેલા નિયમ મુજબ કોઈ ચોખ્ખું (net) બળ લાગતું નથી.

(e) વિદ્યુતચુંબકીય અને ગુરુત્વીય બળો ઉત્પન્ન કરતા બધાં દ્રવ્ય પરિબળોથી તે ખૂબ દૂર હોવાથી કોઈ બળ લાગતું નથી.

5.2 દરેક કિસ્સામાં એક માત્ર બળ ગુરુત્વબળ (હવાની અસર અવગણતાં) જે 0.5 N જેટલું શિરોલંબ અધોદિશામાં છે. લખોટીની ગતિ ઊર્ધ્વ રેખા પર ન હોય તોપણ જવાબો બદલાતા નથી. ઉચ્ચતમ બિંદુએ લખોટી સ્થિર નથી. સમગ્ર ગતિ દરમિયાન તેને વેગનો અચળ સમક્ષિતિજ ઘટક છે.

5.3 (a) 1 N, શિરોલંબ અધોદિશામાં (b) (a)માં છે તે જ.

(c) (a)માં છે તે જ; કોઈ ક્ષણે બળ તે ક્ષણની પરિસ્થિતિ પર આધારિત છે, ઇતિહાસ પર નહિ.

(d) ટ્રેનની ગતિની દિશામાં 0.1 N

5.4 (i) T

5.5 $a = -2.5$ m s^{-2}. $\upsilon = u + at$ પરથી, $0 = 15 - 2.5\,t$ એટલે કે, $t = 6.0$ s

5.6 $a = 1.5/25 = 0.06$ m s^{-2}

$F = 3 \times 0.06 = 0.18$ N ગતિની દિશામાં

5.7 પરિણામી બળ = 10 N, જે 8 N બળની દિશા સાથે $\tan^{-1}(3/4) = 37°$ના કોણે છે.

પ્રવેગ = 2 m s^{-2} પરિણામી બળની દિશામાં

5.8 $a = -2.5$ m s^{-2}, ગતિ વિરોધક બળ $= 465 \times 2.5 = 1.2 \times 10^3$ N

5.9 $F - 20{,}000 \times 10 = 20{,}000 \times 5.0$, એટલે કે, $F = 3.0 \times 10^5$ N

5.10 $a = -20$ m s^{-2} $0 \le t \le 30$ s

$t = -5$ s : $x = u\,t = -\,10 \times 5 = -50$ m

$t = 25$ s : $x = u\,t + (½)\,a\,t^2 = (10 \times 25 - 10 \times 625)$m $= -\,6$ km

$t = 100$ s : પ્રથમ, 30 s સુધીની ગતિ વિચારો.

$x_1 = 10 \times 30 - 10 \times 900 = -\,8700$ m

$t = 30$ s, સમયે, $\upsilon = 10 - 20 \times 30 = -590$ m s^{-1}

30 s થી 100 s સુધીની ગતિ માટે : $x_2 = -\,590 \times 70 = -\,41300$ m

$x = x_1 + x_2 = -\,50$ km

5.11 (a) કારનો વેગ ($t = 10$ s સમયે) $= 0 + 2 \times 10 = 20$ m s^{-1}

પહેલા નિયમ મુજબ, છેક સુધી વેગનો સમક્ષિતિજ ઘટક 20 m s^{-1} છે.

વેગનો ઊર્ધ્વ ઘટક ($t = 11$ s) $= 0 + 10 \times 1 = 10$ m s^{-1}

પથ્થરનો ($t = 11$ s સમયે) વેગ $= \sqrt{20^2 + 10^2} = \sqrt{500} = 22.4$ m s^{-1} જે સમક્ષિતિજ સાથે $\tan^{-1}$ (½) કોણે છે.

(b) 10 m s^{-2} શિરોલંબ અધોદિશામાં

5.12 (a) અંત્ય સ્થાને ગોળાની ઝડપ શૂન્ય છે. જો દોરી કાપવામાં આવે તો તે શિરોલંબ અધોદિશામાં પડશે.

(b) મધ્યમાન સ્થાને ગોળાને સમક્ષિતિજ વેગ છે. જો દોરી કાપવામાં આવે તો તે પરવલયાકાર પથ પર પડશે.

