1. $\frac{dM}{dt} = 0.1$ किग्रा/सेकण्ड, $v_{gas} = 50$ मी/सेकण्ड

रॉकेट का द्रव्यमान = 2 किग्रा

अब Mv नियतांक

$$v\frac{dM}{dt} + M\frac{dv}{dt} = 0$$

$$\therefore \quad \frac{dv}{dt} = \frac{1}{M}v\left(\frac{dM}{dt}\right)$$

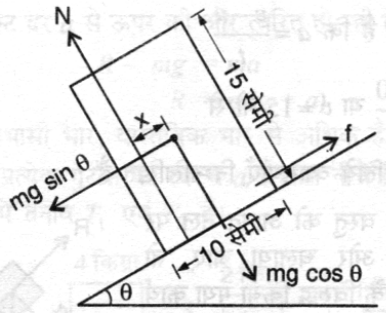
या $$\text{त्वरण} = \frac{1}{2} \times 50 \times 0.1$$

$$= 2.5 \text{ मी/से}^2$$

2. D

3. स्थानान्तरीय साम्य के लिये

$$N = mg\cos\theta$$



तथा $mg\sin\theta = f$

घूर्णीय साम्य के लिये

$$Nx = f\left(\frac{0.15}{2}\right)$$

कोई फिसलन न हो (For no sliding), $f < f_2$

या $mg\sin\theta < \mu(mg\cos\theta)$

या $\tan\theta < \sqrt{3}$

या $\theta_s < \tan^{-1}(\sqrt{3}) = 60°$

कोई पलटना न हो (For no toppling), $x < 5$ सेमी

या $(mg\cos\theta)x = mg\sin\theta \times \frac{0.15}{2}$

या $x = \tan\theta\left(\frac{0.15}{2}\right)$

या $\tan\theta < \frac{2x}{0.15}$ (यदि पलटना न हो)

या $\tan\theta < \frac{2 \times 0.05}{0.15}$

या $\tan\theta < \frac{2}{3}$

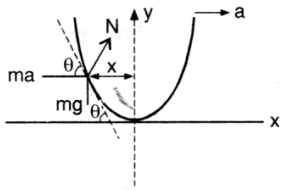
या $\theta_T < \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\right)$

चूँकि $\theta_S < \theta_T$, अत: गुटका विरामावस्था में रहेगा अर्थात् कोण θ_T तक गुटका नहीं फिसलेगा तथा इसके बाद बढ़ाने पर गुटका पलट जायेगा।

4. प्रश्न की परिस्थिति को चित्र में स्पष्ट रूप से दिखाया गया है। यहाँ हम तार के निर्देश तन्त्र (wire frame of reference) में काम कर रहे हैं। चित्र के अनुसार,

$$ma\cos\theta = mg\sin\theta$$

या $$\tan\theta = \frac{a}{g} = \frac{dy}{dx}$$



चित्र 4.217

ज्ञात है कि $y = kx^2$

अत: $\frac{dy}{dx} = 2kx$

या $\frac{a}{g} = 2kx$

या $x = \frac{a}{2gk}$

5. $$T_1 = \frac{(m_2 + m_3 + m_4)F}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}$$

$$T_1 = \frac{3}{4}F$$

इसी प्रकार, $T_2 = \frac{(m_3 + m_4)F}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}$

या $T_2 = \frac{1}{2}F$

$$T_3 = \frac{m_4 F}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}$$

या $T_3 = \frac{1}{4}F$

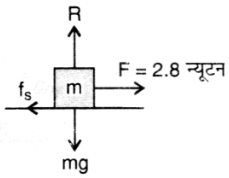
6. ज्ञात है कि :

$m = 2$ किग्रा

$\mu_s = 0.54$

$F = 2.8$ न्यूटन तथा

$g = 10$ मी/से^{2}



चित्र 4.218

सीमान्त घर्षण बल

$f_s = \mu_s R = \mu_s mg$

$= 0.54 \times 2 \times 10$

$= 10.8$ न्यूटन

चूँकि $F < f_s$, अत: गुटका नहीं चलता है।

इसके अतिरिक्त, चूँकि स्थैतिक घर्षण स्वसमायोजक घर्षण (self adjusting friction) है, अत: गुटके एवं फर्श के बीच घर्षण बल 2.8 न्यूटन है।

