उत्तर

अध्याय 2

2.1 (b)

2.2 (b)

2.3 (c)

2.4 (d)

2.5 (a)

2.6 (c)

2.7 (a)

2.8 (d)

2.9 (a)

2.10 (a)

2.11 (c)

2.12 (d)

2.13 (b), (c)

2.14 (a), (e)

2.15 (b), (d)

2.16 (a), (b), (d)

2.17 (a), (b)

2.18 (b), (d)

2.19 क्योंकि, पिंडों के एक ही राशि से संबंधित आमाप के परिणामों की कोटि में महत्वपूर्ण अंतर होता है। उदाहरणार्थ, अंतरापरमाणुक दूरियाँ एंगस्ट्रॉम की कोटि की होती हैं। अंतर-नगरीय दूरियाँ km की कोटि की होती हैं तथा अंतर-तारक दूरियाँ प्रकाशवर्ष की कोटि की होती हैं।

© NCERT not to be republished

2.20 10^{15}

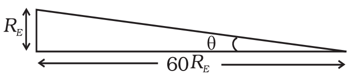
2.21 द्रव्यमान स्पेक्ट्रोग्राफ

2.22 $1\ u = 1.67 \times 10^{-27}\ kg$

2.23 क्योंकि $f(\theta)$ कोण θ की विभिन्न घातों का योग है। यह अनिवार्यत: विमाविहीन होगा।

2.24 क्योंकि यांत्रिकी की अन्य सभी राशियाँ लंबाई, द्रव्यमान एवं समय के पदों में इनके साथ सरल संबंधों के रूप में व्यक्त की जा सकती हैं।

2.25 (a) $\theta = \dfrac{R_g}{60R_E} = \dfrac{1}{60}$ रेडियन $\simeq 1^o$



$\therefore$ चंद्रमा से देखने पर पृथ्वी का व्यास लगभग 2° है।

(b) पृथ्वी-चंद्रमा के बीच की दूरी पर चंद्रमा का व्यास (1/2)° और पृथ्वी का व्यास 2° दिखाई पड़ता है। अत: पृथ्वी का व्यास चंद्रमा के व्यास का 4 गुना है।

$$\frac{D_{\text{पृथ्वी}}}{D_{\text{चंद्रमा}}} = 4$$

(c) $\dfrac{r_{\text{सूर्य}}}{r_{\text{चंद्रमा}}} = 400$

(यहाँ r दूरी तथा D व्यास निरुपित करता है)

पृथ्वी से देखने पर चंद्रमा और सूर्य दोनों के कोणीय व्यास बराबर दिखाई पड़ते हैं।

$$\therefore \frac{D_{\text{सूर्य}}}{r_{\text{सूर्य}}} = \frac{D_{\text{चंद्रमा}}}{r_{\text{चंद्रमा}}}$$

$$\therefore \frac{D_{\text{सूर्य}}}{D_{\text{चंद्रमा}}} = 400$$

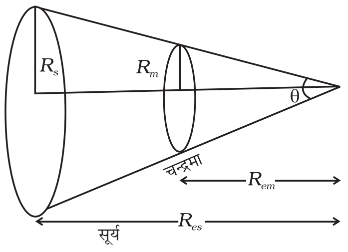
परंतु $\dfrac{D_{\text{पृथ्वी}}}{D_{\text{चंद्रमा}}} = 4 \quad \therefore \dfrac{D_{\text{सूर्य}}}{D_{\text{पृथ्वी}}} = 100$

2.26 परमाणु घड़ी सर्वाधिक परिशुद्ध समय मापक युक्ति है क्योंकि परमाणुओं के दोलन 10^{13} s में 1 s की परिशुद्धता से दोहराए जाते हैं।

© NCERT not to be republished

2.27 3×10^{16} s

2.28 0.01 mm



2.29 $\theta = \left(\pi R_s^2 / R_{es}^2\right)\left(\pi R_m^2 / R_{em}^2\right)$

$$\Rightarrow \frac{R_s}{R_m} = \frac{R_{es}}{R_{em}}$$

2.30 10^5 kg

2.31 (a) कोण अथवा घन कोण

(b) आपेक्षिक घनत्व आदि

(c) प्लाँक नियतांक, सार्वत्रिक गुरुत्वीय नियतांक आदि

(d) रेनॉल्ड संख्या

2.32 $\theta = \frac{l}{r} \Rightarrow l = r\theta \Rightarrow l = 31 \times \frac{3.14}{6} \text{cm} = 16.3 \text{cm}$

2.33 4×10^{-2} स्टेरेडियन

2.34 ω का विमीय सूत्र = T^{-1} k का विमीय सूत्र = L^{-1}

2.35 (a) परिशुद्धता उपकरण के अल्पतमांक द्वारा निर्धारित होती है।

20 दोलनों के लिए परिशुद्धता = 0.1 s

1 दोलन के लिए परिशुद्धता = 0.005 s.

(b) औसत समय, $t = \frac{39.6 + 39.9 + 39.5}{3} \text{s} = 39.6\,s$

आवर्त $= \frac{39.6}{20} = 1.98\,s$

अधिकतम प्रेक्षित त्रुटि = (1.995 – 1.980) = 0.015s

2.36 क्योंकि ऊर्जा का विमीय सूत्र ML^2T^{-2} है, 1J नए मात्रक में $\gamma^2/\alpha\beta^2$ J हो जाएगा। अत: 5 J नये मात्रक में $5\gamma^2/\alpha\beta^2$ हो जाएगा।

2.37 दिए गए व्यंजक का विमायुक्त अंश $\frac{\rho r^4}{\eta l}$ है। अत: दाहिने पक्ष की विमाएँ

$\frac{(ML^{-1}T^{-2})(L^4)}{(ML^{-1}T^{-1})(L)} = \frac{L^3}{T}$ प्राप्त होती हैं, जो आयतन को समय से भाग देने पर प्राप्त राशि को निरुपित करती हैं। अत: सूत्र विमीय दृष्टि से सही है।

© NCERT not to be republished

2.38 X में भिन्नात्मक त्रुटि है–

$$\frac{dX}{X} = \frac{2da}{a} + \frac{3db}{b} + \frac{2.5dc}{c} + \frac{2d(d)}{d} = 0.235 \simeq 0.24$$

क्योंकि त्रुटि प्रथम दशमलव स्थान पर है। परिणाम को पूर्णांकित करके 2.8 लिखा जाना चाहिए।

2.39 क्योंकि E;s l और G के विमीय सूत्र क्रमशः नीचे दिए अनुसार हैं–

$E \rightarrow [ML^2T^{?2}]$

$l \rightarrow ML^2T^{-1}$

$G \rightarrow L^3M^{-1}T^{-2}$

अतः $P = E\, l^2\, m^{-5}\, G^{-2}$ की विमाएँ होंगी:

$$[P] = \frac{[ML^2T^{-2}][M^2L^4T^{-2}][M^2T^4]}{[M^5][L^6]}$$

$= M^0\, L^0\, T^0$

अतः, P विमाहीन राशि है।

2.40 नए मात्रकों में M, L, T, क्रमशः नीचे दिए अनुसार होंगे,

$$M \rightarrow \sqrt{\frac{ch}{G}},\ L \rightarrow \sqrt{\frac{hG}{c^3}},\ T \rightarrow \sqrt{\frac{hG}{c^5}}$$

2.41 दिया है: $T^2\ \alpha\ r^3 \quad \Rightarrow T\ \alpha\ r^{3/2}$। T गुरुत्व के कारण त्वरण g तथा R का फलन भी है $\Rightarrow T\ \alpha\ g^x\, R^y$

$\therefore [L^o M^o T^1] = [L^{3/2} M^o T^o][L^1 M^o T^{-2}]^x [L^1 M^o T^o]^y$

L के लिए $0 = \frac{3}{2} + x + y$

T के लिए $1 = 0 - 2x \Rightarrow x = -\frac{1}{2}$

इसलिए $0 = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} + y \Rightarrow y = -1$

अतः $T = k\, r^{3/2} g^{-1/2} R^{-1} = \frac{k}{R}\sqrt{\frac{r^3}{g}}$

2.42 (a) क्योंकि ओलीक अम्ल अल्कोहल में घुल जाता है परंतु जल में नहीं घुलता।

(b) जब लाइकोपोडियम पाउडर को जल के ऊपर छिड़का जाता है तो यह उसके

© NCERT not to be republished

संपूर्ण पृष्ठ पर फैल जाता है। जब तैयार विलयन की एक बूँद जल के पृष्ठ पर डाली जाती है तो ओलीक अम्ल जल में नहीं घुलता, यह जल के पृष्ठ पर लाइकोपोडियम पाउडर को परे हटाता हुआ जहाँ बूँदें गिरती हैं उसके चारों ओर एक वृत्त क्षेत्र में फैल जाता है। इससे हम सरलता से उस क्षेत्र का क्षेत्रफल माप सकते हैं जिसमें ओलीक अम्ल फैलता है।

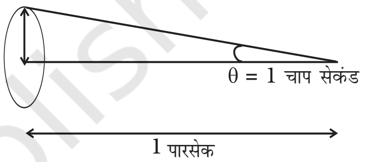
(c) $\frac{1}{20}\text{mL}\times\frac{1}{20}=\frac{1}{400}\text{mL}$

(d) ब्यूटेन और मापक जार का उपयोग करके तथा बूँदों की परिकलित संख्या का आयतन मापकर।

(e) यदि विलयन की n बूँदों का आयतन 1 mL हो तो इसकी एक बूँद में ओलीक अमल का आयतन (1/400n) mL होगा।

2.43 (a) पारसेक की परिभाषा के अनुसार

$\therefore$ 1 पारसेक $=\left(\frac{1\text{A.U.}}{1\text{चाप सेकंड}}\right)$



1 डिग्री = 3600 चाप सेकंड

$\therefore$ 1 चाप सेकंड $=\frac{\pi}{3600\times180}$ रेडियन

$\therefore$ 1 पारसेक $=\frac{3600\times180}{\pi}$ A.U. = 206265 A.U. $\approx 2\times10^5$ A.U.

(b) 1 A.U. दूरी पर सूर्य का व्यास 1/2° है।

इसलिए 1 पारसेक पर तारे का व्यास है $\frac{1/2}{2\times10^5}$ डिग्री = 15×10^{-5} आवर्धन 100 होने पर यह 5×10^{-3} चाप मिनट दिखाई देनी चाहिए। परंतु, वायुमंडलीय उच्चावचन के कारण यह 1 चाप-मिनट ही दिखाई देगी। टेलिस्कोप का उपयोग करने से इसको आवर्धित नहीं किया जा सकता है।

(c) $\frac{D_{\text{मंगल}}}{D_{\text{पृथ्वी}}}=\frac{1}{2}$ $\frac{D_{\text{पृथ्वी}}}{D_{\text{सूर्य}}}=\frac{1}{400}$ [उत्तर 2.25 (c)] से

$\therefore \frac{D_{\text{मंगल}}}{D_{\text{सूर्य}}}=\frac{1}{800}$

A.U. पर सूर्य का कोणीय व्यास 1/2 डिग्री दिखाई पड़ता है और मंगल का 1/1600 डिग्री। 1/2 A.U. पर मंगल का कोणीय व्यास 1/800 डिग्री दिखाई देगा। 100 गुना आवर्धन पर मंगल का व्यास 1/8 डिग्री $=\frac{60}{8}=7.5$ चाप सेकंड दिखाई देता।

© NCERT not to be republished

यह वायुमंडलीय उच्चावचन के कारण भेदनीय सीमा से अधिक है अतः मंगल टेलिस्कोप से देखने पर आवर्धित नजर आता है।

2.44 (a) चूँकि 1 u = 1.67×10^{-27} kg;s इसके समतुल्य ऊर्जा है। 1.67×10^{-27} c^2 J eV और फिर MeV में परिवर्तित करने पर 1 u ≡ 931.5 MeV.

(b) $1 \text{ u} \times c^2 = 931.5$ MeV.

अध्याय 3

3.1 (b)

3.2 (a)

3.3 (b)

3.4 (c)

3.5 (b)

3.6 (c)

3.7 (a), (c), (d)

3.8 (a), (c), (e)

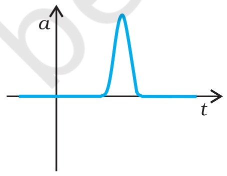
3.9 (a), (d)

3.10 (a), (c)

3.11 (b), (c), (d)

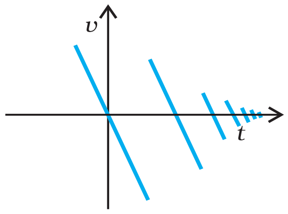
3.12 (a) (iii), (b) (ii), (c) iv, (d) (i)

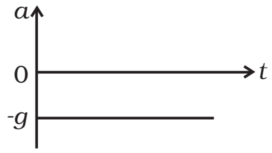
3.13



3.14 (i) $x(t) = t - \sin t$

(ii) $x(t) = \sin t$





© NCERT not to be republished

3.15 $x(t) = A + Be^{-\gamma t}$, $A > B$, $\gamma > 0$ उपयुक्त रूप से चुने गए धनात्मक नियतांक हैं।

3.16 $v = g/b$

3.17 गेंद को ऊँचाई से छोड़ने पर यह गुरुत्व के प्रभाव में नीचे आती है। उस अल्पकाल के अतिरिक्त जब यह भूतल से संघट्ट करती है इसका त्वरण $-g$ होता है। संघट्ट के समय इस पर आवेगकारी बल कार्य करता है और बहुत अधिक त्वरण उत्पन्न होता है।

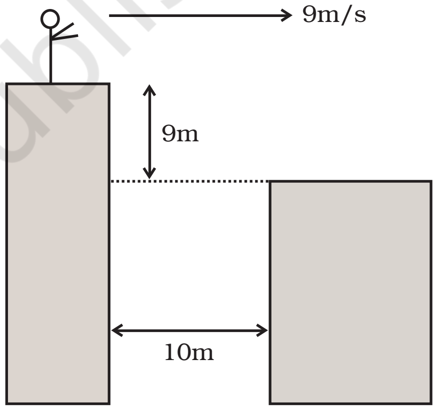
3.18 (a) $x = 0$, v x_o

3.19 कारों की सापेक्षिक चाल = 45km/h, उनके मिलने के लिए आवश्यक समय

$$= \frac{36\,\text{km}}{45\,\text{km/h}} = 0.80\text{h}$$

अत: पक्षी द्वारा तय की गई कुल दूरी = 36 km/h × 0.8h = 28.8 km

3.20 माना कि 9 m गिरने में t समय लगता है।



अत: $y - y_o = v_{oy} - \frac{gt^2}{2}$

चूँकि $v_{oy} = 0$

$$t = \sqrt{\frac{2(y - y_o)}{g}} \rightarrow \sqrt{\frac{2 \times 9\,\text{m}}{10\,\text{m/s}^2}} = \sqrt{1.8} \approx 1.34\ \text{s}$$

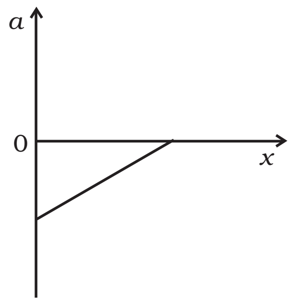
इस समयावधि में क्षैतिजत: चलित दूरी–

$x - x_o = v_{ox} t = 9\ \text{ms}^{-1} \times 1.34\text{s} = 12.06\ \text{m}$

जी हाँ, वह धरती पर गिरेगा।

3.21 दोनों ही स्वतंत्रतापूर्वक गिरते हैं, अत: एक के सापेक्ष दूसरे का त्वरण शून्य होता है। इसलिए सापेक्षिक चाल अचर (=40 ms^{-1}) रहती है।

3.22 $v = (-v_o/x_o)\,x + v_o$, $a = (v_o/x_o)^2\,x - v_o^2/x_o$



x के साथ a में होने वाले परिवर्तन को आकृति में दर्शाया गया है। यह एक ऋणात्मक अंत:खंड तथा धनात्मक प्रवणता की ऋजुरेखा है।

3.23 (a) $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 1000} = 141\,\text{ms}^{-1} = 510\,\text{km/h}^{-1}$

(b) $m = \frac{4\pi}{3} r^3 \rho = \frac{4\pi}{3}(2 \times 10^{-3})^3 (10^3) = 3.4 \times 10^{-5}\,\text{kg}$

$P = mv \approx 4.7 \times 10^{-3}\,\text{kg ms}^{-1} \approx 5 \times 10^{-3}\,\text{kg ms}^{-1}$

© NCERT not to be republished

(c) व्यास $\approx 4\text{mm}$

$\Delta t \approx d / v = 28\mu\text{s} \approx 30\mu\text{s}$

(d) $F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t} = \dfrac{4.7 \times 10^{-3}}{28 \times 10^{-6}} \approx 168\text{N} \approx 1.7 \times 10^{2}\text{N}$

(e) अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $= \pi d^2 / 4 \approx 0.8\text{m}^2$

औसत पृथकन 5 cm, हो तो उन बूँदों की संख्या जो लगभग एक साथ गिरते हैं–

$$\frac{0.8\text{m}^2}{(5 \times 10^{-2})^2} \approx 320$$

कुल बल $\approx$ 54000 N (बूँदों का वेग व्यवहारत: वायु के स्पंदन के कारण कम होता जाता है)।

3.24 जब कार ट्रक के पीछे है–

ट्रक का वेग ह्रास $= \dfrac{20}{5} = 4\text{ms}^{-2}$

कार का वेग ह्रास $\dfrac{20}{3} = m\text{s}^{-2}$

माना कि जिस क्षण ब्रेक लगाए जाते हैं ट्रक कार से x दूरी पर है।

$t > 0.5$ s पर ट्रक की A से दूरी $x + 20t - 2t^2$ है।

A से कार की दूरी है $10 + 20(t - 0.5) - \dfrac{10}{3}(t - 0.5)^2$.

यदि दोनों वाहन मिल जाते हैं तो

$$x + 20t - 2t^2 = 10 + 20t - 10 - \frac{10}{3}t^2 + \frac{10}{3}t - 0.25 \times \frac{10}{3}.$$

$$x = -\frac{4}{3}t^2 + \frac{10}{3}t - \frac{5}{6}.$$

ज्ञात करने के लिए x_{min},

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{8}{3}t + \frac{10}{3} = 0$$

$$t_{min} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}\text{s}.$$

इसलिए, $x_{min} = -\dfrac{4}{3}\left(\dfrac{5}{4}\right)^2 + \dfrac{10}{3} \times \dfrac{5}{4} - \dfrac{5}{6} = \dfrac{5}{4}$.