5.13 સ્કેલ પરનું અવલોકન, માનવ દ્વારા તળિયા પર લગાડેલા બળનું માપ છે. ત્રીજા નિયમ અનુસાર તે તળિયા વડે માનવ પર લાગતા લંબબળ Nને સમાન અને વિરુદ્ધ દિશામાં છે.

(a) $N = 70 \times 10 = 700$ N ; અવલોકન 70 kg છે.

(b) $70 \times 10 - N = 70 \times 5$; અવલોકન 35 kg છે.

(c) $N - 70 \times 10 = 70 \times 5$; અવલોકન 105 kg છે.

(d) $70 \times 10 - N = 70 \times 10$; અવલોકન શૂન્ય છે, સ્કેલ શૂન્ય બતાવશે.

5.14 (a) બધા ત્રણેય ગાળાઓમાં પ્રવેગ અને તેથી બળ શૂન્ય છે.

(b) $t = 0$ સમયે, 3 kg m s^{-1} ; (c) $t = 4$ s સમયે -3 kg m s^{-1}.

5.15 જો 20 kg દળને ખેંચવામાં આવે તો,

$600 - T = 20\,a,$ $T = 10\,a$

$a = 20$ m s^{-2}, $T = 200$ N

જો 10 kg દળને ખેંચવામાં આવે તો a = 20 m s^{-2}, $T = 400$ N

5.16 $T - 8 \times 10 = 8\,a,$ $12 \times 10 - T = 12a$

એટલે કે $a = 2$ m s^{-2}, $T = 96$ N

5.17 વેગમાન સંરક્ષણના સિદ્ધાંત પરથી, કુલ અંતિમ વેગમાન શૂન્ય છે. બે વેગમાન સદિશોનો સરવાળો શૂન્ય વેગમાન ન થાય, સિવાય કે તેઓ સમાન અને વિરુદ્ધ દિશામાં હોય.

5.18 દરેક બૉલ પરનો આઘાત = $0.05 \times 12 = 0.6$ kg m s^{-1} (માનમાં). બે આઘાતો સમાન અને વિરુદ્ધ દિશામાં છે.

5.19 વેગમાન સંરક્ષણનો ઉપયોગ કરો : $100\,\upsilon = 0.02 \times 80$

$\upsilon = 0.016$ m s^{-1} = 1.6 cm s^{-1}

5.20 પ્રારંભિક અને અંતિમ દિશાઓના દ્વિભાજક પર આઘાતની દિશા છે. તેનું માન

$0.15 \times 2 \times 15 \times \cos 22.5° = 4.2$ kg m s^{-1} છે.

5.21 $\upsilon = 2\pi \times 1.5 \times \dfrac{40}{60} = 2\pi\, m\, s^{-1}$

$$T = \frac{m\upsilon^2}{R} = \frac{0.25 \times 4\pi^2}{1.5} = 6.6\,N$$

$200 = \dfrac{m\upsilon_{max}^2}{R}$, તે પરથી $\upsilon_{max} = 35$ m s^{-1}

5.22 પહેલા નિયમ મુજબ વિકલ્પ (b) સાચો છે.

5.23 (a) ઘોડાગાડીના તંત્ર પર મુક્ત (ખાલી) અવકાશમાં કોઈ બાહ્ય બળ નથી. ઘોડા અને ગાડી વચ્ચેનાં પરસ્પર બળો નાબૂદ થાય છે. (ત્રીજો નિયમ). જમીન પર, તંત્ર અને જમીન વચ્ચેનું સંપર્ક બળ (ઘર્ષણ) તેમને સ્થિર સ્થિતિમાંથી ગતિમાં લાવે છે.

(b) બેઠક સાથે સીધા સંપર્કમાં નથી તે શરીરના જડત્વને લીધે.

(c) લોન-મુવર (ઘાસ-કાપતા મશીન)ને અમુક કોણે બળ લગાડીને ખેંચી શકાય અથવા ધકેલી શકાય. જ્યારે તમે ધકેલો ત્યારે, ઊર્ધ્વદિશામાંના સંતુલન માટે, લંબબળ તેના વજન કરતાં વધુ હોવું જ જોઈએ. આના પરિણામે વધારે ઘર્ષણબળ $f(f \propto N)$ લાગે છે અને તેથી ગતિ કરાવવા વધુ મોટા બળની જરૂર પડે છે. ખેંચવામાં આવે ત્યારે આનાથી બરાબર વિરુદ્ધ થાય છે.