7. $$\vec{F} = 6\hat{i} - 8\hat{j} + 10\hat{k}$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{36 + 64 + 100}$$

$$= \sqrt{200} \text{ न्यूटन}$$

$$= 10\sqrt{2} \text{ न्यूटन}$$

त्वरण, $a = 1$ मी/से^{2}; द्रव्यमान; $M = \frac{10\sqrt{2}}{1} = 10\sqrt{2}$ किग्रा

8. कार्य-ऊर्जा प्रमेय (work energy theorem) के अनुसार :

$$T = fy$$

जहाँ f वस्तु पर आरोपित घर्षण बल है।

या $f = \frac{T}{y}$

नोट: यह भी सिद्ध कर सकते हैं कि $\frac{T}{y}$ की विमाएँ बल की ही विमाएँ हैं।

अर्थात् $\frac{[T]}{[y]} = \frac{[ML^2T^{-2}]}{[L]}$

$= [MLT^{-2}]$

9. ज्ञात है कि $F = F_0 e^{-bt}$

$\therefore$ त्वरण, $a = \frac{F}{m} = \frac{F_0}{m} e^{-bt}$

या $\frac{dv}{dt} = \frac{F_0}{m} e^{-bt}$

या $\int_0^v dv = \frac{F_0}{m} \int_0^t e^{-bt} dt$

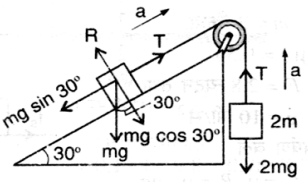
या $v = \frac{F_0}{m}\left[-\frac{1}{b}\right][e^{-bt}]_0^t$

$= \frac{F_0}{mb}[e^{-bt} - 1]$

अत: $v = 0$, तथा $t = 0$ पर $v \to \frac{F_0}{mb}$ क्योंकि $t \to \infty$

अत: सही उत्तर विकल्प (c) है।

10. चित्र से स्पष्ट है कि



चित्र 4.219

$2mg - T = 2ma$ ...(1)

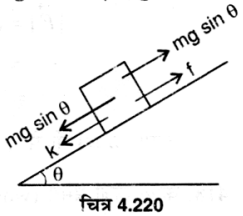
$T - mg \sin 30° = ma$ ...(2)

समीकरण (1) एवं (2) से, हम पाते हैं कि

$2mg - \frac{mg}{2} = 3ma$ या $a = \frac{g}{2}$

11. A 12. B

13. गुटके का आंशिक मुक्त वस्तु चित्र संलग्न चित्र में दिखाया गया है। P का मान $mg \sin\theta - \mu\, mg \cos\theta$ से $mg \sin\theta + \mu\, mg \cos\theta$ तक परिवर्तित होता है। इसका अर्थ है कि P का $mg \sin\theta$ हिस्सा हमेशा ऊपर की ओर कार्य करता है तथा P का दूसरा हिस्सा अपनी दिशा परिवर्तित करता है जब $P = mg \sin\theta$ हो जाता है अर्थात् जब दूसरा हिस्सा बदलते हुए शून्य हो जाता है। माना कि यह दूसरा हिस्सा k है।



चित्र 4.220

$P = mg \sin\theta - \mu\, mg \cos\theta$ से $mg \sin\theta$ होने के लिये अर्थात् k का मान $\mu\, mg \cos\theta$ से शून्य तक परिवर्तित होने के लिये मुक्त वस्तु चित्र (free body diagram) उपरोक्त चित्र में प्रदर्शित किया गया है। मुक्त वस्तु चित्र से,

$f = k$

तथा f आनत तल पर ऊपर की ओर है। अत: f धनात्मक है।

$P = mg \sin\theta$ के लिए $k = 0 = f$

$P = mg \sin\theta$ से $mg \sin\theta + \mu\, mg \cos\theta$ होने के लिये, घर्षण बल आनत तल पर नीचे की ओर होगा अर्थात् ऋणात्मक होगा तथा P के दूसरे हिस्से के बराबर होगा।

