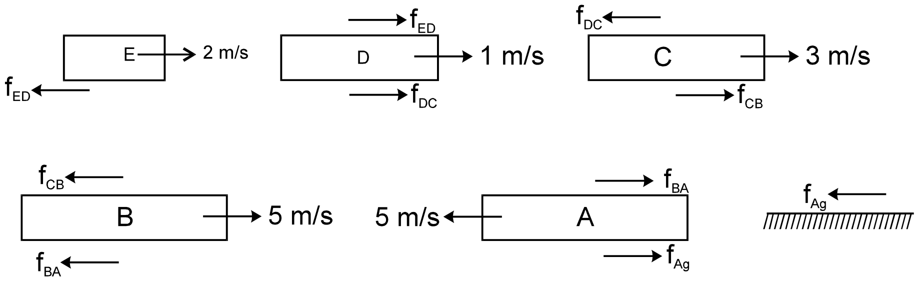
HINTS & SOLUTIONS OF FRICTION

EXERCISE-1

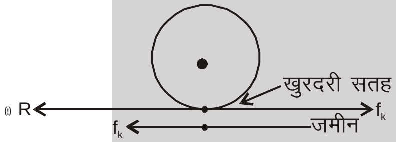
PART-I

A-1. गति की दिशा के अनुदिश तथा विपरीत दिशा में बल घर्षण है।

A-2.



A-3.#



गतिक घर्षण उपस्थित होगा।

A-4.# घर्षण की दिशा ऐसी होनी चाहिए कि वह सम्पर्क सतहों के मध्य सापेक्ष गति का विरोध करे।

A-5.# यहां गतिक घर्षण होगा क्योकि सापेक्ष गति है घर्षण की दिशा सापेक्ष गति के विपरीत होगी।

A-6. $a = -\mu mg/m = -\mu g = -1\ m/s^2$

$V_f^2 - V_i^2 = 2as, \qquad \therefore\ (V_f = 0,\ V_i = 5\ m/s)$

$\Rightarrow \qquad s = \dfrac{25}{2\times1} = 12.5m.$

B-1.# M तथा दीवार के मध्य क्रिया प्रतिक्रिया बल

$N = 0$; $F\mu \le (M+m)g$ के लिए

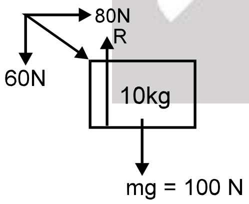
$N = F - \mu(M+m)g$; $F > \mu(M+m)g$ के लिए

m तथा M के मध्य क्रिया प्रतिक्रिया बल

$N = F - \mu mg,\ \ F > \mu mg$ के लिए

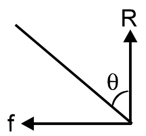
तथा $N = 0,\ F < \mu mg$ के लिए

B-2.#



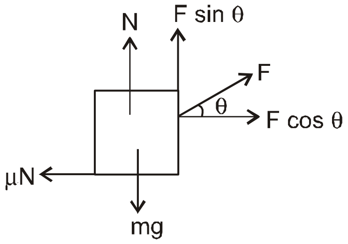
$R = mg + 60 = 160\ N$

$f = 80\ N$ ($\because$ कोई फिसलन नही)



घर्षण का कोण $\theta = \tan^{-1}\dfrac{f}{R} = \tan^{-1}\dfrac{80}{160} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\dfrac{1}{2}$ **Ans.**

B-3.



F न्यूनतम है, जब $\cos\theta + \mu \sin\theta$ अधिकतम है।

$\Rightarrow \quad \frac{d}{d\theta}(\cos\theta + \mu\sin\theta) = 0$

$\Rightarrow \quad -\sin\theta + \mu\cos\theta = 0$

$\Rightarrow \quad \mu = \tan\theta$

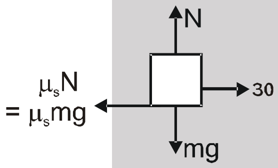
या $\quad \theta = \tan^{-1}\mu$

अतः $\cos\theta + \mu\sin\theta$

$= \sqrt{1+\mu^2}$ for $\theta = \tan^{-1}\mu$ के लिए

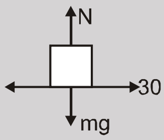
अतः $F_{\text{न्यूनतम}} = \frac{\mu mg}{\sqrt{1+\mu^2}}$

C-1.