अत:, $x > 1.25\text{m}$

दूसरी विधि – इस विधि में व्यकलन के उपयोग की आवश्यकता नहीं होती।
यदि कार ट्रक के पीछे है।
और क्योंकि कार केवल 0.5 s के पश्चात् त्वरित होकर प्रारंभ करती है। $t > 0.5$ s के

© NCERT not to be republished

लिए $V_{कार} = 20 - (20/3)(t - 0.5)$

$V_{ट्रक} = 20 - 4t$

दोनों वेगों को बारबार लिखकर अथवा वेग-समय ग्राफ द्वारा t का मान ज्ञात कीजिए, तो प्राप्त होगा $t = 5/4$ s

$S_{ट्रक} = 20(5/4) - (1/2)(4)(5/4)^2 = 21.875\text{m}$

अतः $S_{car} - S_{truck} = 1.25\text{m}$

यदि प्रारंभ में कार यह दूरी बनाए रखती है तो 1.25 s के पश्चात् इसकी चाल ट्रक से हमेशा कम होगी और इनके बीच कभी भी संघट्ट नहीं होगा।

3.25 (a) (3/2)s (b) (9/4)s (c) 0,3 s (d) 6 चक्र

3.26 $v_1 = 20\ \text{ms}^{-1}$, $v_2 = 10\text{ms}^{-1}$, काल-अंतर = 1s

अध्याय 4

4.1 (b)

4.2 (d)

4.3 (b)

4.4 (b)

4.5 (c)

4.6 (b)

4.7 (d)

4.8 (c)

4.9 (c)

4.10 (b)

4.11 (a), (b)

4.12 (c)

4.13 (a), (c)

4.14 (a), (b), (c)

4.15 (b), (d)

4.16 **RO** दिशा में $\dfrac{v^2}{R}$

© NCERT not to be republished

4.17 विद्यार्थी अपने शिक्षकों के साथ चर्चा करें और उत्तर प्राप्त करें।

4.18 (a) भूतल से टकराने से ठीक पहले।

(b) अपनी गति के उच्चतम बिंदु पर।

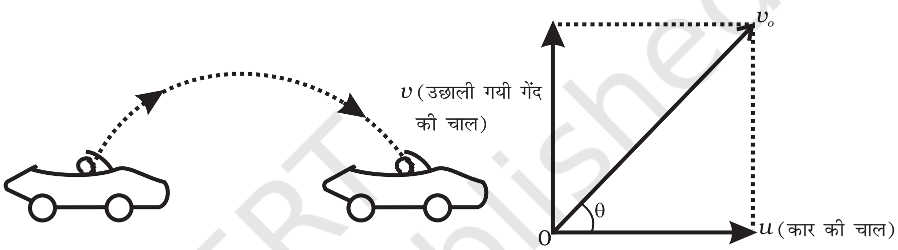
(c) $a = g =$ नियतांक।

4.19 त्वरण $-g$

वेग – शून्य

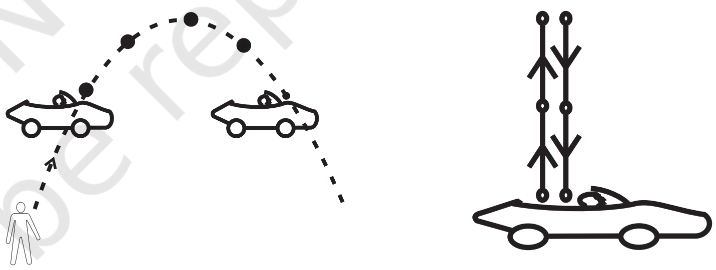
4.20 चूँकि **B** × **C** उस तल के लंबवत् है जिसमें **B** एवं **C** स्थित हैं। **B** × **C** के साथ किसी सदिश का वज्रीय गुणनफल **B** एवं **C** के तल में होगा।

4.21



भूमि पर स्थित प्रेक्षक के लिए गेंद v_0 चाल और क्षैतिज से θ कोण पर प्रक्षिप्त प्रक्षेप्य है। जैसा ऊपर आकृति में दर्शाया गया है।

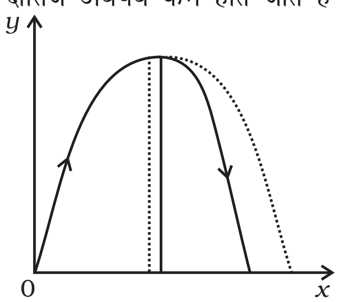
4.22



(a) (b)

क्योंकि कार की चाल प्रक्षेप्य की क्षैतिज चाल के बराबर है। कार में बैठा हुआ लड़का केवल गति के ऊर्ध्वधर अवयव को देखेगा। जैसा कि आकृति (b) में दर्शाया गया है।

4.23 वायु प्रतिरोध के कारण कण की ऊर्जा तथा वेग का क्षैतिज अवयव कम होते जाते हैं जिससे ऊपर जाने के समय के ग्राफ की तुलना में नीचे आने के समय के ग्राफ की प्रवणता अधिक हो जाती है। जैसा कि आकृति में दर्शाया गया है।



4.24 $R = v_o\sqrt{\frac{2H}{g}}, \phi = \tan^{-1}\left(\frac{H}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1}{v_o}\sqrt{\frac{gH}{2}}\right) = 23°12'$

4.25 त्वरण $\frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$

4.26 (i) का मेल मिलता है (d) से

(ii) का मेल मिलता है (c) से

(iii) का मेल मिलता है (a) से

(iv) का मेल मिलता है (b) से

4.27 (i) का मेल मिलता है (b) से

(ii) का मेल मिलता है (a) से

(iii) का मेल मिलता है (d) से

(iv) का मेल मिलता है (c) से

4.28 (i) का मेल मिलता है (d) से

(ii) का मेल मिलता है (c) से

(iii) का मेल मिलता है (a) से

(iv) का मेल मिलता है (b) से

4.29 पहाड़ी को पार करने के लिए आवश्यक न्यूनतम ऊर्ध्वधर वेग

$v_\perp^2 \geq 2gh = 10,000$

$v_1 > 100$ m/s

क्योंकि तोप से 125 m s^{-1} की चाल से पैकेट प्रक्षिप्त किए जा सकते हैं इसलिए क्षैतिज वेग का अधिकतम मान, v_1 होगा:

$v_1 = \sqrt{125 - 100^2} = 75 \text{ms}^{-1}$

पहाड़ी के शिखर तक, $v_\perp$ वेग से पहुँचने में लगा समय ज्ञात करने के लिए हम लिख सकते हैं:

$\frac{1}{2}gT^2 = h \Rightarrow T = 10\,\text{s}$

10s में चलित क्षैतिज दूरी = 750 m.

इसलिए तोप को भूमि पर 50 m स्थानांतरित करना पड़ेगा।

अत: पैकेट को पहाड़ी को पार करके पृथ्वी तक पहुँचने में लगा कुल (अल्पतम)

समय $= \frac{50}{2}\text{s} + 10\text{s} + 10\text{s} = 45$ s

4.31 (i) $L = \frac{2v_o^2 \sin\beta\cos(\alpha+\beta)}{g\cos^2\alpha}$

© NCERT not to be republished

(ii) $T = \dfrac{2v_o \sin\beta}{g\cos\alpha}$

(iii) $\beta = \dfrac{\pi}{4} - \dfrac{\alpha}{2}$

4.32 $\dfrac{Av_0^2}{g}\sin\theta$

4.33 $\mathbf{V}_r = 5\hat{\mathbf{i}} - 5\hat{\mathbf{j}}$

4.34 (i) उत्तर दिशा से 37° पर $5ms^{-1}$

(ii) (a) उत्तर दिशा से $\tan^{-1}(3/\sqrt{7})$ कोण पर (b) $\sqrt{7}\,m/s^{-1}$

(iii) प्रश्न (i) की स्थिति में वह सबसे कम अवधि में विपरीत तट पर पहुँचेगा।

4.35 (i) $\tan^{-1}\left(\dfrac{v_o \sin\theta}{v_o \cos\theta + u}\right)$

(ii) $\dfrac{2v_o \sin\theta}{g}$

(iii) $R = \dfrac{2v_o \sin\theta\,(v_o \cos\theta + u)}{g}$

(iv) $\theta_{max} = cos^{-1}\left[\dfrac{-u + \sqrt{u^2 + 8v_o^2}}{4v_o}\right]$

(v) $u = v_o$ के लिए $\theta_{max} = 60^o$

$u = 0$ के लिए $\theta_{max} = 45^o$

$u < v_o$

$\therefore\ \theta_{max} \approx cos^{-1}\left(\dfrac{1}{\sqrt{2}} - \dfrac{u}{4v_o}\right) = \pi/4$ (यदि $u \ll v_o$)

$u > v_o \quad \theta_{max} \approx cos^{-1}\left[\dfrac{v_o}{u}\right] = \pi/2 \quad (v_o \ll u)$

(vi) $\theta_{max} \gtrsim 45°$.

4.36 $\mathbf{V} = \omega\,\hat{\mathbf{r}} + \omega\theta$● तथा $\mathbf{a} = \left(\dfrac{d^2\theta}{dt^2} - \omega^2\theta\right)\hat{\mathbf{r}} + \left(\theta\dfrac{d^2\theta}{dt^2} + 2\omega^2\right)$

4.37 रेत से होकर गुजरने वाले सरल रेखीय पथ APQC पर विचार कीजिये–

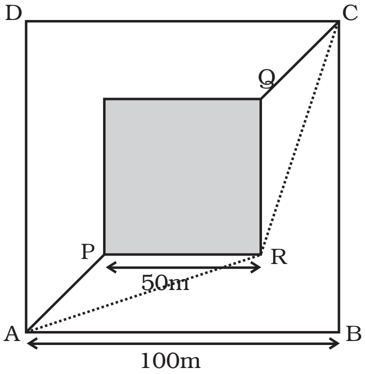
इस पथ पर A से C तक जाने में लगा समय–

© NCERT not to be republished

$= T_{रेत} = \frac{AP+QC}{1} + \frac{PQ}{\upsilon}$

$= \frac{25\sqrt{2}+25\sqrt{2}}{1} + \frac{50\sqrt{2}}{\upsilon}$

$= 50\sqrt{2}\left[\frac{1}{\upsilon}+1\right]$



रेत से होकर लघुतम पथ ARC होगा। इस पथ से होकर A से C तक जाने में लगा समय

$= T_{बाह्य} = \frac{AR+RC}{1}s$

$= 2\sqrt{75^2+25^2}$

$= 2\times25\sqrt{10}\,s$

$T_{रेत} < T_{बाह्य}$ के लिये $50\sqrt{2}\left[\frac{1}{\upsilon}+1\right] < 2\times25\sqrt{10}$

$= \frac{1}{\upsilon}+1<\sqrt{5}$

$= \frac{1}{\upsilon}<\sqrt{5}-1$ या $\upsilon > \frac{1}{\sqrt{5}-1} \approx 0.81\,ms^{-1}$

अध्याय 5

5.1 (c)

5.2 (b)

5.3 (c)

5.4 (c)

5.5 (d)

5.6 (c)

5.7 (a)

5.8 (b)

5.9 (b)

5.10 (a), (b) एवं (d)

5.11 (a), (b), (d) एवं (c)

5.12 (b) एवं (d)

© NCERT not to be republished

5.13 (b), (c)

5.14 (c), (d)

5.15 (a), (c)

5.16 जी, हाँ, संवेग संरक्षण नियम के कारण।

प्रारंभिक संवेग = 50.5×5 kg m s^{-1}

अंतिम संवेग = $(50\,v + 0.5 \times 15)$ kg m s^{-1}

$v = 4.9$ m s^{-1}, चाल में परिवर्तन = 0.1 m s^{-1}

5.17 माना कि पैमाने पर पाठ्यांक R न्यूटन है,

प्रभावी अधोदिश त्वरण $= \dfrac{50g - R}{50} = g$

$R = 5g = 50$N. (तुला 5 kg भार दर्शाएगी)

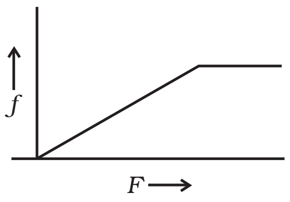
5.18 शून्य; $-\dfrac{3}{2}$ kg m s^{-1}

5.19 यदि उसने सीट बेल्ट नहीं बाँधी हुई हैं तो उसके ऊपर लगने वाला एक मात्र अवमंदक बल सीट द्वारा लगने वाला घर्षण बल है। जब वाहन अचानक रोक दिया जाता है तो यह बल उसके आगे की ओर गति को रोकने के लिए पर्याप्त नहीं होता।

5.20 $\mathbf{p} = 8\hat{\mathbf{i}} + 8\hat{\mathbf{j}}$, $\mathbf{F} = (4\hat{\mathbf{i}} + 8\hat{\mathbf{j}})$N

5.21 जब तक गुटका स्थिर रहता है $f = F$

इस बिंदु से आगे f का मान बढ़ाने पर जब गुटका गति करने लगता है तो F का मान अचर हो जाता है।



5.22 माल ले जाते समय ट्रक जैसे वाहन को अचानक रोकने की आवश्यकता हो सकती है। जब कोई भंगुर द्रव्य, जैसे कि पोर्सेलेन से बनी हुई कोई चलती हुई वस्तु अचानक ठहराई जाती है तो इस पर विशाल बल लगाना पड़ता है जिसके कारण यह टूट सकती है। यदि इसको भूसे आदि से लपेटा हो तो भूसे के कोमल होने के कारण वस्तु रुकने से पहले कुछ दूरी चल सकती है। इसके लिए कम बल की आवश्यकता होती है और इस प्रकार वस्तु के टूटने की संभावना कम हो जाती है।

5.23 जब बच्चा सीमेंट के फर्श पर गिरता है तो उसका शरीर एकदम विराम की अवस्था में लाया जाता है। मिट्टी थोड़ी दब जाती है और इसलिए विराम में आने से पहले उसका शरीर कुछ दूरी चल पाता है जिसमें कुछ समय लगता है। इसका अर्थ है कि मिट्टी के फर्श पर गिरने की घटना में क्योंकि संवेग परिवर्तन का काल अधिक हो जाता है इसलिए बच्चे को विराम में लाने के लिए उस पर लगने वाले बल का परिमाण कम हो जाता है।

5.24 (a) 12.5 N s (b) 18.75 kg m s^{-1}

5.25 घर्षण बल है: $f = \mu R = \mu\, mg \cos\theta$, जहाँ ढालू तल द्वारा क्षैतिज से बना कोण है।

© NCERT not to be republished

यदि θ का मान कम है तो घर्षण बल अधिक होता है और पिंड के फिसलने की संभावना कम होती है। सीधी खड़ी सड़क का ढ़ाल अधिक होगा।

5.26 AB, क्योंकि ऊपरी धागे पर लगा बल पिंड के भार तथा लगाए गए बल के योग के बराबर होगा।

5.27 यदि बहुत अधिक बल झटके से लगाया जाएगा तो धागा CD टूटेगा, क्योंकि, CD को झटका दिये जाने पर बल तुरंत AB को संचरित नहीं होगा (बल संचरण पिंड के प्रत्यास्थता संबंधी गुणों पर निर्भर करता है)। इसलिए द्रव्यमान के गति में आने से पहले ही CD टूट जाता है।

5.28 $T_1 = 94.4$ N, $T_2 = 35.4$ N

5.29 W = 50 N

5.30 यदि F पुस्तक पर ऊँगली द्वारा लगा बल है तो $F = N$, दीवार का पुस्तक पर लगने वाला अभिलंबवत् प्रतिक्रिया बल है। ऊपर की ओर जिस न्यूनतम घर्षण बल के लगने से यह सुनिश्चित हो जाता है कि पुस्तक नीचे नहीं गिरेगी वह है Mg। घर्षण बल = μN। अत: F का न्यूनतम मान है $F = \dfrac{Mg}{\mu}$.

5.31 0.4 m s^{-1}

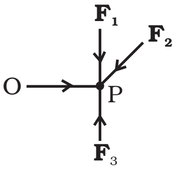
5.32 $x = t,\ \ y = t^2$

$a_x = 0,\ \ a_y = 2\,\text{ms}^{-1}$

F = 0.5×2 = 1N. y-अक्ष के अनुदिश

5.33 $t = \dfrac{2V}{g+a} = \dfrac{2\times 20}{10+2} = \dfrac{40}{12} = \dfrac{10}{3} = 3.33$ s.

5.34 (a) क्योंकि गतिमान पिंड में कोई त्वरण नहीं है अत: बलों का सदिश योग शून्य है– $\mathbf{F_1} + \mathbf{F_2} + \mathbf{F_3} = 0$। माना $\mathbf{F_1}, \mathbf{F_2}, \mathbf{F_3}$ एक ही बिंदु पर लगने वाले तीन बल हैं। माना $\mathbf{F_1}$ एवं $\mathbf{F_2}$ समतल A में है (आप दो प्रतिच्छेदी रेखाओं में से गुजरने वाला एक समतल तो बना ही सकते हैं कि ये दोनों रेखाएँ जिसमें अवस्थित हों)। तब $\mathbf{F_1} + \mathbf{F_2}$ समतल A में ही होगा। चूँकि $\mathbf{F_3} = -(\mathbf{F_1} + \mathbf{F_2})$, $\mathbf{F_3}$ भी समतल A में ही है।



(b) P के चारों ओर बलों के आघूर्ण पर विचार कीजिए। क्योंकि सभी बल P से गुजरते हैं, कुल बल–आघूर्ण शून्य है। अब किसी अन्य बिन्दु O के परित: बल–आघूर्ण पर विचार कीजिए। O के परित: बल आघूर्ण।

$\text{T} = \mathbf{OP} \times (\mathbf{F_1} + \mathbf{F_2} + \mathbf{F_3})$

चूँकि $\mathbf{F_1} + \mathbf{F_2} + \mathbf{F_3} = 0$, T = 0

© NCERT not to be republished

5.35 सर्वसामान्य प्रकरण पर विचार करें तो

$$s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t = \sqrt{2s/a}$$

जल तल चिकना है

तो त्वरण $a = g\sin\theta = g/\sqrt{2}$

$$t_1 \quad \sqrt{2\sqrt{2}s/g}$$

जब तल खुरदरा है

तो त्वरण $a = g\sin\theta - \mu g\cos\theta$

$$= (1-\mu)\,g/\sqrt{2}$$

$$\therefore t_2 = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}s}{(1-\mu)g}} = pt_1 = p\sqrt{\frac{2\sqrt{2}s}{g}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1-\mu} = p^2 \Rightarrow \mu = 1 - \frac{1}{p^2}$$

5.36 $v_x \quad 2t \qquad 0 \quad t \quad 1$ $\qquad v_y = t \qquad 0 < t < 1\text{s}$

$2(2 \quad t) \qquad 1 \quad t \quad 2$ $\qquad = 1\ 1 < t$

$= 0 \qquad 2 < t$

$F_x = 2; \ 0 < t < 1$ $\qquad F_y = 1 \qquad 0 < t < 1\text{s}$

$= -2; \quad 1\text{s} < t < 2\text{s}$ $\qquad = 0 \qquad 1\text{s} < t$

$= 0\,; \quad 2\text{s} < t$

$\mathbf{F} = 2\hat{\mathbf{i}} + \hat{\mathbf{j}} \qquad 0 < t < 1\text{s}$

$= -2\hat{\mathbf{i}} \qquad 1\text{s} < t < 2\text{s}$

$= 0 \qquad 2\text{s} < t$

5.37 DEF के लिए

$$m\frac{v^2}{R} = m\,g\mu$$

$$v_{max} \quad \sqrt{g \quad R} \quad \sqrt{100} \quad 10\,\text{m s}^{\ 1}$$

ABC के लिए

$$\frac{v^2}{2R} \quad g \ , v \quad \sqrt{200} \quad 14.14\,\text{m s}^{\ 1}$$

DEF के लिए समय $= \frac{\pi}{2} \times \frac{100}{10} = 5\pi\text{s}$

ABC के लिए समय $= \frac{3\pi}{2}\ \frac{200}{14.14} = \frac{300\pi}{14.14}\text{s}$

FA एवं DC के लिए समय $= 2 \times \frac{100}{50} = 4\text{s}$

© NCERT not to be republished

कुल समय = $5\pi + \frac{300\pi}{14.14} + 4 = 86.3\text{s}$

5.38 $\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{v} = -\hat{\mathbf{i}}\,\omega A \sin\omega t + \hat{\mathbf{j}}\,\omega B \cos\omega t$

$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \mathbf{a} = -\omega^2\mathbf{r};\ \mathbf{F} = -m\omega^2\mathbf{r}$

$x = A\cos\omega t,\ y = B\sin\omega t \Rightarrow \frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$

5.39 (a) $\frac{1}{2}\upsilon_z^{\,2} = gH$ के लिये $\upsilon_z = \sqrt{2gH}$

भूमि के निकट चाल = $\sqrt{\upsilon_s^{\,2} + \upsilon_z^{\,2}} = \sqrt{\upsilon_s^{\,2} + 2gH}$