अत: सही उत्तर विकल्प (a) है।

14. ग्राफ से स्पष्ट है कि x-t वक्र एक सीधी रेखा है। अत: गति एकसमान है। ग्राफ के ढलान (slope) से देखा जा सकता है कि आवेग (impulse) के कारण वेग की दिशा बदलती है।

प्रारम्भिक वेग $= \frac{2}{2} = 1$ मी/से

अन्तिम वेग $= -\frac{2}{2} = -1$ मी/से

$\vec{p}_i = 0.4$ न्यूटन-सेकण्ड

$\vec{p}_f = -0.4$ न्यूटन-सेकण्ड

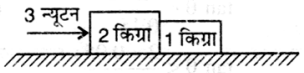
$\vec{J} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = -0.4 - 0.4$

$= -0.8$ न्यूटन-सेकण्ड

$|\vec{J}|$ = आवेग $= 0.8$ न्यूटन-सेकण्ड

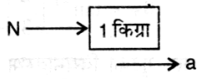
15. निकाय का उभयनिष्ठ त्वरण

$a = \frac{3}{2+1} = 1$ मी/से^{2}



चित्र 4.221

मानाकि दोनों गुटकों के बीच सम्पर्क बल N है। 1 किग्रा के गुटके का मुक्त वस्तु चित्र निम्न है :

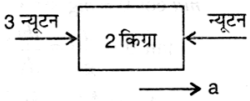


चित्र 4.222

गति की समीकरण है :

$N = 1 \times a = 1 \times 1 = 1$ न्यूटन

2 किग्रा के गुटके का मुक्त वस्तु चित्र निम्न है :



चित्र 4.223

गति की समीकरण है :

$3 - N = 2a$

$\therefore \quad N = 3 - 2a = 3 - 2 \times 1$

$= 1$ न्यूटन

16. B 17. B

18. छद्म बल (pseudo force)

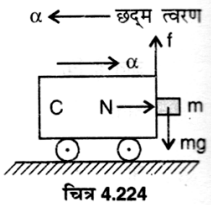
$F_p = m\alpha$

घर्षण बल, $f = \mu N = \mu m\alpha$

द्रव्यमान m का गुटका नीचे तब तक नहीं गिरेगा, जब तक

$f \geq mg$

$\mu m\alpha \geq mg \quad \alpha \geq \frac{g}{\mu}$



चित्र 4.224

19. प्रश्न में दिये गये, चित्र से स्पष्ट है कि

$mg \sin\theta = ma$

या $a = \sin\theta$

जहाँ त्वरण a आनत तल के अनुदिश है।

अत: त्वरण का ऊर्ध्वाधर घटक $g \sin^2\theta$ है।

अत. A का B के सापेक्ष आपेक्षिक ऊर्ध्वाधर त्वरण

$= g(\sin^2 60° - \sin^2 30°)$

$\frac{g}{2} = 4.9$ मी/से^{2} (ऊर्ध्वाधर दिशा में)

20. सरल लोलक का दोलन काल

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ या $T \propto \sqrt{\frac{l}{g}}$

जब एलीवेटर नीचे की ओर त्वरित हो रहा है, तब नेट गुरुत्वीय त्वरण $(g - a)$ होता है। अत: दोलन काल, जब एलीवेटर नीचे की ओर त्वरित हो रहा है, सबसे अधिक होता है।

21. ज्ञात है कि $V(x) = (x^2 - 3x)$

साम्यावस्था में, $\frac{dv}{dx} = 0$ या $2x - 3 = 0$

$\therefore \quad x = \frac{3}{2} = 1.5$ मीटर

अत: सही उत्तर विकल्प (a) है।

22. नियत वेग से चलती हुई कार में कोई त्वरण नहीं होता। अत: यह एक जड़त्वीय फ्रेम है।

23. नेट ऊर्ध्वाधर त्वरण $= 9.8 - 2.8 = 7$ मी/से^{2}

कुल द्रव्यमान $= 80 + 5 = 85$ किग्रा

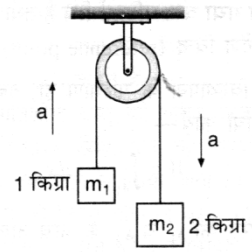
अत: नेट ऊर्ध्वाधर बल $F = 85 \times 7 = 595$ न्यूटन