$30 = \mu_s mg \quad \Rightarrow \quad 30 = \mu_s \times 5 \times 10 \quad \Rightarrow \quad \mu_s = 0.6.$

पुनः



$\mu_k N$

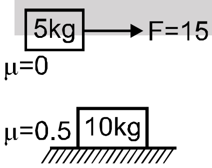
$\mu_k mg$

$S = \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow \quad a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2\times 10}{25} = 0.8.$

$30 - \mu_k mg = m \times 0.8 \quad \Rightarrow \quad \mu_k = \frac{30 - m\times 0.8}{mg} = 0.52.$

C-2.# (i)

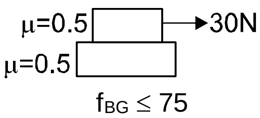


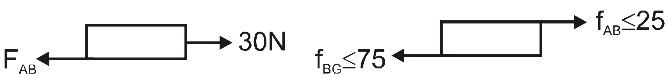
$a_A = \frac{F}{m} = \frac{15}{5} = 3$

$a_B = \frac{0}{10} = 0$

$f_{AB} = 0,\ f_{BG} = 0.$

(ii)



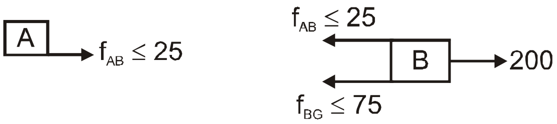


क्योंकि f_{AB} , f_{BG} से बड़ा नहीं हो सकता, इसलिये B का त्वरण शून्य होगा –

तथा $\quad a_A = \frac{30-25}{5} = 1\text{m/sec}^2$

$f_{AB} = 25$ N, $f_{BG} = 25$ N.

(iii)



$f_{AB} \le 25 \quad \Rightarrow \quad a_A \le \frac{25}{5}$ या $a_A \le 5$

माना A तथा B के मध्य फिसलन नहीं है, अतः A व B का उभयनिष्ठ त्वरण होगा -

$= \frac{200-75}{15} = 8.33$

क्योंकि $a_A \le 5 \Rightarrow$ अतः इस स्थिति में A तथा B के मध्य फिसलन होगी

$a_A = 5\ m/sec^2$, $a_B = \frac{200-100}{10} = 10\ m/sec^2$

$f_{AB} = 25$ N, $f_{BG} = 75$ N.

(iv)

$a_A \le 5$

माना A तथा B साथ गति करते हैं तो उभयनिष्ठ त्वरण –

$= \frac{90-75}{15} = 1 m/sec^2$

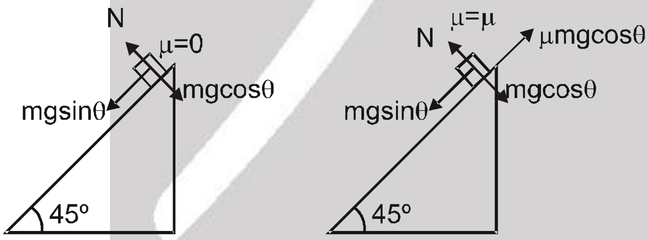
जैसे कि उभयनिष्ठ त्वरण, a_A से कम है, अतः A तथा B साथ गति करेंगे।

$\therefore\ a_A = 1 m/sec^2$, $a_B = 1 m/sec^2$

$f_{AB} = m_A \times 1 = 5N$, $f_{BG} = 75$ N.

PART-II

A-1.



माना प्रथम स्थिति में त्वरण a_1 है तथा दूसरे स्थिति में a_2 है।

अब , $\frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{1}{2} a_2 (2t)^2 \quad \Rightarrow \quad a_2 = \frac{a_1}{4}$ ....(i)

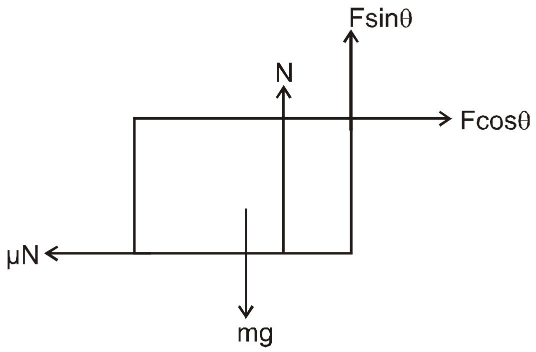
साफ तौर पर $a_1 = \frac{mg\sin\theta}{m} = g\sin\theta$ ....(ii)

तथा $a_2 = \frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{m} = g\sin\theta - \mu g\cos\theta$ ....(iii)

समीकरण (i), (ii) तथा (iii) से

हमें प्राप्त होता है $\mu = 0.75$.