(b) के लिए भी $\left[\frac{1}{2}m\upsilon_s^{\,2} + mgH\right]$ उस समय गेंद की कुल ऊर्जा है जब यह भूमि से टकराती है।

अत: (a) एवं (b) दोनों के लिए चाल बराबर होगी।

5.40 $F_2 = \frac{F_3 + F_4}{\sqrt{2}} = \frac{2+1}{\sqrt{2}} = \frac{3}{\sqrt{2}}\ \text{N}$

$F_1 + \frac{F_3}{\sqrt{2}} = \frac{F_4}{\sqrt{2}}$

$F_1 = \frac{F_4 - F_3}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\ \text{N}$

5.41 (a) $\theta = \tan^{-1}\mu$

(b) $mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha$

(c) $mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

(d) $mg\ (\sin\theta + \mu\cos\theta) + ma.$

5.42 (a) F - (500 ×10) = (500 × 15) अथवा F = 12.5 × 10³ N, जहाँ F फर्श का ऊपर की ओर अभिक्रिया बल है तथा यह न्यूटन के गति के तृतीय नियम के अनुसार फर्श पर नीचे की ओर लगने वाले बल के बराबर है।

(b) R - (2500 × 10) = (2500 × 15) अथवा R = 6.25 × 10⁴ N, तंत्र पर ऊपर की ओर लगने वाली वायु की क्रिया है। रोटर की चारों ओर की वायु पर क्रिया है 6.25 × 10⁴ N ऊपर की ओर।

(c) वायु के कारण हेलिकॉप्टर पर बल = 6.25 × 10⁴ N ऊपर की ओर।

© NCERT not to be republished

अध्याय 6

6.1 (b)

6.2 (c)

6.3 (d)

6.4 (c)

6.5 (c)

6.6 (c)

6.7 (c)

6.8 (b)

6.9 (b)

6.10 (b)

6.11 (b) क्योंकि विस्थापन $\alpha\ t^{3/2}$

6.12 (d)

6.13 (d)

6.14 (a)

6.15 (b)

6.16 (d)

6.17 (b)

6.18 (c)

6.19 (b), (d)

6.20 (b), (d), (f)

6.21 (c)

6.22 जी हाँ, जी नहीं।

6.23 लिफ्ट को गुरुत्व के तहत स्वतंत्रतापूर्वक गिरने से रोकने के लिए।

6.24 (a) धनात्मक (b) ऋणात्मक

6.25 क्षैतिज सड़क पर चलने में गुरुत्व के अधीन किया गया कार्य शून्य होता है।

6.26 जी नहीं, क्योंकि वायु का प्रतिरोधक बल भी पिंड पर कार्य करता है जो अ-संरक्षी बल है। इसलिए गतिज ऊर्जा में लब्धि स्थितिज ऊर्जा में हुई हानि की अपेक्षा कम होगी।

6.27 जी नहीं, बंद वक्रीय पथ पर गति करने में किया गया कार्य अनिवार्यत: शून्य तभी होगा जब तंत्र पर आरोपित सभी बल संरक्षी हों।

© NCERT not to be republished

6.28 (b) कुल रेखीय संवेग

जब गेंदें संपर्क में होती हैं तो उनमें विकृति हो सकती है जिसका अभिप्राय होता है प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा जो गतिज ऊर्जा के एक अंश से ही प्राप्त होती है। संवेग सदैव संरक्षित होता है।

6.29 शक्ति $= \frac{mgh}{T} = \frac{100 \times 9.8 \times 10}{20}$ W = 490 W

6.30 $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{0.5 \times 72}{60} = 0.6$ वाट

6.31 एक समान चुंबकीय क्षेत्र में गतिमान आवेशित कण।

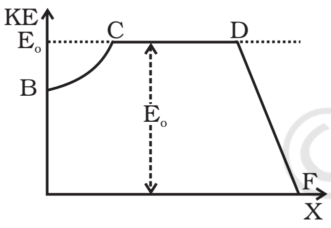
6.32 किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन
दोनों पिंडों की गतिज ऊर्जा समान है इसलिये बराबर परिमाण में कार्य किए जाने की आवश्यकता होती है क्योंकि लगाया गया बल बराबर है वे समान दूरी तय करने के बाद रुकेंगे।

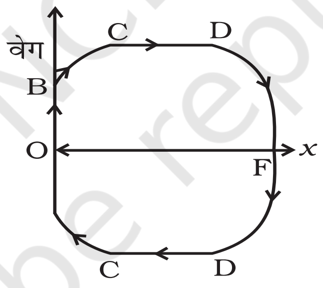
6.33 (a) सरल रेखा: ऊर्ध्वाधर, नीचे की ओर

(b) C परवलयाकार पथ जिसका शीर्ष C पर होता है।

(c) परवलयाकार पथ जिसका शीर्ष C के ऊपर होता है।

6.34





6.35 (a) सम्मुख संघट्ट के लिए–

संवेग संरक्षण $\Rightarrow 2mv_0 = mv_1 + mv_2$

अथवा $2v_0 = v_1 + v_2$

तथा $e = \frac{v_2 - v_1}{2v_0} \Rightarrow v_2 = v_1 + 2v_0 e$

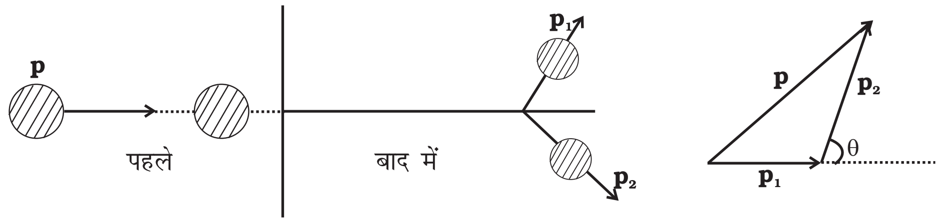
$\therefore \quad 2v_1 = 2v_0 - 2ev_0$

$\therefore \quad v_1 = v_0(1 - e)$

चूँकि $e < 1 \Rightarrow v_1$ का चिह्न वही है जो v_0, का है, इसलिए गेंद संघट्ट के बाद भी चलती रहती है।

(b) संवेग संरक्षण $\Rightarrow \mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$

परंतु गतिज ऊर्जा क्षयित होती है $\Rightarrow \frac{p^2}{2m} > \frac{p_1^2}{2m} + \frac{p_2^2}{2m}$



$\therefore\ p^2 > p_1^{\ 2} + p_2^{\ 2}$

अत: $\mathbf{p}$, $\mathbf{p}_1$ एवं $\mathbf{p}_2$ आकृति में दर्शाए अनुसार संबंधित होते हैं।

θ न्यून (90° से कम) कोण है। ($p^2 = p_1^{\ 2} + p_2^{\ 2}$ हो तो $\theta = 90°$)

6.36 भाग A : नहीं, क्योंकि यहाँ गतिज ऊर्जा ऋणात्मक हो जाएगी।

भाग B : हाँ KE शून्य न होने पर कुल ऊर्जा PE से अधिक हो सकती है।

भाग C : हाँ PE के ऋणात्मक होने पर KE से कुल ऊर्जा से अधिक हो सकती है।

भाग D : हाँ, क्योंकि PE का मान KE से अधिक हो सकता है।

6.37 (a) गेंद A अपना संपूर्ण संवेग मेज पर रखी गेंद को स्थानांतरित कर देती है और स्वयं बिल्कुल भी ऊपर नहीं उठती।

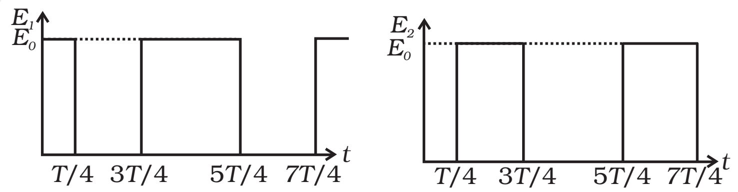
(b) $v = \sqrt{2gh} = 4.42\,\text{m s}^{-1}$

6.38 (a) PE में हानि = $mgh = 1\times10^{-3} \times 10\times10^{-3} = 10\text{J}$

(b) KE में वृद्धि = $\dfrac{1}{2}mv^2 = \dfrac{1}{2}\times10^{-3}\times2500 = 1.25\text{J}$

(c) जी नहीं, क्योंकि PE का एक अंश वायु के स्थानीय कर्ष के विरुद्ध कार्य करने में उपयोग में आ जाता है।

6.39 (b)



6.40 $m = 3.0 \times 10^{-5}\,\text{kg}$ $\rho = 10^{-3}\,\text{kg/m}^2$ $v = 9\,\text{m/s}$

$A = 1\text{m}^2$ h = 100 cm $\Rightarrow n = 1\text{m}^3$

$M = \rho\ v = 10^{-3}\,\text{kg},\ E = \dfrac{1}{2}Mv^2 = \dfrac{1}{2}\times10^3\times(9)^2 = 4.05\times10^4\,\text{J}$.

© NCERT not to be republished

6.41 $KE = \frac{1}{2}mv^2 \cong \frac{1}{2} \times 5 \times 10^4 \times 10^2$

$= 2.5 \times 10^5$ J.

इसका 10% स्प्रिंग में संग्रहित हो जाता है

$\frac{1}{2}kx^2 = 2.5 \times 10^4$

$x = 1$ m

$k = 5 \times 10^4$ N/m^{-1}

6.42 6 km में 6000 सोपान हैं

$\therefore E = 6000\ (mg)h$

$= 6000 \times 600 \times 0.25$

$= 9 \times 10^5$J.

यह ग्रहित ऊर्जा का 10 % है

$\therefore$ ग्रहित ऊर्जा = 10 E = 9×10^6J.

6.43 0.5 दक्षता से 1 लीटर से 1.5×10^7J, ऊर्जा उत्पन्न होती है जो 15 km तक गाड़ी चलाने में उपयोग में लाई जाती है।

$\therefore F\,d = 1.5 \times 10^7$J $d = 15000$ m लेने पर

घर्षण बल $F = 1000$ N :

6.44 (a) $W_g = mg \sin\theta\, d = 1 \times 10 \times 0.5 \times 10 = 50$ J.

(b) $W_f = \mu\, mg \cos\theta\ \ d = 0.1 \times 10 \times 0.866 \times 10 = 8.66$ J.

(c) $\Delta U = mgh = 1 \times 10 \times 5 = 50$ J

(d) $a = \{F - (mg\sin\theta + \mu\, mg\cos\theta)\} = [10 - 5.87]$

$= 4.13$ m/s^2

$v = u + at$ अथवा $v^2 = u^2 + 2ad$

$\Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = mad = 41.3$ J

(e) $W = F\,d = 100$ J

6.45 (a) गेंदों 1 एवं 3 के लिए ऊर्जा संरक्षित होती है।

(b) गेंद 1 घूर्णी ऊर्जा प्राप्त कर लेती है, गेंद 2 में घर्षण के द्वारा ऊर्जा ह्रास होता है, गेंद

© NCERT not to be republished

2 वापस A पर नहीं पहुँच सकती। गेंद 1 जब B पर पहुँचती है तो इसमें गलत अर्थ में घूर्णी गति होती है। गतिज ऊर्जा के कारण यह लुढ़क कर A पर नहीं पहुँच सकती।

6.46 $$(KE)_{t+\Delta t} = \underbrace{\frac{1}{2}(M-\Delta m)(v+\Delta v)^2}_{\text{रॉकेट}} + \underbrace{\frac{1}{2}\Delta m(v-u)^2}_{\text{गैस}}$$

$$= \frac{1}{2}Mv^2 + Mv\Delta v - \Delta mvu + \frac{1}{2}\Delta mu^2$$

$$(KE)_t = \frac{1}{2}Mv^2$$

$$(KE)_{t+\Delta t} - (KE)_t = (M\Delta v - \Delta mu)v + \frac{1}{2}\Delta m u^2 = \frac{1}{2}\Delta m u^2 = W$$

(कार्य-ऊर्जा प्रमेय के अनुसार)

चूँकि $\left(\frac{Mdv}{dt} = \left(\frac{dm}{dt}\right)(|u|)\right) \Rightarrow \quad (M\Delta v - \Delta m u) = 0$

6.47 हुक के नियम अनुसार : $\frac{F}{A} = Y\frac{\Delta L}{L}$

जहाँ घन के पार्श्व का क्षेत्रफल तथा L इसकी एक भुजा की लंबाई है। यदि k स्प्रिंग नियतांक या संपीडन नियतांक है तो $F = k\ \Delta L$

$\therefore\ k = Y\frac{A}{L} = YL$

प्रारंभिक KE = $2\times\frac{1}{2}mv^2 = 5\times10^{-4}$ J

अंतिम PE = $2\times\frac{1}{2}k(\Delta L)^2$

$$\therefore \quad \Delta L = \sqrt{\frac{KE}{k}} = \sqrt{\frac{KE}{YL}} = \sqrt{\frac{5\times10^{-4}}{2\times10^{11}\times0.1}} = 1.58\times10^{-7}\text{m}$$

6.48 माना कि m, V, ρ_{He} क्रमशः हीलियम के गुब्बारे के द्रव्यमान, आयतन तथा घनत्व है और $\rho_{\text{वायु}}$ वायु का घनत्व है।

गुब्बारे का V आयतन वायु का V आयतन विस्थापित करता है।

इसलिए $\quad V\left(\rho_{\text{वायु}} - \rho_{He}\right)g = m\,a \qquad (1)$

समय t के सापेक्ष समाकलन करने पर,

$$V\left(\rho_{\text{वायु}} - \rho_{He}\right)gt = mv$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\frac{V^2}{m^2}\left(\rho_{\text{वायु}} - \rho_{He}\right)^2 g^2t^2 = \frac{1}{2m}V^2\left(\rho_{\text{वायु}} - \rho_{He}\right)^2 g^2t^2 \qquad (2)$$

© NCERT not to be republished

यदि गुब्बारा h ऊँचाई तक ऊपर जाता है तो $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ से

हमें प्राप्त होता है $h = \frac{1}{2}a^2 = \frac{1}{2}\frac{V(\rho_{वायु} - \rho_{he})}{m}gt^2$ (3)

समीकरण (3) एवं (2) से

$$\frac{1}{2}mv^2 = \left[V(\rho_{वायु} - \rho_{He})g\right]\left[\frac{1}{2m}V(\rho_{वायु} - \rho_{He})gt^2\right]$$

$$= V(\rho_{वायु} - \rho_{He})gh$$

पदों को पुन: समंजित करने पर

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + V\rho_{He}gh = V_{वायु}\ hg$$

$$\Rightarrow KE_{गुब्बारा} + PE_{गुब्बारा} = \text{वायु की } PE \text{ में परिवर्तन}$$

इसलिए, जैसे-जैसे गुब्बारा ऊपर उठता है वायु का समान आयतन नीचे आता है। गुब्बारे की PE एवं KE में वृद्धि वायु की PE के मूल्य पर होती है (जो कि नीचे आती है)।

अध्याय 7

7.1 (d)

7.2 (c)

7.3 प्रारंभिक वेग है $\boldsymbol{v}_i = v\hat{\mathbf{e}}_y$। दीवार से परावर्तन के पश्चात् अंतिम वेग है $\boldsymbol{v}_f = -v\,\hat{\mathbf{e}}_y$। प्रक्षेप पथ का निरूपण $\mathbf{r} = y\hat{\mathbf{e}}_y + a\,\hat{\mathbf{e}}_z$ द्वारा किया जा सकता है। अत: कोणीय संवेग परिवर्तन है $\mathbf{r} \times m(\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i) = 2mva\hat{\mathbf{e}}_x$। अत: उत्तर (b) होगा।

7.4 (d)

7.5 (b)

7.6 (c)

7.7 जब $b \to 0$, घनत्व एक समान हो जाता है और इसलिए द्रव्यमान केंद्र $x = 0.5$. पर होगा। जब $b \to 0$ तो केवल विकल्प (a) मान 0.5 की ओर प्रवृत्त होता है।

7.8 (b) ω

7.9 (a), (c)

7.10 (a), (d)

7.11 सभी सत्य है

7.12 (a) असत्य, यह $\hat{\mathbf{k}}$. के अनुदिश होगा।

(b) सत्य

(c) सत्य

(d) असत्य, दो अलग-अलग अक्षों के पारितः बल-आघूर्णों को जोड़ने का कोई अर्थ नहीं होता।

7.13 (a) असत्य, लंबवत् अक्ष प्रमेय केवल फलकों के लिए ही लागू होता है।

(b) सत्य

(c) असत्य, z एवं z" समांतर अक्ष नहीं हैं।

(d) सत्य

7.14 जब पिंड की ऊर्ध्वाधर ऊँचाई पृथ्वी की त्रिज्या की तुलना में बहुत कम होती है तो हम उसे लघु पिंड कहते हैं अन्यथा यह विस्तारित पिंड कहलाता है।

(a) भवन और तालाब लघु पिंड हैं।

(b) एक गहरी झील और पर्वत विस्तारित पिंडों के उदाहरण हैं।

7.15 $I = \sum m_i r_i^2$ । बेलन का संपूर्ण द्रव्यमान सममिति अक्ष से R दूरी पर होता है परंतु ठोस गोले का अधिकांश द्रव्यमान R से कम दूरी पर होता है।

7.16 धनात्मक ढाल वामावर्त्त घूर्णन दर्शाता है जो परंपरा के अनुसार धन लिया जाता है।

7.17 (a) ii, (b) iii, (c) i, (d) iv

7.18 (a) iii, (b) iv (c) ii (d) i.

7.19 जी नहीं, $\sum_i \mathbf{F}_i \neq 0$ दिया है

∴ किसी बिंदु '0' के परितः बल-आघूर्णों का योग

$\sum_i \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i = 0$

किसी अन्य बिंदु O′, के पारितः बल-आघूर्णों का योग

$\sum_i (\mathbf{r}_i - \mathbf{a}) \times \mathbf{F}_i = \sum_i \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i - \mathbf{a} \times \sum_i F_i$

दूसरा पद शून्य हो यह आवश्यक नहीं है।

7.20 किसी पहिये में अभिकेंद्री बल आंतरिक प्रत्यास्थ बलों के कारण उत्पन्न होते हैं जो एक समनित तंत्र का अंग होने के कारण युग्मों में एक दूसरे को निरस्त कर देते हैं।

आधे पहिए में, द्रव्यमान केंद्र (घूर्णन अक्ष) के चारों ओर द्रव्यमान-वितरण, सममित नहीं है। इसलिए कोणीय संवेग की दिशा कोणीय वेग की दिशा के संपाती नहीं होती और इसलिए घूर्णन जारी रखने के लिये एक बाह्य बल-आघूर्ण की आवश्यकता होती है।

7.21 जी नहीं, कोई बल केवल अपने लंबवत् दिशा में ही बल आघूर्ण उत्पन्न कर सकता है

© NCERT not to be republished

क्योंकि $\tau = r \times f$ इसलिए जब द्वार x-y-तल में है तो इस पर गुरुत्व के कारण बल आघूर्ण केवल $\pm z$ दिशा में ही हो सकता है। y-अक्ष के अनुदिश कम नहीं हो सकता।

7.22 माना कि CM 'b' है। तब $\frac{(n-1)mb + ma}{mn} = 0 \Rightarrow b = -\frac{1}{n-1}a$

7.23 (a) पृष्ठ घनत्व $s = \frac{2M}{pa^2}$

$$\bar{x} = \frac{\int xdm}{\int dm} = \int_{r=0}^{a}\int_{\theta=0}^{\pi} r\cos\theta\,\sigma r dr d\theta \;=\; \int_{r=0}^{a}\int_{\theta=0}^{\pi} \sigma r dr d\theta$$

$$= \frac{\int_0^a r^2 dr\ \sin\theta\big|_0^\pi}{\int_0^a rdr \int_0^\pi d\theta} = 0$$

$$\bar{y} = \frac{\int ydm}{\int dm} = \int_{\theta=0}^{\pi}\int_{r=0}^{a} r\sin\theta\,\sigma\, r dr d\theta \quad \int_{r=0}^{a}\int_{\theta=0}^{\pi} \sigma r dr d\theta$$

$$= \frac{\int_0^a r^2 dr \int_{\theta=0}^{\pi} \sin\theta d\theta}{\int_0^a rdr \int_0^\pi d\theta} = \frac{a^3}{3}\frac{[-\cos\theta]_0^\pi}{(a^2/2)\pi} = \frac{a}{3}\frac{4}{\pi} = \frac{4a}{3\pi}.$$

(b) में वर्णित विधि ही दोहरानी है। केवल यहाँ θ का मान 0 से $\pi/2$ होता है तथा

$\sigma = \frac{4M}{\pi a^2}$ है

7.24 (a) जी हाँ, क्योंकि तंत्र पर कोई नेट बाह्य बल-आघूर्ण प्रभावी नहीं है। बाह्य बल, गुरुत्वाकर्षण एवं अभिलंबवत् प्रतिक्रिया घूर्णन अक्ष के अनुदिश ही कार्य करते हैं अतः कोई बल-आघूर्ण उत्पन्न नहीं करते।

(b) कोणीय संवेग संरक्षण के कारण

$$I\omega = I_1\omega_1 + I_2\omega_2$$

$$\therefore \omega = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$$

(c) $$K_f = \frac{1}{2}(I_1 + I_2)\frac{(I_1\omega_1 + I_2\omega_2)^2}{(I_1 + I_2)^2} = \frac{1}{2}\frac{(I_1\omega_1 + I_2\omega_2)^2}{I_1 + I_2}$$

$$K_i = \frac{1}{2}(I_1\omega_1^2 + I_2\omega_2^2)$$

$$\Delta K = K_f - K_i = -\frac{I_1 I_2}{2(I_1 + I_2)}(\omega_1 - \omega_2)^2$$

© NCERT not to be republished

(d) गतिज ऊर्जा में ह्रास दोनों चकतियों के बीच घर्षण बल के विरुद्ध किए गए कार्य के कारण होता है।

7.25 (a) शून्य (b) कम होता है (c) बढ़ता है (d) घर्षण (e) $v_{cm} = R\omega$.