(d) બૉલને અટકાવવા માટે વેગમાનના ફેરફારના દરને ઘટાડવા માટે અને તેથી જરૂરી બળને ઘટાડવા માટે.

5.24 1 cm s^{-1}ની અચળ ઝડપવાળા પદાર્થ પર દર 2 s પછી $x = 0$ અને $x = 2$ cm આગળ બળનો આઘાત લાગે છે, જેનું માન 0.04 kg $\times$ 0.02 m s^{-1} = 8×10^{-4} kg m s^{-1} છે.

5.25 ચોખ્ખું (net) બળ = 65 kg $\times$ 1 m s^{-2} = 65 N

$a_{max} = \mu_s g = 2$ m s^{-2}

5.26 વિકલ્પ (a) સાચો છે. નોંધો કે, $mg + T_2 = m\upsilon_2^2/R$; $T_1 - mg = m\upsilon_1^2/R$

સાર એ છે કે, આ ઉદાહરણમાં દ્રવ્યથી ઉદ્‌ભવતાં વાસ્તવિક બળો (તણાવ, ગુરુત્વ બળ વગેરે)ને તેમનાથી નીપજેલી અસર કેન્દ્રગામી પ્રવેગ υ_2^2/R કે υ_1^2/R સાથે ગૂંચવવાં નહિ.

5.27 (a) 'Free body' : સ્ટાફ અને મુસાફરો

તળિયા દ્વારા તંત્ર પરનું બળ = F ઉપર તરફ; તંત્રનું વજન = mg નીચે તરફ;

$\therefore F - mg = ma$

$F - 300 \times 10 = 300 \times 15$

$F = 7.5 \times 10^3$ N ઉપર તરફ

ત્રીજા નિયમ પરથી, સ્ટાફ અને મુસાફરો દ્વારા તળિયા પરનું બળ = 7.5×10^3 N નીચે તરફ.

(b) 'Free body' : હેલિકોપ્ટર + સ્ટાફ + મુસાફરો

હવા વડે તંત્ર પરનું બળ = R ઉપર તરફ; તંત્રનું વજન = mg નીચે તરફ

$\therefore R - mg = ma$

$R - 1300 \times 10 = 1300 \times 15$

$R = 3.25 \times 10^4$ N ઉપર તરફ

ત્રીજા નિયમ પરથી, હેલિકોપ્ટર વડે હવા પરનું બળ = 3.25×10^4 N નીચે તરફ

(c) 3.25×10^4 N ઉપર તરફ

5.28 દીવાલ પર દર સેકન્ડે અથડાતા પાણીનું દળ

= 10^3 kg $m^{-3} \times 10^{-2}$ $m^2 \times 15$ m s^{-1} = 150 kg s^{-1}

દીવાલ વડે લાગતું બળ = પાણીએ દર સેકન્ડે ગુમાવેલું વેગમાન = 150 kg $s^{-1} \times$ 15 m s^{-1} = 2.25×10^3 N

5.29 (a) 3 $m\,g$ (નીચે) (b) 3 $m\,g$ (નીચે) (c) 4 $m\,g$ (ઉપર)

5.30 જો પાંખો પરનું લંબ બળ N હોય તો,

$$N\cos\theta = mg, \qquad N\sin\theta = \frac{m\upsilon^2}{R}$$

તે પરથી $R = \dfrac{\upsilon^2}{g\ \tan\ \theta} = \dfrac{200 \times 200}{10 \times tan 15°} = 15 km$

5.31 રેલના પાટા વડે વીલની બહાર તરફની ઉપસેલી ધાર પર પાર્શ્વિક (Lateral) ધક્કા દ્વારા કેન્દ્રગામી બળ પૂરું પાડવામાં આવે છે. ત્રીજા નિયમ મુજબ, ટ્રેન સમાન અને વિરુદ્ધ દિશામાં રેલના પાટા પર બળ લગાડે છે તેના લીધે ઘસારો પહોંચે છે.

ઢોળાવનો કોણ $= \tan^{-1}\left(\dfrac{\upsilon^2}{R\,g}\right) = \tan^{-1}\left(\dfrac{15\times15}{30\times10}\right) \simeq 37°$

5.32 સંતુલનમાં માણસ પર લાગતાં બળો વિચારો : તેનું વજન, દોરડા વડે લાગતું બળ, તળિયા વડે લાગતું લંબબળ

(a) 750 N (b) 250 N (b) રીત અપનાવવી જોઈએ.