24. निकाय का त्वरण है,

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{(m_1 + m_2)} = \frac{(2-1)g}{(2+1)} = \frac{g}{3} = \frac{10}{3}$$

द्रव्यमान केन्द्र का त्वरण है

$$a_{CM} = \frac{m_1 a_1 + m_2 a_2}{m_1 + m_2} = \frac{1(-a) + 2(a)}{1+2}$$



चित्र 4.225

$$= \frac{1\left(-\frac{g}{3}\right) + 2\left(\frac{g}{3}\right)}{1+2} = \frac{g}{9} = \frac{10}{9}$$

2 सेकण्ड में द्रव्यमान केन्द्र द्वारा चली गई दूरी

$$s = \frac{1}{2} a_{CM} t^2 = \frac{1}{2} \times \frac{10}{9} \times (2)^2 = \frac{20}{9} \text{ मीटर}$$

25. $v = \sqrt{gr} = \sqrt{10 \times 40} = 20$ मी/से

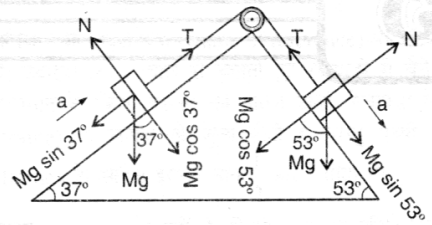
26. संवेग में परिवर्तन

$\Delta p = mv - (-mv) = 2mv = 2 \times 0.25 \times 10 = 5$ किग्रा-मी/से

बल $\times$ समय = संवेग में परिवर्तन

$$\therefore \text{ बल} = \frac{\text{संवेग में परिवर्तन}}{\text{समय}} = \frac{5 \text{ किग्रा-मी/से}}{0.01 \text{ सेकण्ड}} = 500 \text{ न्यूटन}$$

27.



चित्र 4.226

माना कि निकाय का त्वरण a है

गति की समीकरण निम्न है:

$$Ma = Mg \sin 53° - T \quad \ldots(1)$$

तथा $$Ma = T - Mg \sin 37° \quad \ldots(2)$$

समीकरण (1) व (2) जोड़ने पर

$$a = \frac{Mg(\sin 53° - \sin 37°)}{2M} = g \cos 45° \sin 8°$$

$$\left[\because \sin A - \sin B = 2\cos\left(\frac{A+B}{2}\right) \sin\left(\frac{A-B}{2}\right)\right]$$

$$= 10 \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times 0.139$$

$$= 0.98 \text{ मी/से}^2 \approx 1 \text{ मी/से}^2$$

28. घर्षण बल, $f = \mu mg$

$$a = \frac{f}{m} = \mu g = 0.5 \times 10 = 5 \text{ मी/से}^2$$

अत: $v^2 - u^2 = 2aS$

$0 - 2^2 = 2 \times (-5) S$

$\therefore \quad S = 0.4$ मीटर

29. सूत्र $F = ma$ से

$$a = \frac{F}{m} = \frac{F}{1} \quad (\because m = 1)$$

अब, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ या, $s = v + \frac{1}{2}(F)(1)^2 = v + \frac{F}{2}$

अत: सही उत्तर विकल्प (e) है।

30. यहाँ, $F = 100$ न्यूटन, $d = 5$ मीटर

तथा घर्षण बल $f_r = 40$ न्यूटन

$\therefore \quad F - f_r = ma$

या, $100 - 40 = ma$ या, $a = \frac{60}{m}$ ...(1)

अब $v^2 = u^2 + 2as$

या, $v = \sqrt{2as}$ $(\because u = 0)$

अत: क्रेट द्वारा अर्जित गतिज ऊर्जा

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(2as)$$

$$= \frac{1}{2}m\left(2 \times \frac{60}{m} \times 5\right) = 300 \text{ जूल}$$

अत: सही उत्तर विकल्प (d) है।