(f) घर्षण के कारण द्रव्यमान केंद्र में उत्पन्न त्वरण

$$\alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{\mu_k mgR}{I}$$

$$\therefore v_{cm} = u_{cm} + a_{cm}t \Rightarrow v_{cm} = \mu_k gt$$

$$\text{तथा } \omega = \omega_o + \alpha t \Rightarrow \omega = \omega_o - \frac{\mu_k mgR}{I}t$$

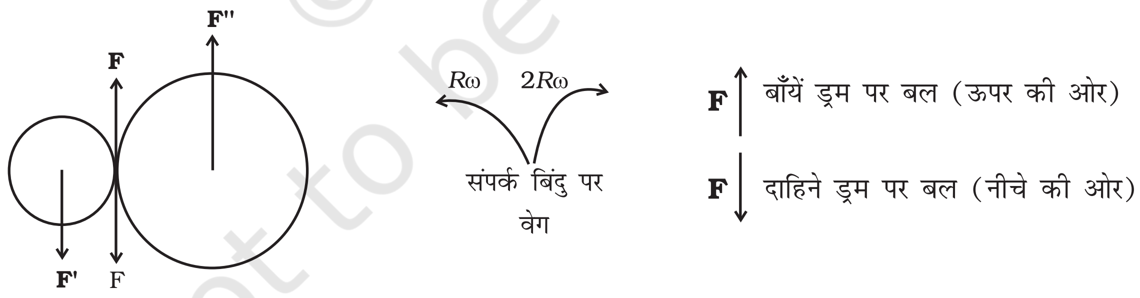
बिना फिसले लुढ़कने के लिए

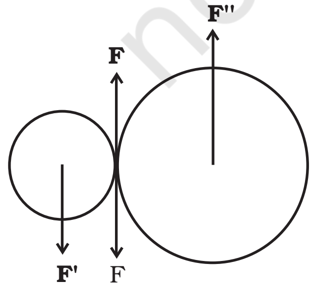
$$\frac{v_{cm}}{R} = \omega_o - \frac{\mu_K mgR}{I}t$$

$$\frac{\mu_K gt}{R} = \omega_O - \frac{\mu_K mgR}{I}t$$

$$t = \frac{R\omega_o}{\mu_k g\left(1 + \frac{mR^2}{I}\right)}$$

7.26 (a)





(b) $F' = F = F''$ जहाँ F एवं F'' आधार से होकर गुजरने वाले बाह्य बल है।

$F_{\text{नेट}} = 0$

बाह्य बल आघूर्ण $= F \times 3R$, वामावर्त

© NCERT not to be republished

(c) माना कि ω_1 एवं ω_2 अंतिम कोणीय वेग हैं (क्रमश: वामावर्त एवं दक्षिणावर्त)

अंत में घर्षण नहीं रहेगा

$\Rightarrow R\omega_1 = 2R\omega_2 \quad \Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$

7.27 (i) वर्ग का क्षेत्रफल = आयत का क्षेत्रफल $\Rightarrow c^2 = ab$

$$\frac{I_{xR}}{I_{xS}} \times \frac{I_{yR}}{I_{yS}} = \frac{b^2}{c^2} \times \frac{a^2}{c^2} = \left(\frac{ab}{c^2}\right)^2 = 1$$

(i) एवं (ii) $\quad \frac{I_{yR}}{I_{yS}} > \frac{I_{xR}}{I_{xS}} \Rightarrow \frac{I_{yR}}{I_{yS}} > 1$

तथा $\frac{I_{xR}}{I_{xS}} < 1$

(iii) $\quad I_{zr} - I_{zS} \propto \left(a^2 + b^2 - 2c^2\right)$

$$= a^2 + b^2 - 2ab > 0$$

$\therefore (I_{zR} - I_{zS}) > 0$

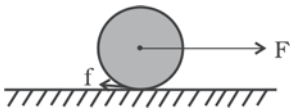
$\therefore \frac{I_{zR}}{I_{zS}} > 1$

7.28 माना कि चकती के द्रव्यमान केंद्र का त्वरण 'a' है, तब

$Ma = F\text{-}f$ (1)

चकती का कोणीय त्वरण $\alpha = a/R$ है (यदि चकती फिसलती नहीं है), तब

$\left(\frac{1}{2}MR^2\right)\alpha = Rf$ (2)



$\Rightarrow Ma = 2f$

इस प्रकार $f = F/3$ क्योंकि चकती फिसलती नहीं है तो

$\Rightarrow f \leq \mu mg$

$\Rightarrow F \leq 3\mu Mg.$

अध्याय 8

8.1 (d)

8.2 (c)

8.3 (a)

8.4 (c)

8.5 (b)

© NCERT not to be republished

8.6 (d)

8.7 (d)

8.8 (c)

8.9 (a), (c)

8.10 (a), (c)

8.11 (a), (c), (d)

8.12 (c), (d)

8.13 (c), (d)

8.14 (a), (c), (d)

8.15 (a), (c)

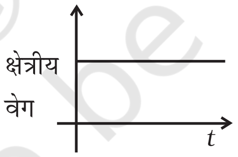
8.16 (d)

8.17 जैसे पेड़ से गिरता हुआ सेव ऊर्ध्वाधर दिशा में नीचे की ओर गुरुत्व बल का अनुभव करता है वैसे ही अणु भी ऊर्ध्वधरतः नीचे की ओर गुरुत्व बल का अनुभव करते हैं। तापीय गति के कारण, जो कि यादृच्छिक होती है, इनके वेग ऊर्ध्वधर दिशा में नहीं होते। गुरुत्व के नीचे की ओर लगने वाले बल के कारण वायु का घनत्व भूतल के निकट अधिक होता है और जैसे-जैसे हम पृथ्वी की सतह से ऊपर जाते हैं इसका मान कम होता जाता है।

8.18 केंद्रीय बल – एक बिंदु द्रव्यमान का गुरुत्वाकर्षण बल, बिंदु आवेश के कारण स्थिर विद्युतीय बल।

अकेंद्रीय बलः स्पिन-निर्भर नाभिकीय बल, दो धारावाही लूपों के बीच चुंबकीय बल।

8.19



8.20 यह उस तल के अभिलंबवत् होता है जिसमें पृथ्वी और सूर्य विद्यमान होते हैं, क्योंकि, क्षेत्रीय वेग

$$\frac{\Delta \mathbf{A}}{\Delta t} = \frac{1}{2}\mathbf{r} \times \mathbf{v}\Delta t.$$

8.21 इसका मान उतना ही बना रहता है क्योंकि गुरुत्वाकर्षण बल द्रव्यमानों के बीच के माध्यम पर निर्भर नहीं करता।

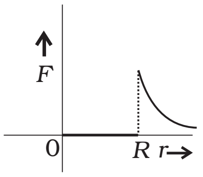
8.22 जी हाँ, पिंड में द्रव्यमान तो हमेशा बना रहता है, परंतु इस पर लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल शून्य हो सकता है जैसा कि तब होता है जब इस पिंड को पृथ्वी के केंद्र पर रखा जाता है।

8.23 जी नहीं।

© NCERT not to be republished

8.24 जी हाँ, यदि अंतरिक्षयान का साइज इतना अधिक हो कि g में होने वाले परिवर्तन का पता चल सकता हो।

8.25

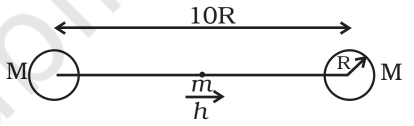


8.26 उपसौर स्थिति में, क्योंकि तब पृथ्वी के क्षेत्रीय वेग अचर बनाए रखने के लिए अधिक रेखीय दूरी तय करनी होती है।

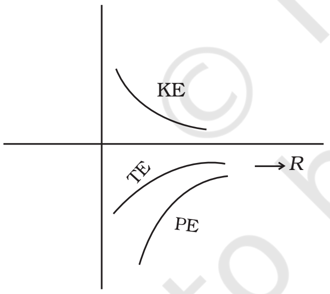
8.27 (a) 90° (b) 0°

8.28 प्रतिदिन पृथ्वी अपनी कक्षा में 1° आगे बढ़ जाती है। तब सूर्य को मध्य में लाने के लिए इसको 361° घूर्णन करना होगा (जिसे हम 1 दिन परिभाषित करते हैं)। क्योंकि 361° के संगत 24 घंटे होते हैं; अतिरिक्त 1° लगभग 4 मिनट (3 मिनट 59 सेकंड) के संगत होगी।

8.29 माना कि मध्य में रखे द्रव्यमान m को एक अल्प दूरी h दाहिनी ओर हटाया गया। तो इस पर लगे बल हैं $\frac{GMm}{(R-h)^2}$ दाहिनी ओर तथा $\frac{GMm}{(R+h)^2}$ बायीं ओर। पहले बल का परिमाण दूसरे बल से अधिक है। अत: कुल बल दाहिनी ओर होगा। अत: संतुलन अस्थायी है।



8.30



8.31 पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के अधीन किसी कण (पृथ्वी के बाहर गति के लिये) का गमन पथ एक शांकव होगा जिसका फोकस पृथ्वी का केंद्र होगा। केवल (c) ही इस शर्त को पूरा करता है।

8.32 $mgR/2$.

8.33 केवल क्षैतिज घटक (अर्थात् m तथा 0 को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश घटक) ही बचेगा। वलय के किसी बिंदु पर बल का क्षैतिज घटक जिस गुणक द्वारा परिवर्तित होता है वह है–

© NCERT not to be republished

$$\left[\frac{2r}{(4r^2+r^2)^{3/2}}\right] \quad \left[\frac{\mu}{(r^2+r^2)^{3/2}}\right] \quad = \frac{4\sqrt{2}}{5\sqrt{5}}$$

8.34 जैसे-जैसे r का मान बढ़ता है–

$U\left(=-\frac{GMm}{r}\right)$ का मान बढ़ता है।

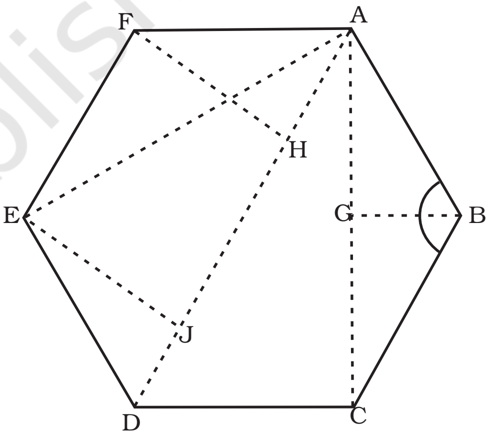
$v_c\left(=\sqrt{\frac{GM}{r}}\right)$ का मान घटता है।

$\omega\left(=\frac{v_c}{r}\times\frac{1}{r^{3/2}}\right)$ का मान घटता है।

K का मान घटता है, क्योंकि v का मान बढ़ता है।

E का मान बढ़ता है, क्योंकि $|U| = 2K$ तथा $U < O$

l का मान बढ़ता है, क्योंकि $mvr \propto \sqrt{r}$.



8.35 AB = C

$(AC) = 2\ AG = 2.l.\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}l$

AD = AH + HJ + JD

$= \frac{l}{2} + l + \frac{l}{2}$

$= 2l.$

$AE = AC = \sqrt{3}l$, AF = l

F एवं B पर रखे द्रव्यमान m के कारण AD के अनुदिश बल

$$= Gm^2\left[\frac{1}{l^2}\right]\frac{1}{2} + Gm^2\left[\frac{1}{l^2}\right]\frac{1}{2} = \frac{Gm^2}{l^2}$$

E एवं C पर रखे द्रव्यमानों के कारण AD के अनुदिश बल

$$= \frac{Gm^2}{3l^2}\cos(30^\circ) + \frac{Gm^2}{3l^2}\cos(30^\circ)$$

$$= \frac{Gm^2}{3l^2}\sqrt{3} = \frac{Gm^2}{\sqrt{3}l^2}.$$

D पर रखे द्रव्यमान M के कारण बल

$$= \frac{Gm^2}{4l^2}$$

$$\therefore \text{ कुल बल } = \frac{Gm^2}{l^2}\left[1 + \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{4}\right]$$

© NCERT not to be republished

8.36 (a) $r = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}$

$\therefore h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} - R$

$= 4.23 \times 10^7 - 6.4 \times 10^6$

$= 3.59 \times 10^7 m.$

(b) $\theta = cos^{-1}\left(\frac{R}{R+h}\right)$

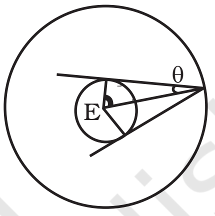
$= cos^{-1}\left(\frac{1}{1+h/r}\right)$

$= cos^{-1}\left(\frac{1}{1+5.61}\right)$

$= 81°18'$

$\therefore \quad 2\theta = 162°36'$

$\frac{360°}{2\theta} \approx 2.21;$



अतः न्यूनतम संख्या = 3

8.37 जब पृथ्वी अपनी कक्षा में सूर्य की परिक्रमा करती है तो इसका कोणीय संवेग तथा क्षेत्रीय वेग अचर रहते हैं।

उपभू स्थिति में $r_p^2\omega_p$ अपभू स्थिति में $r_a^2\omega_a$

यदि 'a' पृथ्वी की कक्षा की अर्द्ध मुख्य-अक्ष हो तो $r_p = a(1-e)$ तथा $r_a = a(1+e)$.

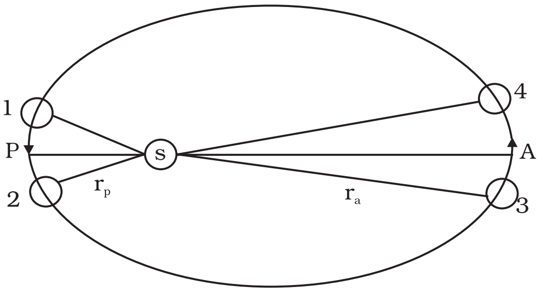
$\therefore \frac{\omega_p}{\omega_a} = \left(\frac{1+e}{1-e}\right)^2$ जहाँ $e = 0.0167$

$\therefore \frac{\omega_p}{\omega_a} = 1.0691$

माना कि ω कोणीय चाल है जो कि ω_p, एवं ω_a का ज्यामितीय माध्य है तथा माध्य सौर दिवस के संगत राशि है।

$\therefore \left(\frac{\omega_p}{\omega}\right)\left(\frac{\omega}{\omega_a}\right) = 1.0691$

$\therefore \frac{\omega_p}{\omega} = \frac{\omega}{\omega_a} = 1.034$



यदि ω 1° प्रतिदिन (माध्य कोणीय चाल) के संगत हो तो $\omega_p = 1.034°$ प्रतिदिन तथा $\omega_a = 0.967°$ प्रतिदिन। चूँकि 361° = 24 घंटे : माध्य सौर दिवस इसलिए 361.034° = 24 घंटे 8.14″ (8.1″ अधिक) होगा तथा 360.967° = 23 घंटे 59 मिनट 52 सेकंड (7.9″ कम) होगा।

यह पूरे वर्ष में दिन की अवधि में आने वाले वास्तविक अंतर की व्याख्या नहीं करता।

8.38 $r_a = a(1+e) = 6R$

$$r_p = a(1-e) = 2R \quad \Rightarrow e = \frac{1}{2}$$

कोणीय संवेग संरक्षण

उपभू स्थिति में कोणीय संवेग = अपभू स्थिति में कोणीय संवेग

$$\therefore m\,\upsilon_p r_p = m\,\upsilon_a r_a$$

$$\therefore \frac{\upsilon_a}{\upsilon_p} = \frac{1}{3}$$

ऊर्जा संरक्षण

उपभू स्थिति में ऊर्जा = अपभू स्थिति में ऊर्जा

$$\frac{1}{2}m\upsilon_p^{\,2} - \frac{GMm}{r_p} = \frac{1}{2}m\upsilon_a^{\,2} - \frac{GMm}{r_a}$$

$$\therefore \upsilon_p^{\,2}\left(1-\frac{1}{9}\right) = -2GM\left[\frac{1}{r_a}-\frac{1}{r_p}\right] = 2GM\left[\frac{1}{r_a}-\frac{1}{r_p}\right]$$

$$\upsilon_p = \left[\frac{2GM\left[\frac{1}{r_p}-\frac{1}{r_a}\right]}{\left[1-\left(\upsilon_a/\upsilon_p\right)\right]^2}\right]^{1/2} = \left[\frac{\frac{2GM}{R}\left[\frac{1}{2}-\frac{1}{6}\right]}{\left(1-\frac{1}{9}\right)}\right]^{1/2}$$

$$= \left(\frac{2/3}{8/9}\frac{GM}{R}\right)^{1/2} = \sqrt{\frac{3}{4}\frac{GM}{R}} = 6.85\,\text{km s}^{-1}$$

$$\upsilon_p = 6.85\,\text{km s}^{-1}\ ,\ \upsilon_a = 2.28\,\text{km s}^{-1}$$

$r = 6R$, के लिए $\upsilon_c = \sqrt{\frac{GM}{6R}} = 3.23\,\text{km s}^{-1}$

अतः अपभू स्थिति में वृत्ताकार कक्षा में स्थानांतरण करने के लिए हमें वेग में $\Delta = (3.23 - 2.28) = 0.95$ km s^{-1} की वृद्धि करनी होगी। ऐसा उपग्रह से उपयुक्त रॉकेट दाग कर किया जा सकता है।

© NCERT not to be republished

अध्याय 9

9.1 (b)

9.2 (d)

9.3 (d)

9.4 (c)

9.5 (b)

9.6 (a)

9.7 (c)

9.8 (d)

9.9 (c), (d)

9.10 (a), (d)

9.11 (b), (d)

9.12 (a), (d)

9.13 (a), (d)