5.33 (a) $T - 400 = 240, \qquad T = 640$ N

(b) $400 - T = 160, \qquad T = 240$ N

(c) $T = 400$ N

(*d*) $T = 0$

કિસ્સા (a) માં દોરડું તૂટી જશે.

5.34 આપણે A અને B પદાર્થો અને દૃઢ દીવાલ વચ્ચે સંપૂર્ણ સંપર્ક ધારી લઈએ છીએ. આ કિસ્સામાં દીવાલ વડે (પ્રતિક્રિયા) B પરનું સ્વ-નિયમન થતું લંબબળ 200 N જેટલું છે. કોઈ અપેક્ષિત (impending) ગતિ કે ઘર્ષણ નથી. A અને B વચ્ચે ક્રિયાબળ અને પ્રતિક્રિયાબળ પણ 200 N છે. જ્યારે દીવાલ દૂર કરવામાં આવે ત્યારે ગતિક ઘર્ષણ લાગવા માંડે છે.

(A + B) નો પ્રવેગ $= [\,200 - (\,150 \times 0.15\,)\,] / 15 = 11.8 \text{ m s}^{-2}$

A પરનું ઘર્ષણબળ $= 0.15 \times 50 = 7.5$ N

$200 - 7.5 - F_{AB} = 5 \times 11.8$

$F_{AB} = 1.3 \times 10^2$ N; ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં

$F_{BA} = 1.3 \times 10^2$ N; ગતિની દિશામાં

5.35 (a) બ્લૉક અને ટ્રૉલી વચ્ચેની અપેક્ષિત (impending) સાપેક્ષ ગતિનો વિરોધ કરતું શક્ય મહત્તમ ઘર્ષણબળ $= 150 \times 0.18 = 27$ N, તે ટ્રૉલી સાથે બૉક્સને પ્રવેગિત કરવા માટે જરૂરી ઘર્ષણબળ $15 \times 0.5 = 7.5$ N કરતાં વધુ છે. જ્યારે ટ્રૉલી નિયમિત (અચળ) વેગથી ગતિ કરે છે. ત્યારે બ્લૉક પર કોઈ ઘર્ષણબળ લાગતું નથી.

(b) પ્રવેગિત (અજડત્વીય) નિરીક્ષક માટે, ઘર્ષણ બળનો, તેના જેટલા જ માનવાળા આભાસી બળ દ્વારા વિરોધ થાય છે, જેનાથી નિરીક્ષકની સાપેક્ષે બૉક્સ સ્થિર રહે છે. જ્યારે ટ્રૉલી નિયમિત વેગથી ગતિ કરે છે ત્યારે ગતિમાન (જડત્વીય) નિરીક્ષક માટે કોઈ આભાસી બળ લાગતું નથી અને ઘર્ષણ લાગતું નથી.

5.36 ઘર્ષણને લીધે બૉક્સનો પ્રવેગ $= \mu g = 0.15 \times 10 = 1.5 \text{ m s}^{-2}$. પરંતુ ટ્રકનો પ્રવેગ વધારે છે. બૉક્સનો ટ્રકની સાપેક્ષે પ્રવેગ 0.5 m s^{-2} પાછળના છેડા તરફ છે. ટ્રકમાંથી બૉક્સને પડી જવા લાગતો સમય $= \sqrt{\dfrac{2\times5}{0.5}} = \sqrt{20}$ s. આ સમય દરમિયાન ટ્રક $= ½ \times 2 \times 20 = 20$ m અંતર કાપે છે.

5.37 સિક્કાને તક્તી સાથે ભ્રમણ કરવા માટે, ઘર્ષણબળ, કેન્દ્રગામી બળ પૂરું પાડી શકે તેટલું પૂરતું હોવું જોઈએ, એટલે કે $\frac{mv^2}{r} \le \mu mg$. હવે, $v = r\omega$, જ્યાં $\omega = \frac{2\pi}{T}$ એ તક્તીની કોણીય આવૃત્તિ છે. આપેલ μ અને ω, માટે $r \le \mu g / \omega^2$ એ શરત છે. આ શરતનું પાલન નજીકના સિક્કા દ્વારા થાય છે (કેન્દ્રથી 4 cm).

5.38 ઉચ્ચતમ બિંદુએ, $N + mg = \frac{mv^2}{R}$, જ્યાં N એ ચેમ્બરની છત દ્વારા મોટર સાયકલિસ્ટ પર લાગતું લંબબળ (નીચે તરફ) છે. ઉચ્ચતમ બિંદુએ શક્ય લઘુતમ ઝડપ $N = 0$ ને અનુરૂપ છે.

એટલે કે, $v_{min} = \sqrt{Rg} = \sqrt{25 \times 10} \simeq 16 m s^{-1}$

5.39 દીવાલ વડે માણસ પર લાગતું સમક્ષિતિજ બળ N, જરૂરી કેન્દ્રગામી બળ પૂરું પાડે છે : $N = m R \omega^2$. ઘર્ષણબળ f (શિરોલંબ ઊર્ધ્વદિશામાં) વજન mgનો વિરોધ કરે છે. તળિયાને દૂર કર્યા પછી માણસ દીવાલ સાથે ચોંટીને રહે તે માટે $mg = f < \mu N$ એટલે કે $mg < \mu m R \omega^2$. નળાકારના ભ્રમણની લઘુતમ કોણીય ઝડપ $\omega_{min} = \sqrt{g / \mu R} = 5 \text{ s}^{-1}$

5.40 જ્યારે તારના મધ્યબિંદુને જોડતો ત્રિજ્યા સદિશ, શિરોલંબ અધોદિશા સાથે θ કોણ બનાવે ત્યારે ગોળીનો free-body diagram વિચારો. આપણને $mg = N \cos\theta$ અને $m R \sin\theta \ \omega^2 = N \sin\theta$ મળે. આ સમીકરણો પરથી $\cos\theta = g/R\omega^2$.

$\cos\theta \le 1$ હોવાથી, ગોળી નિમ્નતમ બિંદુએ રહે તે માટે $\theta = 0$ અને $\omega \le \sqrt{\frac{g}{R}}$.

$\omega = \sqrt{\frac{2g}{R}}$ માટે $\cos\theta = \frac{1}{2}$ એટલે કે $\theta = 60^0$.

પ્રકરણ 6

6.1 (a) +ve (b) −ve (c) −ve (d) + ve (e) − ve

6.2 (a) 882 J (b) −247 J (c) 635 J (d) 635 J

ચોખ્ખા (net, પરિણામી) બળ વડે પદાર્થ પર થયેલું કાર્ય તેની ગતિઊર્જાના ફેરફાર બરાબર છે.

6.3 (a) $x > a$; 0 (c) $x < a, \ x > b$; $-V_1$

(b) $-\infty < x < \infty, \ V_1$ (d) $-b/2 < x < -a/2, \ a/2 < x < b/2; \ -V_1$

6.5 (a) રૉકેટ; (b) સંરક્ષીબળ માટે, કોઈ પથ પર થયેલું કાર્ય સ્થિતિઊર્જાના ફેરફારના ઋણ બરાબર છે. પૂર્ણ કક્ષા પર, સ્થિતિઊર્જામાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી. (c) ગતિઊર્જા વધે છે, પણ સ્થિતિઊર્જા ઘટે છે અને ઘર્ષણ વિરુદ્ધમાં ઊર્જા ગુમાવાથી સરવાળો ઘટે છે. (d) બીજા કિસ્સામાં

6.6 (a) ઘટે; (b) ગતિ ઊર્જા (c) બાહ્ય બળ (d) કુલ રેખીય વેગમાન અને કુલ ઊર્જા પણ (જો બે પદાર્થોનું તંત્ર અલગ કરેલું હોય.)

6.7 (a) F (b) F (c) F (d) F (સામાન્ય રીતે સત્ય પણ હંમેશાં નહિ. કેમ ?)

6.8 (a) ના

(b) હા

(c) અસ્થિતિસ્થાપક સંઘાત દરમિયાન રેખીય વેગમાનનું સંરક્ષણ થાય છે. અલબત્ત, સંઘાત પૂર્ણ થયા બાદ પણ ગતિઊર્જાનું સંરક્ષણ થતું નથી. (અચળ રહેતી નથી.)