9.14 इस्पात

9.15 जी, नहीं

9.16 ताँबा

9.17 अनंत

9.18 अनंत

9.19 माना कि पदार्थ का यंग गुणांक y है, तब

$$Y = \frac{f/\pi r^2}{l/L}$$

माना कि दूसरे तार की लंबाई में वृद्धि l' है, तब

$$\frac{\frac{2f}{4\pi r^2}}{l'/2L} = Y$$

या, $l' = \frac{1}{Y}\frac{2f}{4\pi r^2}2L = \frac{l}{L}\frac{\pi r^2}{f} \times \frac{2f}{4\pi r^2}2L = l$

© NCERT not to be republished

9.20 ताप वृद्धि के कारण छड़ की प्रति इकाई लंबाई में वृद्धि होती–

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta T = 10^{-5} \times 2 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-3}$$

माना कि छड़ में संपीडक तनाव T है और इसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल a है, तब

$$\frac{T/a}{\Delta l/l_0} = Y$$

$$\therefore T = Y \frac{\Delta l}{l_o} \times a = 2 \times 10^{11} \times 2 \times 10^{-3} \times 10^{-4}$$

$$= 4 \times 10^4 \text{ N}$$

9.21 माना कि गहराई h है, तो दाब है

$$P = \rho gh = 10^3 \times 9.8 \times h$$

अब $\left|\frac{P}{\Delta V/V}\right| = B$

$$\therefore P = B\frac{\Delta V}{V} = 9.8 \times 10^8 \times 0.1 \times 10^{-2}$$

$$\therefore h = \frac{9.8 \times 10^8 \times 0.1 \times 10^{-2}}{9.8 \times 10^3} = 10^2 \text{ m}$$

9.22 माना कि लंबाई में वृद्धि Δl है, तब

$$\frac{800}{(\pi \times 25 \times 10^{-6})/(\Delta l/9.1)} = 2 \times 10^{11}$$

$$\therefore \Delta l = \frac{9.1 \times 800}{\pi \times 25 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{11}} \text{ m}$$

$$\simeq 0.5 \times 10^{-3} \text{m}$$

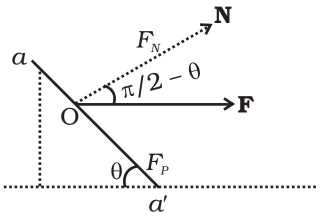
9.23 चूँकि गीली मिट्टी की गेंद की तुलना में हाथी दाँत की गेंद अधिक प्रत्यास्थ है। संघट्ट के पश्चात् यह तुरंत अपना पूर्व आकार प्राप्त करने की ओर प्रवृत होगी। इसलिए गीली मिट्टी की गेंद की तुलना में इसमें ऊर्जा एवं संवेग का स्थानांतरण अधिक होगा। अत: संघट्ट के पश्चात् हाथी दाँत की गेंद अधिक ऊपर उठेगी।

9.24 माना कि छड़ की अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A है। समतल aa' के संतुलन पर विचार कीजिए। इस समतल पर अभिलंब ON से कोण $(\frac{\pi}{2} - \theta)$ बनाता हुआ कोई बल **F** कार्य

करना चाहिए। **F** को समतल के अनुदिश और इसके अभिलंबवत् वियोजित करने पर:

$F_P = F\cos\theta$

$F_N = F\sin\theta$



माना कि समतल aa' का क्षेत्रफल A' है, तब

$\frac{A}{A'} = \sin\theta$

$\therefore A' = \frac{A}{\sin\theta}$

तनन-प्रतिबल $T = \frac{F\sin\theta}{A'} = \frac{F}{A}\sin^2\theta$ तथा अपरूपक प्रतिबल

$Z = \frac{F\cos\theta}{A'} \quad = \frac{F}{A}\cos\theta\,\sin\theta \quad \frac{F\,\sin 2}{2A}$ ।

अत: अधिकतम तनन प्रतिबल के लिए $\theta = \pi/2$ तथा अधिकतम अपरूपक प्रतिबल के लिए $2\theta = \pi/2$ अर्थात् $\theta = \pi/4$

9.25 (a) भार से x दूरी पर ($x = 0$) एक सूक्ष्मांश dx लीजिए। यदि $T(x)$ एवं $T(x+dx)$ क्रमश: dx दूरी द्वारा पृथक्कृत दो परिच्छेदों पर तनावों के मान हों, तब

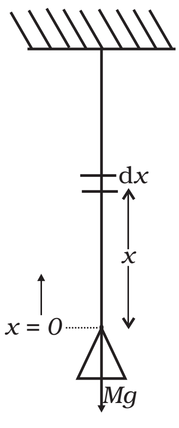
$T(x+dx) - T(x) = \mu g dx$ (जहाँ μ इकाई लंबाई का द्रव्यमान)

$\frac{dT}{dx}dx = \mu g dx$

$\Rightarrow T(x) = \mu g x + C$

$x = 0$, पर $T(0) = Mg \Rightarrow C = Mg$

$\therefore T(x) = \mu g x + Mg$



माना की x स्थिति पर लंबाई dx में dr वृद्धि होती है, तब

$\frac{T(x)/A}{dr/dx} = Y$

अथवा $\frac{dr}{dx} = \frac{1}{YA}T(x)$

$\Rightarrow r = \frac{1}{YA}\int_0^L (\mu g x + Mg)dx$

$= \frac{1}{YA}\left[\frac{\mu g x^2}{2} + Mgx\right]_0^L$

$= \frac{1}{YA}\left[\frac{mgl}{2} + MgL\right]$

(m तार का द्रव्यमान है)

$A = \pi \times (10^{-3})^2 m^2$, $Y = 200 \times 10^9 Nm^{-2}$

$m = \pi \times (10^{-3})^2 \times 10 \times 7860 kg$

$\therefore r = \frac{1}{2 \times 10^{11} \times \pi \times 10^{-6}}\left[\frac{\pi \times 786 \times 10^{-7} \times 10 \times 10}{2} + 25 \times 10 \times 10\right]$

$= [196.5 \times 10^{-6} + 3.98 \times 10^{-3}] \sim 4 \times 10^{-3} m$

(b) अधिकतम तनाव $x = L$ पर होगा

$T = \mu gL + Mg = (m+M)g$

नम्यक बल

$= 250 \times 10^6 \times \pi \times (10^{-3})^2 = 250 \times \pi\ N$

नम्यन की स्थिति में

$(m + M)g = 250 \times \pi$

$m = \pi \times (10^{-3})^2 \times 10 \times 7860 << M \quad \therefore Mg \sim 250 \times \pi$

अतः $M = \frac{250 \times \pi}{10} = 25 \times \pi \sim 75 kg.$

9.26 r पर कोई सूक्ष्मांश dr लीजिए। माना $T(r)$ एवं $T(r+dr)$ इसके दोनों सिरों पर तनाव के मान हैं।

$-T(r+dr) + T(r) = \mu\omega^2 r dr$ जहाँ μ प्रति इकाई लंबाई द्रव्यमान है।

$-\frac{dT}{dr}dr = \mu\omega^2 r dr$

At $r = l \quad T = 0$

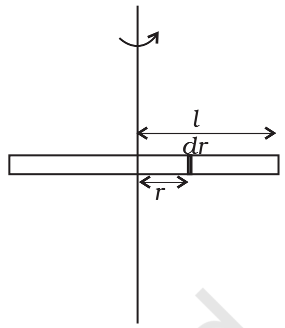
$\Rightarrow C = \frac{\mu\omega^2 l^2}{2}$

$\therefore T(r) = \frac{\mu\omega^2}{2}(l^2 - r^2)$

© NCERT not to be republished

माना कि सूक्ष्मांश dr की लंबाई में वृद्धि d (δ) है–

$$Y = \frac{(\mu\omega^2/2)(l^2 - r^2)/A}{\frac{d(\delta)}{dr}}$$



$$\therefore \frac{d(\delta)}{dr} = \frac{1}{YA}\frac{\mu\omega^2}{2}(l^2 - r^2)$$

$$\therefore d(\delta) = \frac{1}{YA}\frac{\mu\omega^2}{2}(l^2 - r^2)dr$$

$$\therefore \delta = \frac{1}{YA}\frac{\mu\omega^2}{2}\int_0^l (l^2 - r^2)dr$$

$$= \frac{1}{YA}\frac{\mu\omega^2}{2}\left[l^3 - \frac{l^3}{3}\right] = \frac{1}{3YA}\mu\omega^2 l^3 = \frac{1}{3YA}\mu\omega^2 l^2$$

लंबाई में कुल वृद्धि $2\delta = \frac{2}{3YA}\mu\omega^2 l^2$

9.27 माना l_1 = AB, l_2 = AC, l_3 = BC

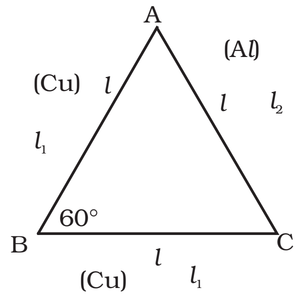
$$\cos\theta = \frac{l_3^2 + l_1^2 - l_2^2}{2 l_3 l_1}$$

या $2l_3 l_1 \cos\theta = l_3^2 + l_1^2 - l_2^2$

Differenciating

$$2(l_3 dl_1 + l_1 dl_3)\cos\theta - 2l_1 l_3 \sin\theta d\theta$$

$$= 2l_3 dl_3 + 2l_1 dl_3 + 2l_1\alpha_1 - 2l_2\alpha_2$$



अब, $dl_1 = l_1\alpha_1\Delta t$

$dl_2 = l_2\alpha_1\Delta t$

$dl_3 = l_3\alpha_2\Delta t$

तथा $l_1 = l_2 = l_3 = l$

$$(l^2\alpha_1\Delta t + l^2\alpha_1\Delta t)\cos\theta + l^2\sin\theta d\theta = l^2\alpha_1\Delta t + l^2\alpha_1\Delta t - l^2\alpha_2\Delta t$$

अथवा $\sin\theta\, d\theta = 2\alpha_1\Delta t(1 - \cos\theta) - \alpha_2\Delta t$

$\theta = 60^\circ$ रखने पर

$$d\theta\frac{\sqrt{3}}{2} = 2\alpha_1\Delta t \times (1/2) - \alpha_2\Delta t \quad = (\alpha_1 - \alpha_2)\Delta t$$

अथवा $d\theta = \frac{2(\alpha_1 - \alpha_2)\Delta t}{\sqrt{3}}$

© NCERT not to be republished

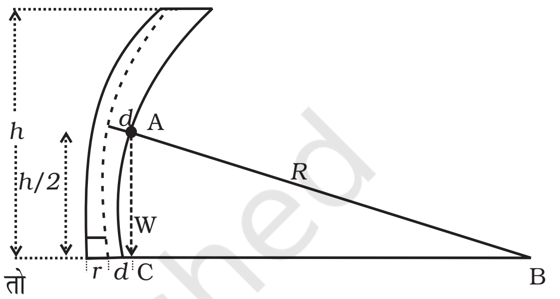
9.28 जब वृक्ष झुकने ही वाला होता है उस समय

$$Wd = \frac{Y\pi r^4}{4R}$$

यदि $R \gg h$, गुरुत्व केंद्र की भूमि से ऊँचाई होगी $l \simeq \frac{1}{2}h$

Δ ABC से

$$R^2 \simeq (R-d)^2 + \left(\frac{1}{2}h\right)^2$$



यदि $d \ll R$

$$R^2 \simeq R^2 - 2Rd + \frac{1}{4}h^2$$

$$\therefore d = \frac{h^2}{8R}$$

यदि w_0 भार/आयतन को व्यक्त करे तो

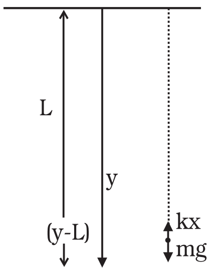
$$\frac{Y\pi r^4}{4R} = w_0\,(\pi r^2 h)\frac{h^2}{8R}$$

$$\Rightarrow h \simeq \left(\frac{2Y}{w_o}\right)^{1/3} r^{2/3}$$

9.29 (a) L लंबाई तक पत्थर गुरुत्व के अधीन स्वतंत्रतापूर्वक गिरता है। इसके पश्चात् डोरी की प्रत्यास्थता इसको SHM करने के लिए बाध्य करेगी। माना कि पत्थर y पर तात्क्षणिक रूप से विराम में आता है। पत्थर की P.E. में आने वाली कमी तानित डोरी में P.E. के रूप में संग्रहित हो जाएगी।

$$mgy = \frac{1}{2}k(y-L)^2$$

अथवा $mgy = \frac{1}{2}ky^2 - kyL + \frac{1}{2}kL^2$



अथवा $\frac{1}{2}ky^2 - (kL + mg)\,y + \frac{1}{2}kL^2 = 0$

$$y = \frac{(kL+mg) \pm \sqrt{(kL+mg)^2 - k^2L^2}}{k}$$

$$= \frac{(kL+mg) \pm \sqrt{2mgkL + m^2g^2}}{k}$$

धनात्मक चिह्न बनाए रखें तो

$$\therefore y = \frac{(kL+mg) + \sqrt{2mgkL + m^2g^2}}{k}$$

© NCERT not to be republished

(b) पत्थर अधिकतम वेग उस समय प्राप्त करता है जब यह ''संतुलन अवस्था'' से गुजरता है अर्थात् जब तात्क्षणिक त्वरण शून्य होता है। अर्थात्

$mg - kx = 0$, जहाँ x लंबाई L में वृद्धि है।

$\Rightarrow mg = kx$

माना कि वेग υ है, तब

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{1}{2}kx^2 = mg(L+x)$$

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2 = mg(L+x) - \frac{1}{2}kx^2$$

अब $mg = kx$, $\quad x = \frac{mg}{k}$

$$\therefore \frac{1}{2}m\upsilon^2 = mg\left(L + \frac{mg}{k}\right) - \frac{1}{2}k\frac{m^2g^2}{k^2}$$

$$= mgL + \frac{m^2g^2}{k} - \frac{1}{2}\frac{m^2g^2}{k}$$

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2 = mgL + \frac{1}{2}\frac{m^2g^2}{k}$$

$$\therefore \upsilon^2 = 2gL + mg^2/k$$

$$\upsilon = (2gL + mg^2/k)^{1/2}$$

(c) माना कि किसी क्षण विशेष पर कण y स्थिति पर है, तब

$$\frac{md^2y}{dt^2} = mg - k(y-L)$$

$$\Rightarrow \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{k}{m}(y-L) - g = 0$$

$z = \frac{k}{m}(y-L) - g$ रखकर चर राशि को रूपांतरित करने पर–

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{k}{m}z = 0$$

$\therefore z = A\cos(\omega t + \phi)$ जहाँ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\Rightarrow y = \left(L + \frac{m}{k}g\right) + A'\cos(\omega t + \phi)$$

अत: पत्थर बिंदु $y_0 = L + \frac{m}{k}g$ के परित: कोणीय आवृत्ति ω से SHM करेगा।

© NCERT not to be republished

अध्याय 10

10.1 (c)

10.2 (d)

10.3 (b)

10.4 (a)

10.5 (c)

10.6 (a), (d)

10.7 (c), (d)

10.8 (a), (b)

10.9 (c), (d)

10.10 (b), (c)

10.11 जी, नहीं।

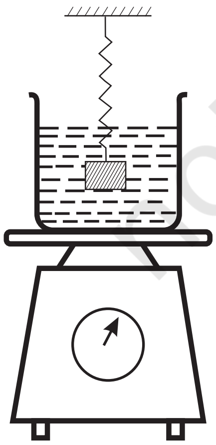
10.12 जी, नहीं।

10.13 माना कि प्यावी हिमशैल का आयतन V है। इस हिमशैल का भार $\rho_i Vg$ होगा। यदि इसका निमज्जित अंश x हो, तो विस्थापित जल का आयतन xV होगा। तब इस पर आरोपित उत्प्लावक बल $\rho_w xVg$ होगा, ρ_w जल का घनत्व है।

उत्प्लावन नियम अनुसार–

$$\rho_i Vg = \rho_w xVg$$

$$\therefore x = \frac{\rho_i}{\rho_w} = 0.917$$



10.14 माना कि x स्प्रिंग में संपीडन है। क्योंकि गुटका संतुलन में है।

$$Mg - (kx + \rho_w Vg) = 0$$

जहाँ ρ_w जल का घनत्व तथा V गुटके का आयतन है। तुला का पाठ जल द्वारा पलड़े पर लगाए बल का माप है, अर्थात्

$m_{\text{पात्र}} + m_{\text{जल}} + \rho_w Vg$ बताता है।

क्योंकि गुटके को जल में लाने से पहले तुला को शून्य पाठ के लिए समंजित किया गया था, नया पाठ होगा $\rho_w Vg$

© NCERT not to be republished

10.15 माना कि जल का घनत्व ρ_w है।

तब $\rho aL^3 + \rho L^3 g = \rho_w xL^3 (g + a)$

$$\therefore x = \frac{\rho}{\rho_w}$$

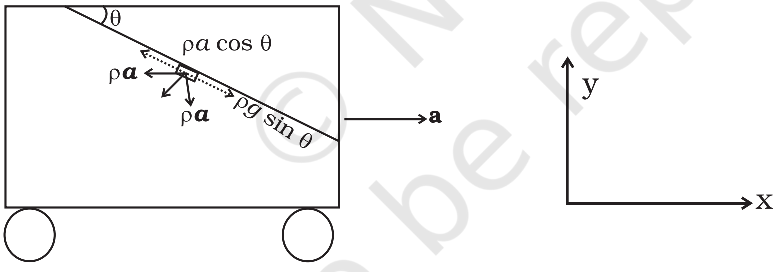
अत: गुटके का निमज्जित अंश त्वरण पर निर्भर नहीं करता है, चाहे यह गुरुत्व के अधीन हो या लिफ्ट में।

10.16 रस जिस ऊँचाई तक ऊपर उठेगा वह है–

$$h = \frac{2T\cos 0°}{\rho g r} = \frac{2(7.2\times10^{-2})}{10^3\times9.8\times2.5\times10^{-5}} \simeq 0.6\text{m}$$

यह वह अधिकतम ऊँचाई है जिस तक इस पृष्ठ तनाव के अधीन ऊपर उठ सकता है, क्योंकि अनेक वृक्षों की ऊँचाई इससे अधिक होती है केवल कोशिकत्व के प्रभाव से सभी वृक्षों में जल ऊपर तक चढ़ने की व्याख्या नहीं की जा सकती।

10.17 यदि टैंकर धन x दिशा में त्वरित होता है तो जल टैंक में पीछे की ओर एकत्रित हो जाएगा। मुक्त पृष्ठ ऐसा होगा कि इसके किसी भी अंश पर खींची गई स्पर्श रेखा के अनुदिश लगने वाला बल शून्य होगा।



पृष्ठ पर इकाई आयतन के एक अंश पर विचार कीजिए। तरल पर लगने वाले बल हैं–

$-\rho g\,\hat{\mathbf{y}}$ एवं $-\rho a\,\hat{\mathbf{x}}$

पृष्ठ के अनुदिश भार का घटक है: $\rho g \sin\theta$

पृष्ठ के अनुदिश त्वरण बल का घटक है–

$g\,a \cos\theta$

$\therefore \rho g \sin\theta = \rho a \cos\theta$

अत: $\tan\theta = a/g$

10.18 माना कि v_1 एवं v_2 बिंदुकाओं के आयतन हैं और v परिणामी बूँद का।

तब $v = v_1 + v_2$

$$\Rightarrow r^3 = r_1^3 + r_2^3 = (0.001 + 0.008)\text{cm}^3 = 0.009\,\text{cm}^3$$

$$\therefore r \simeq 0.21\text{cm}$$

$$\therefore \Delta U = 4\pi T\left(r^2 - \left(r_1^2 + r_2^2\right)\right)$$

$$= 4\pi \times 435.5 \times 10^{-3}\,(0.21^2 - 0.05) \times 10^{-4}\,\text{J}$$

$$\simeq -32 \times 10^{-7}\,\text{J}$$

10.19 $R^3 = Nr^3$

$$\Rightarrow r = \frac{R}{N^{1/3}}$$

$$\Delta U = 4\pi T(R^2 - Nr^2)$$

माना कि संपूर्ण ऊर्जा के विमुक्तन से ताप में कमी आती है। यदि s विशिष्ट ऊष्मा हो तो तापांतर होगा–

$$\Delta\theta = \frac{\Delta U}{ms} = \frac{4\pi T(R^2 - Nr^2)}{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho s}$$, जहाँ ρ घनत्व है।