(d) સ્થિતિસ્થાપક

6.9 (b) t

6.10 (c) $t^{3/2}$

6.11 12 J

6.12 ઇલેક્ટ્રૉન વધુ ઝડપી છે, $\upsilon_e / \upsilon_p = 13.5$

6.13 દરેક અર્ધગાળામાં 0.082 J ; – 0.163 J

6.14 હા, (અણુ + દીવાલ) તંત્રનું વેગમાન અચળ રહે છે. દીવાલને પ્રારંભમાં સ્થિર ધારી લેતાં, દીવાલનું વેગમાન + બહાર જતા અણુનું વેગમાન બરાબર અંદર આવતા અણુનું વેગમાન હોય તે રીતે દીવાલને recoil (પાછા પડવું) વેગમાન છે. જોકે recoil વેગમાન દીવાલના ખૂબ મોટા દળને લીધે અવગણ્ય વેગ ઉત્પન્ન કરે છે. ગતિઊર્જાનું પણ સંરક્ષણ થતું હોવાથી સંઘાત સ્થિતિસ્થાપક છે.

6.15 43.6 kW

6.16 (b)

6.17 તે તેનું સમગ્ર વેગમાન બૉલને આપી દે છે અને જરા પણ ઊંચે જતો નથી.

6.18 5.3 m s^{-1}

6.19 27 km h^{-1} (ઝડપમાં કોઈ ફેરફાર નહિ.)

6.20 50 J

6.21 (a) $m = \rho A \upsilon t$ (b) $K = \rho A \upsilon^3 t / 2$ (c) $P = 4.5$ kW

6.22 (a) 49,000 J (b) 6.45×10^{-3} kg

6.23 (a) 200 m^2 (b) મોટા ઘરના 14m × 14m પરિમાણવાળા છાપરા સાથે સરખાવી શકાય.

6.24 21.2 cm, 28.5 J

6.25 ના, વધુ ઊંચા સમતલ પરનો પથ્થર તળિયે વહેલો પહોંચે છે; હા, તેઓ એક સમાન ઝડપ (υ) થી પહોંચે છે. [કારણ કે $mgh = (1/2)\, m\, \upsilon^2$]

$\upsilon_B = \upsilon_C = 14.1$ m s^{-1} , $t_B = 2\sqrt{2}$ s , $t_C = 2\sqrt{2}$ s

6.26 0.125

6.27 બંને કિસ્સા માટે 8.82 J.

6.28 બાળક, પ્રારંભમાં ટ્રૉલીને આઘાત આપે છે અને પછી ટ્રૉલીના નવા વેગની સાપેક્ષે 4 m s^{-1}ના અચળ વેગથી દોડે છે. બહારના નિરીક્ષક માટે વેગમાન સંરક્ષણ લાગુ પાડો. 10.36 m s^{-1}, 25.9 m.

6.29 (V) સિવાયના બધા અશક્ય છે.

પ્રકરણ 7

7.1 દરેકનું ભૌમિતિક કેન્દ્ર. ના, રિંગ, પોલા નળાકાર, પોલા ગોળા, પોલા ઘન વગેરેની જેમ CM પદાર્થના દ્રવ્યની બહાર હોઈ શકે છે.

7.2 H અને C*l* ન્યુક્લિયસોને જોડતી રેખા પર, H છેડાથી 1.24 Å અંતરે રહેલું છે.

7.3 (ટ્રૉલી + બાળક)ના બનેલા તંત્રના CMની ઝડપ અચળ (બરાબર v) રહે છે, કારણ કે તંત્ર પર કોઈ બાહ્ય બળ લાગતું નથી. ટ્રૉલી પર બાળકના દોડવાની ક્રિયામાં સંકળાયેલાં બળો આ તંત્રનાં આંતરિક બળો છે.

7.6 $l_z = xp_y - yp_x,\ l_x = yp_z - zp_y,\ l_y = zp_x - xp_z$

7.8 72 cm

7.9 દરેક આગળના પૈડા પર 3675 N, દરેક પાછળના પૈડા પર 5145 N

7.10 (a) 7/5 MR^2 (b) 3/2 MR^2

7.11 ગોળો

7.12 ગતિઊર્જા = 3125 J; કોણીય વેગમાન = 62.5 J s

7.13 (a) 100 rev/min (કોણીય વેગમાન સંરક્ષણ વાપરો.)