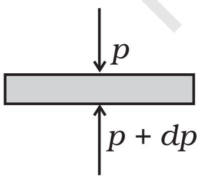
$$\therefore \Delta\theta = \frac{3T}{\rho s}\left(\frac{1}{R} - \frac{r^2}{R^3}N\right)$$

$$= \frac{3T}{\rho s}\left(\frac{1}{R} - \frac{r^2 R^3}{R^3 r^3}\right) = \frac{3T}{\rho s}\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$$

10.20 बूँद तभी वाष्प में बदलेगी जब जल का दाब वाष्प दाब से अधिक हो जाएगा। झिल्लिका दाब (जल के कारण)–

$$p = \frac{2T}{r} = 2.33 \times 10^3\,\text{Pa}$$

$$\therefore r = \frac{2T}{p} = \frac{2(7.28 \times 10^{-2})}{2.33 \times 10^3} = 6.25 \times 10^{-5}\text{m}$$



10.21 (a) परिच्छेद-क्षेत्र A तथा ऊँचाई Δh के वायु के एक क्षैतिज लघु अंश पर विचार कीजिए। माना कि इसके ऊपरी तथा निचले पृष्ठ पर दाब क्रमशः p एवं $P + dp$ है। यदि यह अंश संतुलन अवस्था में है तो इस पर ऊपर की ओर लगा बल इसके भार द्वारा संतुलित होना चाहिए।

© NCERT not to be republished

अर्थात $(p+dp)A-pA = -\,PgA\,dh$

$\Rightarrow dp = -\rho g dh.$

(b) माना कि भू-तल के निकट वायु का घनत्व ρ_o है, तब

$$\frac{p}{p_o} = \frac{\rho}{\rho_o}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\rho_o}{p_o} p$$

$$\therefore dp = -\frac{\rho_o g}{p_o} p dh$$

$$\Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{\rho_o g}{p_o} dh$$

$$\Rightarrow \int_{p_o}^{p} \frac{dp}{p} = -\frac{\rho_o g}{p_o} \int_{o}^{h} dh$$

$$\Rightarrow \ln \frac{p}{p_o} = -\frac{\rho_o g}{p_o} h$$

$$\Rightarrow p = p_o \exp\left(-\frac{\rho_o g}{p_o} h\right)$$

(c) $$\ln \frac{1}{10} = -\frac{\rho_o g}{p_o} h_o$$

$$\therefore h_o = -\frac{p_o}{\rho_o g} \ln \frac{1}{10}$$

$$= \frac{p_o}{\rho_o g} \times 2.303$$

$$= \frac{1.013 \times 10^5}{1.29 \times 9.8} \times 2.303 = 0.16 \times 10^5 \text{m} = 16 \times 10^3 \text{ m}$$

(d) यह मान्यता कि $p \propto \rho$ केवल समतापीय प्रकरणों के लिए ही युक्तियुक्त है जो केवल अल्प दूरियों के लिए ही वैसे रह पाते हैं।

10.22 (a) 1 kg जल को L_v किलो कैलोरी की आवश्यकता होती है

$\therefore M_A$ kg जल को $M_A L_v$ किलो कैलोरी की आवश्यकता होगी।

चूँकि M_A kg जल में N_A अणु हैं, अणु के वाष्पीकरण के लिए आवश्यक ऊर्जा होगी–

$$u = \frac{M_A L_v}{N_A} \text{J} \quad = \frac{18 \times \overset{90}{\cancel{540}} \times 4.2 \times 10^3}{\cancel{6} \times 10^{26}} \text{J}$$

© NCERT not to be republished

$= 90 \times 18 \times 4.2 \times 10^{-23}$ J

$\simeq 6.8 \times 10^{-20}$ J

(b) जल के अणुओं को बिंदुओं की भाँति मान लीजिए जो एक दूसरे से d दूरी पर हैं,

N_A अणु $\dfrac{M_A}{\rho_w}$ लीटर आयतन घेरते हैं

अत: एक अणु के चारों ओर का आयतन $\dfrac{M_A}{N_A \rho_w}$ लीटर होगा।

∴ एक अणु के चारों ओर का आयतन $d^3 = (M_A/N_A\ \rho_w)$

$$\therefore d = \left(\frac{M_A}{N_A \rho_w}\right)^{1/3} = \left(\frac{18}{6\times10^{26}\times10^{3}}\right)^{1/3}$$

$$= (30\times10^{-30})^{1/3}\ \text{m} \simeq 3.1\times10^{-10}\ \text{m}$$

(c) 1 kg वाष्प 1601×10^{-3} m^3 आयतन घेरती है

∴ 18 kg वाष्प $18 \times 1601 \times 10^{-3}$ m^3 आयतन घेरेगी

$\Rightarrow 6 \times 10^{26}$ अणु $18 \times 1601 \times 10^{-3}$ m^3 आयतन घेरते हैं

∴ 1 अणु $\dfrac{18 \times 1601 \times 10^{-3}}{6\times10^{26}}$ m^3 आयतन घेरेगा,

यदि d' अंतर आण्विक दूरी हो, तो

$(d')^3 = (3 \times 1601 \times 10^{-29})$m^3

$\therefore\ d' = (30 \times 1601)^{1/3} \times 10^{-10}$ m

$= 36.3 \times 10^{-10}$ m

(d) $F(d'-d) = u \Rightarrow F = \dfrac{u}{d'-d} = \dfrac{6.8\times10^{-20}}{(36.3-3.1)\times10^{-10}} = 0.2048\times10^{-10}\text{N}$

(e) $F/d = \dfrac{0.2048\times10^{-10}}{3.1\times10^{-10}} = 0.066\text{N m}^{-1} = 6.6\times10^{-2}\text{N m}^{-1}$

10.23 माना कि गुब्बारे के अंदर दाब P_i और बाहर P_o है, तो

$$P_i - P_o = \frac{2\gamma}{r}$$

वायु को एक आदर्श गैस मान लें तो

© NCERT not to be republished

$P_i V = n_i R T_i$ जहाँ V गुब्बारे के अंदर का आयतन है, n_i इसके अंदर मोलों की संख्या है और T_i अंदर का ताप है तथा $P_o V = n_o R T_o$ जहाँ V विस्थापित वायु का आयतन है n_o विस्थापित वायु में मोलों की संख्या है तथा T_o बाहर का ताप है।

$n_i = \frac{P_i V}{R T_i} = \frac{M_i}{M_A}$ जहाँ M_i अंदर की वायु की द्रव्यमान है तथा M_A वायु का मोलर द्रव्यमान है। $n_o = \frac{P_o V}{R T_o} = \frac{M_o}{M_A}$ जहाँ M_o विस्थापित बाहरी हवा का द्रव्यमान है। यह इसके द्वारा W द्रव्यमान को ऊपर उठा सकता है, तो

$W + M_i g = M_o g$

$\Rightarrow W = M_o g - M_i g$

वायु में 21% O_2 तथा 79% N_2 होती है।

$\therefore$ वायु का मोलर द्रव्यमान $M_A = 0.21 \times 32 + 0.79 \times 28 = 28.84$ g.

$$\Rightarrow W = \frac{M_A V}{R}\left(\frac{P_o}{T_o} - \frac{P_i}{T_i}\right) g$$

$$= \frac{0.02884 \times \frac{4}{3}\pi \times 8^3 \times 9.8}{8.314}\left(\frac{1.013 \times 10^5}{293} - \frac{1.013 \times 10^5}{333} - \frac{2 \times 5}{8 \times 313}\right) \text{N}$$

$$\simeq \frac{0.02884 \times \frac{4}{3}\pi \times 8^3}{8.314} \times 1.013 \times 10^5 \left(\frac{1}{293} - \frac{1}{333}\right) \times 9.8 \text{N}$$

$= 3044.2$ N

अध्याय 11

11.1 (d)
11.2 (b)
11.3 (b)
11.4 (a)
11.5 (a)
11.6 (a)
11.7 (d)

मूल आयतन $V_o = \frac{4}{3}\pi R^3$

रैखिक वृद्धि गुणांक $= \alpha$

$\therefore$ आयतन वृद्धि गुणांक $\simeq 3\alpha$

© NCERT not to be republished

$$\frac{1}{V}\frac{dV}{dT} = 3\alpha$$

$$\Rightarrow dV = 3V\alpha dT \simeq 4\pi R^3 \alpha \Delta T$$

11.8 (c)

11.9 (b), (d)

11.10 (b)

11.11 (a), (d)

11.12 (b), (c), (d)

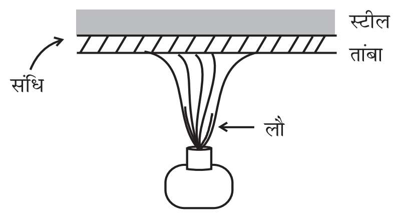
11.13 ऊष्मा-पार्य

11.14 2 एवं 3 गलत हैं, 4 सही है।

11.15 चालकता में अंतर के कारण, काष्ठ की तुलना में धातुओं की चालकता अधिक होती है। ऊँगली से स्पर्श करने पर आस-पास की ऊष्मा धातु में होकर तेज़ी से ऊँगली में पहुँचती है इसलिए धातु गर्म अनुभव होती है। इसी प्रकार जब व्यक्ति ठंडी धातु को छूता है तो ऊँगली से ऊष्मा धातु में होकर तेजी से वातावरण में जाती है इसलिए उसे धातु ठंडी लगती है।

11.16 $-40^\circ C = -40^\circ F$

11.17 क्योंकि ताँबे की चालकता स्टील की तुलना में अधिक होती है, ताँबे और स्टील की संधि तेज़ी से गर्म हो जाती है, परंतु उतनी ही तेज़ी से स्टील ऊष्मा का चालन नहीं कर पाता परिणामस्वरूप अंदर रखा भोजन एक समान रूप से ऊष्मा प्राप्त करता है।



11.18 $I = \frac{1}{12}Ml^2$

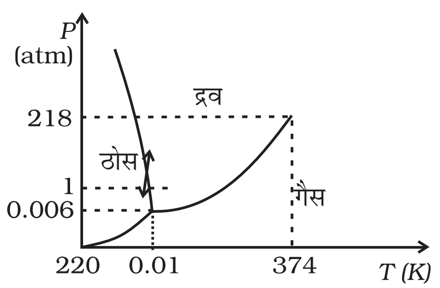
$$I' = \frac{1}{12}M(l+\Delta l)^2 = \frac{1}{12}Ml^2 + \frac{1}{12}2Ml\Delta l + \frac{1}{12}M(\Delta l)^2 \alpha$$

$$\approx I + \frac{1}{12}Ml^2 2\alpha\Delta T$$

$$= I + 2I\alpha\Delta T$$

$$\therefore \Delta I = 2\alpha I \Delta T$$

11.19 जल के P-T आरेख पर ध्यान दीजिए और इसमें दोनों ओर नोंक वाले तीर के चिह्न का संदर्भ लीजिए। 0°C पर और 1 atm. क्षेत्र की अवस्था से दाब



© NCERT not to be republished

बढ़ाने पर बर्फ द्रव अवस्था में बदल जाती है और इसी अवस्था से दाब घटाने पर जल बर्फ में बदल जाती है।

जब कुचली हुई बर्फ को दबाया जाता है तो इसका कुछ भाग पिघल कर जल जाता है जो हिमकणों के बीच में समा जाता है। दाब हटाने पर यह जल हिमीभूत होकर सभी हिमकणों को आपस में संयोजित कर देता है और गेंद को अधिक स्थायी बना देता है।

11.20 परिणामी मिश्रण का ताप 0°C हो जाता है। 12.5 g बर्फ में बदल जाता है तथा शेष जल के रूप में रहता है।

11.21 पहले विकल्प के अनुसरण के जल अधिक गर्म रहेगा, क्योंकि न्यूटन के शीतलन नियम के अनुसार, ऊष्मा हानि की दर पिंड के ताप तथा वातावरण के ताप के अंतर के समानुपाती होती है और पहले विकल्प में तापांतर कम है इसलिए हानि की दर कम रहती है।

11.22 सभी तापक्रमों पर $l_{\text{लोहा}} - l_{\text{पीतल}} = 10 \text{ cm}$

$$\therefore l^o_{\text{लोहा}}(1 + \alpha_{\text{लोहा}}\Delta t) - l^o_{\text{पीतल}}(1 + \alpha_{\text{पीतल}}\Delta t) = 10\text{cm}$$

$$l^o_{\text{लोहा}}\alpha_{\text{लोहा}} = l^o_{\text{पीतल}}\alpha_{\text{पीतल}}$$

$$\therefore \frac{l^\circ_{\text{लोहा}}}{l^\circ_{\text{पीतल}}} = \frac{1.8}{1.2} = \frac{3}{2}$$

$$\therefore \frac{1}{2}l^\circ_{\text{पीतल}} = 10\text{cm} \Rightarrow l^\circ_{\text{पीतल}} = 20 \text{ cm}$$

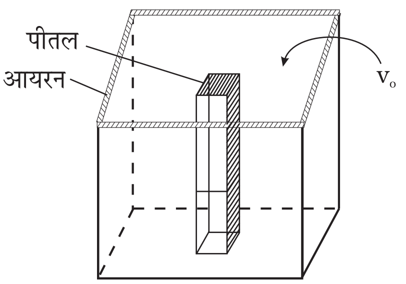
तथा $l^\circ_{\text{लोहा}} = 30 \text{ cm}$

11.23 लोहे के पात्र जिसमें अंदर पीतल की छड़ लगी हो

$$\frac{V_{\text{आयरन}}}{V_{\text{पीतल}}} = \frac{6}{3.55}$$

$$V_{\text{आयरन}} - V_{\text{पीतल}} = 100\text{cc} = V_O$$

$$V^{\text{छड़}}_{\text{पीतल}} = 144.9\text{ cc} \quad V^{\text{अंदर}}_{\text{आयरन}} = 244.9\text{cc}$$



11.24 प्रतिबल = K × विकृति

$$= K\frac{\Delta V}{V}$$

$$= K(3\alpha)\Delta t$$

© NCERT not to be republished

$$= 140 \times 10^9 \times 3 \times 1.7 \times 10^{-5} \times 20$$

$$= 1.428 \times 10^8 \text{ N/m}^2$$

यह वायुमंडलीय दाब से लगभग 10^3 गुना है।

11.25 $x = \sqrt{\left(\frac{L}{2} + \frac{\Delta L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$

$$\approx \frac{1}{2}\sqrt{2L\ \Delta L}$$

$$\Delta L = \alpha L\ \ \Delta t$$

$$\therefore x \approx \frac{L}{2}\sqrt{2\alpha\ \Delta t}$$

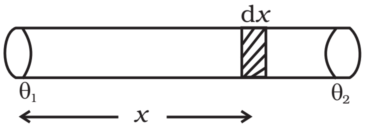
$$\approx 0.11\text{m} \rightarrow 11\text{cm}$$

11.26 विधि - I

एक सिरे (जिस पर ताप θ_1 है) से x दूरी पर ताप θ_1 है–

$\theta = \theta_1 + \frac{x}{L_o}(\theta_2 - \theta_1)$: रैखिक विभव प्रवणता

dx_0 लंबाई के लघु अंश की नई लंबाई



$$dx = dx_o(1 + \alpha\theta)$$

$$= dx_o + dx_o\alpha\left[\theta_1 + \frac{x}{L_o}(\theta_2 - \theta_1)\right]$$

अब $\int dx_o = L_o$ तथा $\int dx = L$: नई लंबाई

समाकलन करने पर–

$$\therefore L = L_o + L_o\alpha\,\theta_1 + \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{L_o}\alpha\int x\ dx_o$$

$$= L_o\left(1 + \frac{1}{2}\alpha(\theta_2 + \theta_1)\right) \text{ क्योंकि } \int_0^{L_0} x dx = \frac{1}{2}L_0^2$$

विधि - II

यदि ताप लंबाई के साथ रैखिकतः बढ़ता है तो हम मान सकते हैं कि औसत ताप $\frac{1}{2}(\theta_1 + \theta_2)$ है और इसलिए नई लंबाई $L = L_o\left(1 + \frac{1}{2}\alpha(\theta_2 + \theta_1)\right)$ है।

11.27 (i) 1.8×10^{17} J/S (ii) 7×10^9 kg (iii) 47.7 N/m^2

© NCERT not to be republished

अध्याय 12

12.1 (c) स्थिरोष्म

A समदाबिक प्रक्रम है, D सम आयतनिक है। B एवं C में से, B की प्रवणता (का परिणाम) कम है। अत: यह समतापीय प्रक्रम शेष बचा प्रक्रम स्थिरोष्म है।

12.2 (a) 0.251g

12.3 (c)

12.4 (b) –2 PV

12.5 (a)

12.6 (b)

12.7 (a), (b) एवं (d).

12.8 (a), (d)

12.9 (b), (c)

12.10 (a), (c)

12.11 (a), (c)

12.12 यदि तंत्र प्रतिवेश के विरुद्ध इस प्रकार कार्य करें कि प्रदत्त ऊष्मा से ऊर्जा पूर्ति होती रहे तो ताप अचर बना रह सकता है।

12.13 $U_p - U_Q$ = पथ–1 में तंत्र द्वारा किया गया कार्य + 1000 J

= पथ–2 में तंत्र द्वारा किया गया कार्य + Q

$Q = (-100 + 1000)\text{J} = 900\text{ J}$

12.14 यहाँ ली गई ऊष्मा दी गई ऊष्मा से कम है, अत: रेफ्रिजरेटर (जो कमरे से विलगित नहीं है) सहित कमरे का ताप बढ़ जाएगा।

12.15 जी हाँ, जब गैस में स्थिरोष्म संपीडन होता है तो इसका ताप बढ़ जाता है।

$dQ = dU + dW$

क्योंकि (स्थिरोष्म प्रक्रम में) $dQ = 0$

$\therefore dU = -dW$

© NCERT not to be republished

संपीडन में कार्य तंत्र के ऊपर किया जाता है इसलिए dW ऋणात्मक होता है।

$\Rightarrow dU$ धनात्मक है

अत: गैस की आंतरिक ऊर्जा में वृद्धि हो जाती है अर्थात इसका ताप बढ़ जाता है।

12.16 वाहन चलाते समय गैस का आयतन तो स्थिर रहता है परंतु इसका ताप बढ़ जाता है। अत: चार्ल्स नियम के अनुसार स्थिर V पर $P \propto T$।

इसलिए गैस का दाब बढ़ जाता है।

12.17 $\frac{Q}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{3}{5}, \quad Q_1 - Q_2 = 10^3 \text{ J}$

$$Q_1\left(1 - \frac{3}{5}\right) = 10^3 \text{J} \Rightarrow Q_1 = \frac{5}{2} \times 10^2 \text{ J} = 2500 \text{ J}, \; Q_2 = 1500 \text{J}$$

12.18 $5 \times 7000 \times 10^3 \times 4.2 \text{J} = 60 \times 15 \times 10 \times \text{N}$

$$N = \frac{21 \times 7 \times 10^6}{900} = \frac{147}{9} \times 10^3 = 16.3 \times 10^3 \text{ times.}$$

12.19 $P(V + \Delta v)^\gamma = (P + \Delta p)V^\gamma$

$$P\left[1 + \gamma\frac{\Delta v}{V}\right] = P\left(1 + \frac{\Delta p}{P}\right)$$

$$\gamma\frac{\Delta v}{V} = \frac{\Delta p}{P}; \frac{dv}{dp} = \frac{V}{\gamma p}$$

$$\text{W.D.} = \int_{P_1}^{P_2} p\, dv = \int_{P_1}^{P_2} p \frac{V}{\gamma p} dp = \frac{(P_2 - P_1)}{\gamma} V$$

12.20 $\eta = 1 - \frac{270}{300} = \frac{1}{10}$

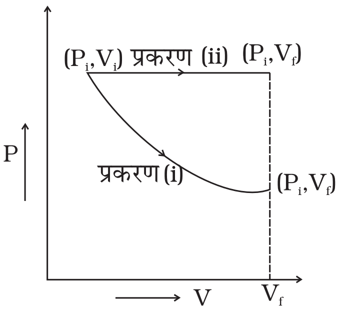
रेफ्रिजरेटर की दक्षता $= 0.5\eta = \frac{1}{20}$

यदि Q ऊष्मा की वह मात्रा है जो प्रति सेकंड उच्चतर ताप की ओर स्थानांतरित की जाती है, तो $\frac{W}{Q} = \frac{1}{20}$ अथवा $Q = 20W = 20\text{kJ}$, तथा निम्नतर ताप के कोष्ठ से हटाई गई ऊष्मा $= 19$ kJ.