(b) નવી ચાકગતિ ઊર્જાએ પ્રારંભિક ચાકગતિ ઊર્જાના 2.5 ગણી છે. બાળક તેની આંતરિક ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીને તેની ચાકગતિ ઊર્જા વધારે છે.

7.14 $25\ s^{-2}$; $10\ m\ s^{-2}$

7.15 36 kW

7.16 મૂળ તક્તીના કેન્દ્રથી R/6 અંતરે, કાપેલા ભાગના કેન્દ્રથી વિરુદ્ધ બાજુએ

7.17 66.0 g

7.18 (a) હા (b) હા (c) ઓછા ઢોળાવવાળા સમતલ પર વધુ સમય લાગે ($\because$ a α sin θ)

7.19 4J

7.20 6.75×10^{12} rad s^{-1}

7.21 (a) 3.8 m (b) 3.0 s

7.22 તણાવ = 98 N, N_B = 245 N, N_C = 147 N.

7.23 (a) 59 rev/min (b)ના, ગતિઊર્જામાં વધારો થાય છે અને તે માણસે પ્રક્રિયામાં કરેલાં કાર્યમાંથી આવે છે.

7.24 0.625 rad s^{-1}

7.25 (a) કોણીય વેગમાનના સંરક્ષણ પરથી, સામાન્ય કોણીય ઝડપ

$$\omega = (I_1\ \omega_1 + I_2\ \omega_2)\ /\ (I_1 + I_2)$$

(b) બે તક્તીઓ વચ્ચેના ઘર્ષણીય સંપર્ક જે તેમને બંનેને સમાન કોણીય ઝડપ ω પર લાવે છે તેમાં થતા વ્યયને લીધે ગતિ-ઊર્જામાં ઘટાડો થાય છે. જોકે ઘર્ષણથી ઉદ્ભવતા ટૉર્ક તંત્રના અંદરના હોવાથી કોણીય વેગમાન બદલાતું નથી.

7.28 Aનો વેગ $= \omega_o R$ તીરની દિશામાં; Bનો વેગ $= \omega_o R$ તીરની વિરુદ્ધ દિશામાં, Cનો વેગ $= \omega_o R/2$ તીરની દિશામાં. ઘર્ષણરહિત સમતલ પર તક્તી ગબડશે નહિ.

7.29 (a) B આગળનું ઘર્ષણબળ Bના વેગનો વિરોધ કરે છે. આથી, ઘર્ષણબળ તીરની દિશામાં છે. ઘર્ષણથી ઉદ્ભવતા ટૉર્કની દિશા એવી છે કે તે કોણીય ગતિનો વિરોધ કરે. $\boldsymbol{\omega}_0$ અને $\boldsymbol{\tau}$ બંને પાનાના પૃષ્ઠને લંબ છે. પહેલું પાનાની અંદર તરફ જતું અને બીજું પાનામાંથી બહાર તરફ આવતું.

(b) ઘર્ષણબળ સંપર્કબિંદુ Bના વેગને ઘટાડે છે. આ વેગ શૂન્ય બને તેના પરિણામે સંપૂર્ણ ગબડવાનું શરૂ કરે છે. એકવાર આમ બંને એટલે ઘર્ષણબળ શૂન્ય થાય છે.

7.30 ઘર્ષણબળ CMને પ્રારંભિક શૂન્ય વેગથી પ્રવેગિત કરે છે. ઘર્ષણબળથી ઉદ્ભવતું ટૉર્ક પ્રારંભિક કોણીય ઝડપ ω_oમાં પ્રતિપ્રવેગ ઉત્પન્ન કરે છે. ગતિનાં સમીકરણો : $\mu_k\ m\ g = m\ a$ અને $\mu_k\ m\ g\ R = -I\alpha$, તેમના પરથી $\upsilon = \mu_k\ g\ t$, $\omega = \omega_o - \mu_k\ m\ g\ R\ t\ /\ I$. જ્યારે $\upsilon = R\ \omega$ હોય ત્યારે ગબડવાનું શરૂ થાય છે. રિંગ (વલય) માટે $I = m\ R^2$ અને $t = \omega_o\ R/2\ \mu_k\ g$ હોય ત્યારે ગબડવાનું શરૂ થાય છે. તક્તી માટે, $I = \frac{1}{2}\ m\ R^2$ અને break line $t = R\ \omega_o/3\ \mu_k\ g$ હોય ત્યારે ગબડવાનું શરૂ થાય છે. આમ R અને ω_o બંનેનાં સમાન મૂલ્યો માટે તક્તી ગબડવાની ક્રિયા વહેલી શરૂ કરે છે. વાસ્તવિક રીતે લાગતા સમયનાં મૂલ્યો $R = 10$ cm, $\omega_o = 10\pi$ rad s^{-1}, $\mu_k = 0.2$ માટે મેળવી શકાય.