12.21 $\frac{Q_2}{W} = 5, \; Q_2 = 5W, Q_1 = 6W$

© NCERT not to be republished

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{6} = \frac{T}{300}, \quad T_2 = 250\text{K} = -23^\circ\text{C}$$



12.22 प्रत्येक प्रकरण के लिए P-V आरेख आकृति में दर्शाया गया है। प्रकरण - (i) के लिए $P_i V_i = P_f V_f = P_g V_g$; इसलिए प्रक्रम-(i) समतापीय है। किया गया कार्य P-V वक्र के नीचे का क्षेत्रफल, अत: किया गया कार्य उस स्थिति की तुलना में अधिक है जिसमें गैस स्थिर दाब पर विस्तारित होती है।

12.23 (a) गैस द्वारा किया गया कार्य (माना $PV^{1/2} = A$)

$$\Delta W = \int_{V_1}^{V_2} p\,dv = A\int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{\sqrt{V}} = A\left[\frac{\sqrt{V}}{1/2}\right]_{V_1}^{V_2} = 2A\left(\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1}\right)$$

$$= 2P_1 V_1^{1/2}\left[V_2^{1/2} - V_1^{1/2}\right]$$

(b) चूँकि $T = pV/nR = \dfrac{A}{nR}.\sqrt{V}$

अत: $\dfrac{T_2}{T_1} = \sqrt{\dfrac{V_2}{V_1}} = \sqrt{2}$

(c) तब, आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन

$$\Delta U = U_2 - W_1 = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}RT_1\left(\sqrt{2} - 1\right)$$

$$\Delta W = 2A\sqrt{V_1}\left(\sqrt{2} - 1\right) = 2RT_1\left(\sqrt{2} - 1\right)$$

$$\Delta Q = (7/2)RT_1\left(\sqrt{2} - 1\right)$$

12.24 (a) A से B

(b) C से D

(c) $W_{AB} = \int_A^B p\,dV = 0; W_{CD} = 0$.

इसी प्रकार $W_{BC} = \left[\int_B^C p dV = k\int_B^C \frac{dV}{V^r} = k\frac{V^{-r+1}}{-R+1}\right]_{V_B}^{V_C}$

$$= \frac{1}{1-\gamma}(P_c V_c - P_B V_B)$$

इसी प्रकार $W_{DA} = \dfrac{1}{1-\gamma}(P_A V_A - P_D V_D)$

अब, $P_C = P_B\left(\dfrac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma} = 2^{-\gamma}P_B$

© NCERT not to be republished

इसी प्रकार, $P_D = P_A\, 2^{-\gamma}$

किया गया कुल कार्य = $W_{BC} + W_{DA}$

$$= \frac{1}{1-\gamma}\left[P_B V_B\,(2^{-\gamma+1} - 1) - P_A V_A\,(2^{-\gamma+1} - 1)\right]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma}(2^{1-\gamma} - 1)(P_B - P_A)V_A$$

$$= \frac{3}{2}\left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{2/3}\right)(P_B - P_A)\,V_A$$

(d) प्रक्रम A, B के दौरान दी गई ऊष्मा

$dQ_{AB} = dU_{AB}$

$$Q_{AB} = \frac{3}{2}nR\,(T_B - T_A) = \frac{3}{2}(P_B - P_A)V_A$$

$$\text{दक्षता} = \frac{\text{किया गया कुल कार्य}}{\text{प्रदत्त ऊष्मा}} = \left[1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{2/3}\right]$$

12.25 $Q_{AB} = U_{AB} = \frac{3}{2}R(T_B - T_A) = \frac{3}{2}V_A(P_B - P_A)$

$Q_{Bc} = U_{BC} + W_{BC}$

$= (3/2)\; P_B(V_C - V_B) + P_B(V_C - V_B)$

$= (5/2\;)\,P_B(V_C - V_A)$

$Q_{CA} = 0$

$Q_{DA} = (5/2)\; P_A\; (V_A - V_D)$

12.26 (V_o, P_o) पर वक्र $P = f(V)$ की प्रवणता

$= f\,(V_o)$

(V_o, P_o) पर स्थिरोष्म की प्रवणता

$= k\;(-\gamma)\; V_o^{-1-\gamma} = -\gamma\; P_o/V_o$

प्रक्रम $P = f(V)$ में अवशोषित ऊष्मा,

$dQ = dV + dW$

$= nC_v dT + P\, dV$

चूँकि $T = (1/nR)\ PV = (1/nR)\ V f(V)$

$$dT = (1/nR)\ [f(V) + V f'(V)]\ dV$$

अत:,

$$\left.\frac{dQ}{dV}\right|_{V=V_o} = \frac{CV}{R}[f(V_o) + V_o f'(V_o)] + f(V_o)$$
$$= \left[\frac{1}{\gamma-1}+1\right] f(V_o) + \frac{V_o f'(V_o)}{\gamma-1}$$
$$= \frac{\gamma}{\gamma-1}P_o + \frac{V_o}{\gamma-1}f'(V_o)$$

ऊष्मा तब अवशोषित होती है जब $dQ/dV > 0$, जब गैस का आयतन बढ़ता है अर्थात जब

$\gamma P_o + V_o f'(V_o) > 0$

$f'(V_o) > -\gamma P_o/V_o$

12.27 (a) $P_i = P_a$

(b) $P_f = P_a + \frac{k}{A}(V - V_o) = P_a + k(V - V_o)$

(c) दी गई संपूर्ण ऊष्मा यांत्रिक ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है। (आदर्श गैस के लिए) आंतरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता

$$\Delta Q = P_a(V - V_o) + \frac{1}{2}k(V - V_o)^2 + C_V(T - T_o)$$

जहाँ $T_o = P_a V_o/R$,

$T = [P_a + (R/A)\text{-}(V\text{-}V_o)]V/R$

अध्याय 13

13.1 (b)

चर्चा के लिए टिप्पणियाँ– यहाँ सापेक्ष गति की संकल्पना का अविर्भाव होता है और यह तथ्य महत्वपूर्ण हो जाता है कि जब भी संघट्ट होता है तो सापेक्ष वेग में ही परिवर्तन होता है।

13.2 (d)

चर्चा के लिए टिप्पणियाँ– आदर्श स्थिति में जो प्राय: हमारी चर्चा के विषय होते हैं प्रत्येक संघट्ट में अभिलंबवत् संवेग के परिणाम में दो बार परिवर्तन होता है। फलक

© NCERT not to be republished

EFGH पर इसका केवल आधा भाग हस्तांतरित होता है।

13.3 (b)

13.4 (c) यह एक स्थिर दाब $(p = Mg / A)$ व्यवस्था है।

13.5 (a)

13.6 (d)

चर्चा के लिए टिप्पणियाँ– आदर्श गैस नियम का सामान्य कथन मूलत: अणुओं के लिए प्रस्तुत किया गया है। यदि कोई गैस परमाणु रूप में हो (जिसकी पूरी संभावना है) अथवा अणुओं और परमाणुओं से मिलकर बनी हो तो उसके लिए इस नियम को स्पष्ट कथन के रूप में प्रस्तुत नहीं किया गया है।

13.7 (b)

टिप्पणियाँ– किसी मिश्रण में औसत गतिज ऊर्जाएँ बराबर होती हैं। अत: उनके वेगों का वितरण बिल्कुल भिन्न होता है।

13.8 (d)

चर्चा के लिए टिप्पणियाँ– इस अध्याय में स्थिर दाब तथा स्थिर आयतन की स्थितियों पर चर्चा की गई है। परंतु वास्तविक जीवन में ऐसी अनेक स्थितियाँ आती हैं जिनमें दोनों एक साथ परिवर्तित होते हैं। यदि सतहें दृढ़ हों तो p बढ़कर 1.1 p हो जाएगा तथापि, जैसे-जैसे दाब बढ़ता है V भी बढ़ता है जिससे pv अंत में 1.1 RT हो जाता है, जहाँ $p_{\text{अंतिम}} > p$ तथा $V_{\text{अंतिम}} > V$। अत: (d)।

13.9 (b),(d)

13.10 (c)

13.11 (a), (d)

टिप्पणियाँ– आपने समीकरण <स्थानांतरीय गतिज ऊर्जा> = $(3/2)RT$, <घूर्णी ऊर्जा> = RT पढ़ी है। पर अभी तक इस तथ्य पर जोर नहीं दिया गया था कि ये दोनों एक दूसरे से स्वतंत्र होती हैं। एक दूसरे से स्वतंत्र रूप से वे मैक्सवेल के नियमों का अनुसरण करती हैं।

13.12 (a), (c)

13.13 (a)

टिप्पणियाँ– प्राय: विद्यार्थियों को यह संकल्पना स्पष्ट नहीं होती कि गतिमान पिंड के साथ प्रत्यास्थ संघट्ट करने से पिंड की ऊर्जा में परिवर्तन हो जाता है।

13.14 $\because$ स्वर्ण का मोलर द्रव्यमान 197 g mole^{-1} है और 1 मोल में परमाणुओं की संख्या $= 6.0 \times 10^{23}$ है।

$\therefore$ 39.4g में परमाणुओं की संख्या $\dfrac{6.0 \times 10^{23} \times 39.4}{197} = 1.2 \times 10^{23}$

13.15 P को अचर रखने से हमें प्राप्त होता है–

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{100 \times 600}{300} = 200\text{cc}$$

© NCERT not to be republished

13.16 $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2T_1}{P_1T_2} = \frac{2\times300}{400} = \frac{3}{2}$

$P_1 = \frac{1}{3}\frac{M}{V_1}c_1^{-2};\quad P_2 = \frac{1}{3}\frac{M}{V_2}c_2^{-2}$

$\therefore c_2^{\,2} = c_1^{\,2} \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{P_2}{P_1}$

$= (100)^2 \times \frac{2}{3} \times 2$

$c_2 = \frac{200}{\sqrt{3}}\,\text{m s}^{-1}$

13.17 $\upsilon_{rms} = \sqrt{\frac{\upsilon_1^{\,2} + \upsilon_2^{\,2}}{2}}$

$= \sqrt{\frac{(9\times10^6)^2 + (1\times10^6)^2}{2}}$

$= \sqrt{\frac{(81+1)\times10^{12}}{2}} = \sqrt{41}\times10^6\,\text{m s}^{-1}$

13.18 O_2 पाँच स्वातंत्र्य-कोटि का अणु है। इसलिए इसकी प्रति मोल ऊर्जा $= \frac{5}{2}RT$

$\therefore$ O_2 के 2 मोलों की ऊर्जा = $5RT$

नियॉन की स्वातंत्र्य कोटि 3 है $\therefore$ इसकी प्रति मोल ऊर्जा $= \frac{3}{2}RT$

$\therefore$ नियॉन के 4 मोलों की ऊर्जा $= 4\times\frac{3}{2}RT = 6RT$

$\therefore$ कुल ऊर्जा = $11RT$.

13.19 $l \,\alpha\, \frac{1}{d^2}$

$d_1 = 1\,\mathring{A}\qquad \alpha_2 = 2\,\mathring{A}$

$l_1 : l_2 = 4:1$

13.20 V_1 = 2.0 litre V_2 = 3.0 litre

μ_1 = 4.0 moles μ_2 = 5.0 moles

P_1 = 1.00 atm P_2 = 2.00 atm

$P_1V_1 = \mu_1 RT_1 \qquad P_2V_2 = \mu_2 RT_2$

© NCERT not to be republished

$\mu = \mu_1 + \mu_2 \qquad V = V_1 V_2$

1 मोल के लिए $PV = \frac{2}{3}E$

μ_1 मोल के लिए $\quad P_1V_1 = \frac{2}{3}\mu_1 E_1$

μ_2 मोल के लिए $\quad P_2V_2 = \frac{2}{3}\mu_2 E_2$

कुल ऊर्जा– $(\mu_1 E_1 + \mu_2 E_2) = \frac{3}{2}(P_1V_1 + P_2V_2)$

$$PV = \frac{2}{3}E_{total} = \frac{2}{3}\mu E_{per\,mole}$$

$$P(V_1 + V_2) = \frac{2}{3} \times \frac{3}{2}(P_1V_1 + P_2V_2)$$

$$P = \frac{P_1V_1 + P_2V_2}{V_1 + V_2} \qquad *$$

$$= \left(\frac{1.00 \times 2.0 + 2.00 \times 3.0}{2.0 + 3.0}\right) \text{atm}$$

$$= \frac{8.0}{5.0} = 1.60 \text{ atm.}$$

टिप्पणियाँ– अंकित समीकरण द्वारा निरूपित आदर्श गैस नियम का यह रूप स्थिरोष्म परिवर्तनों के लिए बहुत उपयोगी है।

13.21 क्योंकि ताप और दाब की दशाएँ समान हैं इसलिए औसत K.E भी समान होंगी।

$$v_{rms} \,\alpha\, \frac{1}{\sqrt{m}}$$

$$\because m_A > m_B > m_c$$

$$v_C > v_B > v_A$$

13.22 $0.25 \times 6 \times 10^{23}$ अणु हैं जिनमें से प्रत्येक का आयतन 10^{-30}m^3 है।

आण्विक आयतन $= 2.5 \times 10^{-7}\text{m}^3$

यह मान लें कि आदर्श गैस नियम लागू किया जा सकता है तो

अंतिम आयतन $= \frac{V_{in}}{100} = \frac{(3)^3 \times 10^{-6}}{100} \approx 2.7 \times 10^{-7}\text{m}^3$

जो लगभग उतना ही है जितना आण्विक आयतन। अत: अंत:आण्विक बलों को नगण्य नहीं माना जा सकता है। इसलिए यहाँ आदर्श गैस की स्थिति नहीं है।

13.23 जब हवा भरी जाती है तो अधिकाधिक अणु अंदर प्रवेश करते हैं। बॉयल के नियम का कथन उस स्थिति के लिए किया गया है जिसमें अणुओं की संख्या स्थिर रहती है।

© NCERT not to be republished

13.24 $\mu = 5.0$

$T = 280\text{K}$

परमाणुओं की संख्या $= \mu N_A = 5.0 \times 6.02 \times 10^{23}$

$= 30 \times 10^{23}$

प्रति अणु औसत गतिज ऊर्जा $= \dfrac{3}{2} kT$

$\therefore$ कुल आंतरिक ऊर्जा $= \dfrac{3}{2} kT \times N$

$$= \frac{3}{2} \times 30 \times 10^{23} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 280$$

$= 1.74 \times 10^4$ J

13.25 NTP पर गैस के 1g मोल का आयतन = 22400cc

$\therefore$ हाइड्रोजन के 1 CC में अणुओं की संख्या

$$= \frac{6.023 \times 10^{23}}{22400} = 2.688 \times 10^{19}$$

क्योंकि प्रत्येक द्वि–परमाण्विक अणु की 5 स्वातंत्र्य कोटि होती हैं, हाइड्रोजन की भी क्योंकि यह द्वि–परमाण्विक है 5 स्वातंत्र्य कोटि होती हैं,

$\therefore$ कुल स्वातंत्र्य कोटियों की संख्या $= 5 \times 2.688 \times 10^{19}$

$= 1.344 \times 10^{20}$

13.26 गैस की गतिज ऊर्जा में ह्रास $= \Delta E = \dfrac{1}{2}(mn)v_o^2$

जहाँ $n =$ मोलों की संख्या

यदि इसके ताप में ΔT परिवर्तन होता है, तो

$$n\frac{3}{2}R\Delta T = \frac{1}{2}mn\, v_o^2 \cdot \quad \therefore \Delta T = \frac{mv_o^2}{3R}$$

13.27 चंद्रमा का गुरुत्वाकर्षण बल बहुत क्षीण होता है इसलिए इसके पृष्ठ से पलायन वेग का मान बहुत कम है। सूर्य से देखने पर चंद्रमा पृथ्वी के बहुत निकट है। चंद्रमा भी प्रति इकाई क्षेत्रफल पर उतनी ही ऊष्मा ग्रहण करता है जितनी पृथ्वी। वायु के अणुओं का चाल–परास बहुत अधिक होता है। यद्यपि वायु के अणुओं की rms चाल चंद्रमा पर पलायन वेग से बहुत कम होती है फिर भी एक बड़ी संख्या में ऐसे अणु होते हैं जिनकी चाल पलायन वेग से अधिक होती है और वे पलायन कर जाते हैं। अब शेष बचे अणुओं में संतुलन ताप के लिए चाल वितरण होता है। फिर से बड़ी संख्या में अणुओं की चाल पलायन वेग से अधिक हो जाती है और ये पलायन कर जाते हैं। इस प्रकार दीर्घकाल r चंद्रमा का सारा वायुमंडल समाप्त हो गया।

© NCERT not to be republished

300 K पर $V_{rms} = \sqrt{\dfrac{3kT}{m}} = \sqrt{\dfrac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}{7.3 \times 10^{-26}}} = 1.7 \text{ km/s}$

चंद्रमा पर $V_{\text{पलायन}} = 4.6 \text{ km/s}$

(b) जैसे-जैसे अणु ऊपर उठते हैं उनकी स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि होती है। इसलिए गतिज ऊर्जा में कमी आती है जिससे ताप कम हो जाता है। अधिक ऊँचाई पर गैस को फैलने के लिए अधिक आयतन उपलब्ध होता है। गैस के फैलने से कुछ ताप कम हो जाता है।

13.28 (यह प्रश्न वाष्पन से होने वाले शीतलन की धारणा समझाने के लिए अभिकल्पित किया गया है)

(i) $$V^2_{rms} \quad \frac{{}_{i} \quad n_i v_i^2}{n_i}$$

$$\frac{10 \quad (200)^2 \quad 20 \quad (400)^2 \quad 40 \quad (600)^2 \quad 20 \quad (800)^2 \quad 10 \quad (1000)^2}{100}$$

$$= \frac{10 \times 100^2 \times (1 \times 4 + 2 \times 16 + 4 \times 36 + 2 \times 64 + 1 \times 100)}{100}$$

$$= 1000 \times (4 + 32 + 144 + 128 + 100) = 408 \times 1000 \text{m}^2/\text{s}^2$$

$$\therefore v_{rms} = 639 \text{m/s}$$

$$\frac{1}{2} m v^2_{rms} = \frac{3}{2} kT$$

$$\therefore T = \frac{1}{3} \frac{m v^2_{rms}}{k} = \frac{1}{3} \times \frac{3.0 \times 10^{-26} \times 4.08 \times 10^5}{1.38 \times 10^{-23}}$$

$$= 2.96 \times 10^2 \text{K} = 296 \text{K}$$

(ii) $$V^2_{rms} = \frac{10 \times (200)^2 + 20 \times (400)^2 + 40 \times (600)^2 + 20 \times (800)^2}{90}$$

$$= \frac{10 \times 100^2 \times (1 \times 4 + 2 \times 16 + 4 \times 36 + 2 \times 64)}{90}$$

$$= 10000 \times \frac{308}{9} = 342 \times 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v_{rms} = 584 \text{m/s}$$

$$T = \frac{1}{3} \frac{m V^2_{rms}}{k} = 248 \text{K}$$

13.29 समय $t = \dfrac{\lambda}{v}$

© NCERT not to be republished

$\lambda = \dfrac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}$, d = जहाँ d व्यास है और n संख्या घनत्व

$n = \dfrac{N}{V} = \dfrac{10}{20 \times 20 \times 1.5} = 0.0167\ \text{km}^{-3}$

$t = \dfrac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 (N/V) \times v}$

$= \dfrac{1}{1.414 \times 3.14 \times (20)^2 \times 0.0167 \times 10^{-3} \times 150}$

= 225 h

13.30 V_{1x} = बक्से के अंदर x दिशा के अनुदिश अणुओं की चाल

n_1 = प्रति इकाई आयतन में अणुओं की संख्या

Δt, समय में दीवार की ओर चलने वाले कण इससे टकराएँगे यदि वे $(V_{1x}\Delta t)$ दूरी पर हैं। माना कि a = दीवार का क्षेत्रफल, Δt समय में दीवार से टकराने वाले कणों की सख्या $= \dfrac{1}{2} n_i (V_{ix}\Delta t) a$ (गुणक 1/2 दीवार की ओर गति के कारण)

सामान्य रूप से गैस संतुलन में होगी क्योंकि छिद्र की तुलना में दीवार का आकार बहुत बड़ा है।

$\therefore V_{1x}^2 + V_{1y}^2 + V_{1z}^2 = V_{rms}^2$

$\therefore V_{1x}^2 = \dfrac{V_{rms}^2}{3}$

$\dfrac{1}{2} m V_{rms}^2 = \dfrac{3}{2} kT \Rightarrow V_{rms}^2 = \dfrac{3kT}{m}$

$\therefore V_{1x}^2 = \dfrac{kT}{m}$

$\therefore$ Δt समय में संघट्ट करने वाले कणों की संख्या $= \dfrac{1}{2} n_1 \sqrt{\dfrac{kT}{m}} \Delta t\, a$ यदि कण छिद्र पर टकराते हैं तो वे इससे बाहर निकल जाते हैं। इसी प्रकार छिद्र पर टकराने वाले बाहरी कण अंदर आ जाएँगे।

$\therefore$ Δt समय में कुल प्रवाहित होने वाले कणों की संख्या $= \dfrac{1}{2}(n_1 - n_2)\sqrt{\dfrac{kT}{m}} \Delta t\, a$, क्योंकि अंदर और बाहर का ताप समान है।

$pV = \mu RT \Rightarrow \mu = \dfrac{PV}{RT}$

$n = \dfrac{\mu N_A}{V} = \dfrac{PN_A}{RT}$

कुछ समय τ पश्चात् अंदर का दाब बदल कर p_1' हो जाता है

$\therefore n_1' = \dfrac{P_1' N_A}{RT}$

© NCERT not to be republished

$n_1 V - n_1' V$ = बाहर जाने वाले कणों की संख्या $= \frac{1}{2}(n_1 - n_2)\sqrt{\frac{kT}{m}}\tau a$

$$\therefore \frac{P_1 N_A}{RT}V - \frac{P_1' N_A}{RT}V = \frac{1}{2}(P_1 - P_2)\frac{N_A}{RT}\sqrt{\frac{kT}{m}}\tau a$$

$$\therefore \tau = 2\left(\frac{P_1 - P_1'}{P_1 - P_2}\right)\frac{V}{a}\sqrt{\frac{m}{kT}}$$

$$= 2\left(\frac{1.5-1.4}{1.5-1.0}\right)\frac{5\times 1.00}{0.01\times 10^{-6}}\sqrt{\frac{46.7\times 10^{-27}}{1.38\times 10^{-23}\times 300}}$$

$= 1.38 \times 10^5$ s

13.31 n = इकाई आयतन में अणुओं की संख्या

v_{rms} = गैस अणुओं की rms चाल

जब गुटका v_o चाल से चल रहा है तो सम्मुख पृष्ठ के सापेक्ष अणुओं की चाल $= v + v_o$ (जब वे सम्मुख संघट्ट के लिए आते हैं)

∴ प्रति संघट्ट हस्तांतरित संवेग $= 2m(v+v_o)$,

Δt समय में होने वाले संघट्टों की संख्या $= \frac{1}{2}(v + v_o)n\Delta tA$ जहाँ A = गुटके की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल है तथा गुणक 1/2 गुटके की ओर गतिमान कणों के कारण है।

$\therefore \Delta t$ समय में सम्मुख पृष्ठ से हस्तांतरित संवेग $m(v + v_o)^2 nA\Delta t$

इसी प्रकार Δt समय में पश्च पृष्ठ से हस्तांतरित संवेग $= m(v - v_o)^2 nA\Delta t$

∴ कुल बल (कर्षण बल) $= mnA\left[(v + v_o) - (v - v_o)^2\right]$ सम्मुख पृष्ठ से

$$= mnA\,(4vv_o) = (4mnAv)v_o$$

$$= (4\rho Av)v_o$$

हमें यह भी ज्ञात है कि $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kT$ (v -, x-अक्ष के अनुदिश है)

$$\therefore v = \sqrt{\frac{kT}{m}}.$$

अतः कर्षण बल $= 4\rho A\sqrt{\frac{kT}{m}}v_0$.

© NCERT not to be republished

उत्तरमाला

अध्याय-14

14.1 (b)

14.2 (b)

14.3 (d)

14.4 (c)

14.5 (c)

14.6 (d)

14.7 (b)

14.8 (a)

14.9 (c)

14.10 (a)

14.11 (b)

14.12 (a), (c)

14.13 (a), (c)

14.14 (d), (b)

14.15 (a), (b), (d)

14.16 (a), (b), (c)

14.17 (a), (b) (d)

14.18 (a), (c), (d)

14.19 (i) (A),(C),(E),(G) (ii) (B), (D), (F), (H)

14.20 बाईं ओर $2kx$.

14.21 (a) त्वरण विस्थापन के अनुक्रमानुपाती होता है।

(b) त्वरण की दिशा विस्थापन की दिशा के विपरीत होती है।

14.22 जब लोलक के गोलक के माध्य स्थिति से इतना विस्थापित किया जाए कि $\sin\theta \cong \theta$

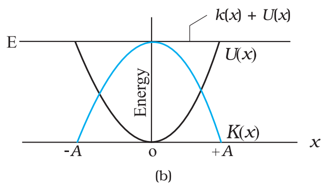
14.23 $+\omega$

14.24 चार

© NCERT not to be republished

14.25 ऋणात्मक

14.27



(b)

14.28 $l_m = \frac{1}{6} l_E = \frac{1}{6}$ m

14.29 यदि द्रव्यमान m नीचे की ओर h दूरी चलता है तो स्प्रिंग में $2h$ लंबाई की वृद्धि होती है (क्योंकि प्रत्येक भाग में h वृद्धि होती है) डोरी और स्प्रिंग दोनों में समान तनाव है। संतुलन अवस्था में

$$mg = 2\ (k.\ 2h)$$

जहाँ k स्प्रिंग नियतांक है।

द्रव्यमान को x दूरी नीचे खींचने पर

$$F = \cancel{mg} - 2k\,(\cancel{2h} + 2x)$$

$$= -\,4kx$$

इसलिए $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}$

14.30 $y \quad \sqrt{2}\,\sin \quad t \qquad /\,4\,; T \quad 2 \quad /$

14.31 $\frac{A}{\sqrt{2}}$

14.32 $U = U_o\,(1 - \cos\alpha\, x)$

$$F = \frac{-dU}{dx} = \frac{-d}{dx}(U_o - U_o \cos\alpha\, x)$$

$$= -U_o \alpha \sin\alpha x$$

$\simeq -U_o\,\alpha\alpha x \quad (\alpha x$ के लघुमान के लिए $\sin\alpha x \sim \alpha x)$

$$= -U_o \alpha^2 x$$

$F = -kx$ से

$$k = U_o \alpha^2$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{U_o \alpha^2}}$$

© NCERT not to be republished

14.33 $x = 5 \sin 5t$.

14.34 $\theta_1 = \theta_o \sin(\omega t + \delta_1)$

$\theta_2 = \theta_o \sin(\omega t + \delta_2)$

प्रथम प्रकरण में, $\theta = 2°, \therefore \sin(\omega t + \delta_1) = 1$

द्वितीय प्रकरण $\theta = -1°, \therefore \sin(\omega t + \delta_2) = -1/2$

$\therefore \omega t + \delta_1 = 90°, \ \omega t + \delta_2 = -30°$

$\therefore \delta_1 - \delta_2 = 120°$

14.35 (a) जी हाँ।

(b) अधिकतम भार = $Mg + MA\omega^2$

$= 50 \times 9.8 + 50 \times \frac{5}{100} \times (2\pi \times 2)^2$

= 490 + 400 = 890N

न्यूनतम भार = $Mg - MA\omega^2$

$= 50 \times 9.8 - 50 \times \frac{5}{100} \times (2\pi \times 2)^2$

= 490–400

= 90 N

अधिकतम भार उच्चतम स्थिति में होता है।

न्यूनतम भार निम्नतम स्थिति में होता है।

14.36 (a) 2cm (b) 2.8 s^{-1}

14.37 माना कि लट्ठे को दबाया जाता है और संतुलन अवस्था में अधिकतम विस्थापन x_o है।

संतुलन में mg = उत्प्लावन बल

$= Ax_o \rho g$

जब इसको और अधिक विस्थापन x दिया जाता है तो उत्प्लावन बल है $A(x_o + x)\rho g$.

कुल प्रत्यानयन बल

= उत्प्लावन बल – भार

$= A(x_o + x)\rho g - mg$

$= (A\rho g)x$ अर्थात् $F \alpha x$.

$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{A\rho g}}$

14.38 dx लंबाई में भरे द्रव पर विचार कीजिए। x ऊँचाई पर इसका द्रव्यमान $A\rho dx$ है।

PE = $A\rho dx\, gx$

© NCERT not to be republished

वाम-स्तम्भ की P.E. $= \int_o^{h_1} A\rho gx dx$

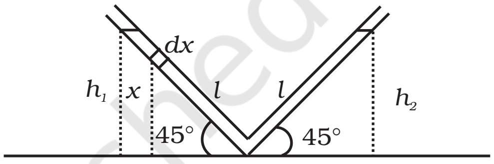
$$= A\rho g \left.\frac{x^2}{2}\right|_o^{h_1} = A\rho g \frac{h_1^2}{2} = \frac{A\rho gl^2 \sin^2 45°}{2}$$

इसी प्रकार दक्षिण स्तंभ की P.E. $= A\rho g \frac{h_2^2}{2} = \frac{A\rho gl^2 \sin^2 45°}{2}$

$h_1 = h_2 = l \sin 45°$ जहाँ l नली की एक भुजा में द्रव की लंबाई है।

कुल P.E. $= A\rho gh^2 = A\rho gl^2 \sin^2 45° = \frac{A\rho gl^2}{2}$

यदि नलिका के अनुदिश इसके बायीं ओर के भाग में द्रव स्तर में परिवर्तन y हो तो बायीं ओर द्रव की लंबाई $(l–y)$ होगी और दाहिनी ओर $(l + y)$ होगी।



कुल P.E. $= A\rho g(l - y)^2 \sin^2 45° + A\rho g(l + y)^2 \sin^2 45°$

P.E. में परिवर्तन $= (PE)_f - (PE)_i$

$$= \frac{A\rho g}{2}\left[(l-y)^2 + (l+y)^2 - l^2\right]$$

$$= \frac{A\rho g}{2}\left[\cancel{l^2} + y^2 - 2\cancel{ly} + l^2 + y^2 + 2\cancel{ly} - \cancel{l^2}\right]$$

$$= A\rho g\left[y^2 + l^2\right]$$

K.E. में परिवर्तन $= \frac{1}{2} A\rho 2l\dot{y}^2$

कुल ऊर्जा परिवर्तन = 0

$$\Delta(P.E) + \Delta(K.E) = 0$$

$$A\rho g\left[l^2 + y^2\right] + A\rho l\dot{y}^2 = 0$$

दोनों पक्षों को समय के फलन के रूप में व्यकलित करने पर

$$A\rho g\left[0 + 2y\frac{dy}{dt}\right] + 2A\rho l\dot{y}\ddot{y} = 0$$

$$2A\rho gy + 2A\rho l\ddot{y} = 0$$

© NCERT not to be republished

$l\ddot{y} + gy = 0$

$\ddot{y} + \frac{g}{l}y = 0$

$\omega^2 = \frac{g}{l}$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

14.39 P पर गुरुत्व के कारण त्वरण $\frac{g.x}{R}$, जहाँ g पृथ्वी के पृष्ठ पर गुरुत्व के कारण त्वरण का मान है।

बल $= \frac{mgx}{R} = -k.x$ जहाँ $k = \frac{mg}{R}$

गति SHM होगी। जिसका आवर्त काल होगा– $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

14.40 मान लीजिए कि जब $\theta = \theta_0$ तो $t = 0$ है।

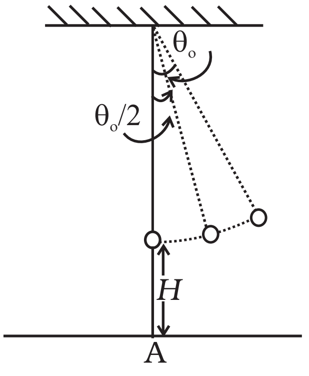
तब, $\theta = \theta_0 \cos \omega t$

सेकंड लोलक के लिए $\omega = 2\pi$

समय t_1 पर माना $\theta = \theta_0/2$

$\therefore \quad \cos 2\pi t_1 = 1/2 \quad \Rightarrow t_1 = \frac{1}{6}$

$\dot{\theta} = -\theta_0 2\pi \sin 2\pi t \quad \left[\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}\right]$



$t_1 = 1/6$ पर

$\dot{\theta} = -\theta_0 2\pi \sin\frac{2\pi}{6} = -\sqrt{3}\pi\theta_0$

अत: रैखिक वेग है,

$u = -\sqrt{3}\pi\theta_0 l$ जो डोरी के लंबवत् है।

इस वेग का ऊर्ध्वधर घटक है–

$u_y = -\sqrt{3}\pi\theta_0 l \sin\theta_0$

तथा क्षैतिज घटक है:

$u_x = -\sqrt{3}\pi\theta_0 l \cos\theta_0$

© NCERT not to be republished

जिस समय यह टूटती है ऊर्ध्वाधर ऊँचाई है–

$H' = H + l(1 - \cos(\theta_0/2))$

माना कि गिरने में लगा समय t है, तब

$H' = u_y t + (1/2)gt^2$ (ध्यान दें कि g भी ऋणात्मक दिशा में है)

अथवा $\frac{1}{2}gt^2 + \sqrt{3}\pi\theta_0 l \sin\theta_0 t - H' = 0$

$$\therefore t = \frac{-\sqrt{3}\pi\theta_0 l \sin\theta_0 \pm \sqrt{3\pi^2\theta_0^2 e^2 \sin^2\theta_0 + 2gH'}}{g}$$

$$\simeq \frac{-\sqrt{3}\pi l\theta_0^2 \pm \sqrt{3\pi^2\theta_0^4 l^2 + 2gH'}}{g}$$

θ_0^2 एवं उच्चतर घातांकों के पदों को उपेक्षणीय मानें तो

$$t \simeq \sqrt{\frac{2H'}{g}}.$$

अब $H' \simeq H + l(1-1) = H \therefore t \simeq \sqrt{\frac{2H}{g}}$

x दिशा में चलित दूरी $u_x t$ है जो उस स्थिति के बायीं ओर है जहाँ डोरी टूटी थी।

$$X = \sqrt{3}\pi\theta_0 l \cos\theta_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

θ_0 की प्रथम कोटि के लिये

$$X = \sqrt{3}\pi\theta_0 l \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{6H}{g}}\theta_0 l.$$

डोरी टूटने के समय गोल्फ की स्थिति थी A से

$l\sin\theta_0 \simeq l\theta_0$ दूरी पर,

अतः A से दूरी है:

$$l\theta_0 - \sqrt{\frac{6H}{g}}l\theta_0 = l\theta_0(1 ? \sqrt{6H/g})$$

अध्याय-15

15.1 (b)

15.2 (c)

15.3 (c)

15.4 (c)

© NCERT not to be republished

15.5 (b)

15.6 (c)

15.7 (d)

15.8 (b)

15.9 (b)

15.10 (c)

15.11 (a), (b), (c)

15.12 (b), (c)

15.13 (c), (d)

15.14 (b), (c), (d)

15.15 (a), (b), (d)

15.16 (a), (b)

15.17 (a), (b), (d), (e)

15.18 दोगुनी लंबाई का तार द्वितीय हार्मोनिक में कंपन करता है। अतः यदि द्विभुज स्वरित्र L लंबाई के लिए अनुनाद प्रदर्शित करता है तो यह $2L$ लंबाई के लिए भी अनुनाद प्रदर्शित करेगा।

15.19 L/2 क्योंकि λ अचर है।

15.20 517 Hz

15.21 5 cm

15.22 1/3, चूँकि आवृति $\alpha\sqrt{\frac{1}{m}}$ $m = \pi r^2 \rho$

15.23 2184°C, चूँकि $C \alpha \sqrt{T}$

15.24 $\frac{1}{n_1 - n_2}$

15.25 343 m s^{-1}. $\left[n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}\right]$

15.26 तृतीय हार्मोनिक $\left[\text{चूँकि}_{no} = \frac{v}{4l} = 412.5 \text{ जहाँ } v = 330\,\text{m/s}\right]$

15.27 412.5 Hz $\left[n' = n\left(\frac{c}{c-v}\right)\right]$

© NCERT not to be republished

15.28 अप्रगामी तरंगें; 20cm

15.29 (a) 9.8×10^{-4}s. (b) निस्पंद-A, B, C, D, E. प्रस्पंद-A^1, C^1. (c) 1.41m

15.30 (a) 348.16 ms^{-1}

(b) 336 m s^{-1}

(c) वायु स्तंभ 17cm लंबाई पर अनुनाद प्रेक्षित किया जाएगा, केवल पारे की सतह से अधिक अच्छा परावर्तन होने के कारण सुनी जाने वाली ध्वनि की तीव्रता अधिक होगी।

15.31 वांछित परिणाम संबंध $\nu = \dfrac{nv}{2L}$ से प्राप्त होता है।

15.32 $t = \left[\dfrac{6400-3500}{8} + \dfrac{2500}{5} + \dfrac{1000}{8}\right] \times 2$

= 1975 s.

= 32 मिनट 55 सेकंड

15.33 $c = \sqrt{\dfrac{3P}{\rho}} = \sqrt{\dfrac{3RT}{M}}, v = \sqrt{\dfrac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\dfrac{\gamma RT}{M}}$

$\dfrac{c}{v} = \sqrt{\dfrac{3}{\gamma}}$ तथा द्वि-परमाणुक गैसों के लिए $\gamma = \dfrac{7}{5}$

15.34 (a) (ii), (b) (iv), (c) (iii), (d) (i).

15.35 (a) 5m (b) 5m (c) 50 हर्ट्ज (d) 250ms^{-1} (e) 500π ms^{-1}

15.36 (a) 6.4π रेडियन (b) 0.8π रेडियन (c) π रेडियन (d) $3\pi/2$ रेडियन (e) 80π रेडियन

© NCERT not to be republished