7.31 (a) 16.4 N

(b) Zero

(c) લગભગ 37°

પ્રકરણ 8

8.1 (a) ના.

(b) હા, જો અવકાશયાનનું પરિમાણ (size) એટલું મોટું હોય કે તે તુમાં થતો ફેરફાર અનુભવી (પારખી) શકે તો.

(c) બળ જે અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં બદલાય થાય છે તેનાથી વિપરીત ભરતીની અસર અંતરના ઘનના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં બદલાય થાય છે.

8.2 (a) ઘટે છે (b) ઘટે છે (c) પદાર્થના દળ (d) વધારે

8.3 0.63 ગણી નાની

8.5 3.54×10^8 years

8.6 (a) ગતિ ઊર્જા (b) ઓછી

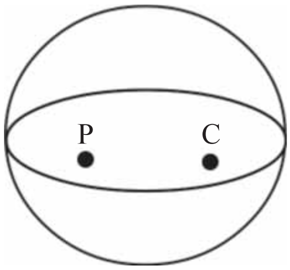
8.7 (a) ના (b) ના (c) ના (d) હા

[નિષ્ક્રમણ વેગ, પદાર્થના દળ અને પ્રક્ષિપ્ત કરવાની દિશા પર આધારિત નથી. જે બિંદુએથી તેને મોકલવામાં (લૉન્ચ કરવામાં) આવે તે બિંદુએ ગુરુત્વ સ્થિતિમાન પર તે આધારિત છે. આ સ્થિતિમાન (થોડે અંશે) અક્ષાંશ અને ઊંચાઈ પર આધારિત હોવાથી; નિષ્ક્રમણ વેગ (થોડે અંશે) આ પરિબળો પર આધારિત છે.]

8.8 સમગ્ર કક્ષા પર કોણીય વેગમાન અને કુલ ઊર્જા સિવાયની બધી રાશિઓ બદલાય છે.

8.9 (b), (c) અને (d)

8.10 અને **8.11** આ બે પ્રશ્નો માટે અર્ધગોળામાંથી ગોળો પૂર્ણ કરો. P અને C, બંને આગળ સ્થિતિમાન અચળ છે અને તેથી તીવ્રતા = 0. આથી અર્ધ ગોળા માટે (c) અને (e) સત્ય છે.



8.12 2.6×10^8 m

8.13 2.0×10^{30} kg

8.14 1.43×10^{12} m

8.15 28 N

8.16 125 N

8.17 પૃથ્વીના કેન્દ્રથી 8.0×10^6 m

8.18 31.7 km/s

8.19 5.9×10^9 J

8.20 2.6×10^6 m/s

8.21 0, 2.7×10^{-8} J/kg; મધ્યબિંદુએ મૂકેલ પદાર્થ અસ્થાયી સંતુલનમાં છે.

8.22 -9.4×10^6 J/kg

8.23 $G M / R^2 = 2.3 \times 10^{12}$ m s^{-2}, $\omega^2 R = 1.1 \times 10^6$ m s^{-2}; અહીં ω એ પરિભ્રમણની કોણીય ઝડપ છે. આમ તારાની ભ્રમણ કરતી નિર્દેશ ફ્રેમમાં તેના વિષુવવૃત્ત પર અંદર તરફનું બળ બહાર તરફના કેન્દ્રત્યાગી બળ કરતાં ઘણું મોટું છે. પદાર્થ તેને વળગીને રહેશે (અને કેન્દ્રત્યાગી બળને લીધે દૂર ભાગી નહિ જાય.) નોંધો કે જો ભ્રમણની કોણીય ઝડપ 2000 ગણી મોટી કરવામાં આવે તો પદાર્થ તેને છોડીને ભાગી જશે.

8.24 3×10^{11} J

8.25 495 km