A-2.# गुटके पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल है।



$N = mg - F\sin\theta$

∴ गुटके पर कुल बल है

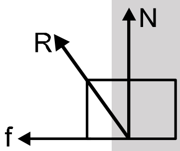
$F\cos\theta - \mu N = \quad F\cos\theta - \mu\, mg + \mu F\sin\theta$

या गुटके का त्वरण है

$$a = \frac{F(\cos\theta + \mu\sin\theta) - \mu mg}{m} = \frac{F}{m}(\cos\theta + \mu\sin\theta) - \mu g$$

B-1. μ अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल पर निर्भर नही करता है।

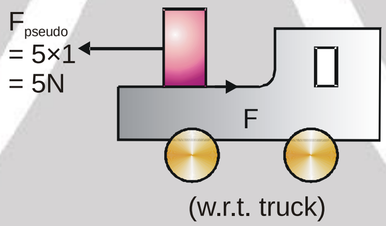
B-2.#



रेल का त्वरण दायें से बायें तरफ होगा।

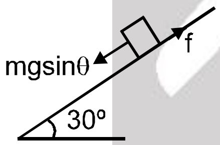
⇒ छद्म बल बक्से पर बायें से दायें ओर कार्य करेगा, इसलिए घर्षण बल दायें से बायें तरफ कार्य करेगा।

B-3. ट्रक के निर्देश तंत्र से हल करने पर



$f \le \mu mg = 6 \quad \Rightarrow \quad f = 5N.$

B-4.



यहाँ $\mu > \tan\theta$

वस्तु नहीं फिसलेगी इसीलिये $f = mg\sin\theta$

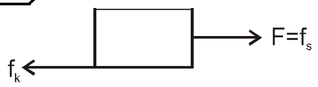
$= 2 \times 9.8 \times \frac{1}{2} = 9.8$ N.

B-5. निकाय के लिये न्यूटन के गति के नियम लगाने पर

$m_B\, g = \mu(m_A + m_C) \times g$

⇒ $m_C = \frac{m_B}{\mu} - m_A = \frac{5}{0.2} - 10 = 15$ kg

C-1.



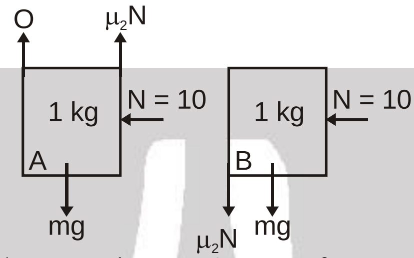
$a = \frac{f_s - f_k}{m} = \frac{(\mu_s - \mu_k)mg}{m} = (\mu_S - \mu_k)\, g$

$= (0.5 - 0.4)10 = 1\ m/sec^2$

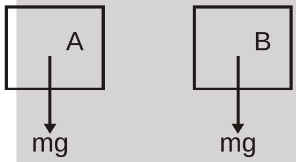
C-2.# जब F का मान $\mu_s mg$ से कम होगा तब रस्सी में तनाव शून्य होगा
जब $\mu_s mg \le F < \mu_s 2mg$ तब ब्लॉक B पर स्थैतिक घर्षण होगा
यदि F को ओर बढाया जाये तो ब्लॉक B पर गतिक घर्षण होगा

PART – III

1.# स्थिति (i) का FBD $\{\mu_1 = 0, \mu_2 = 0.1\}$

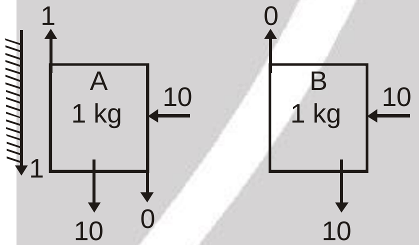


चूंकि घर्षण बल सापेक्ष गति का विरोध करता है तथा यदि यहां घर्षण आता है तो सापेक्ष गति शुरू होगी तथा यदि घर्षण नही है तो सापेक्ष गति नही होगी अतः दोनो ब्लॉक समान त्वरण से साथ साथ गति करेगे तथा घर्षण कार्य नही करेगा।



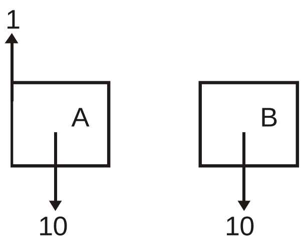
$\Rightarrow \quad a_A = a_B = 10\ m/s^2$

(ii)



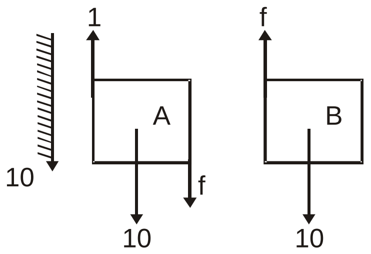
ब्लॉक A तथा दीवार के मध्य लगने वाला घर्षण बल सापेक्ष गति का विरोध करता है चूंकि दीवार स्थिर है इसलिए यह ब्लॉक A को रोकना चाहेगा तथा दीवार व ब्लॉक के बीच अधिकतम घर्षण कार्य करेगा जबकि दोनो ब्लॉक के मध्य घर्षण नही है।

नोट : दीवार तथा ब्लॉक के मध्य घर्षण बल दीवार तथा ब्लॉक के मध्य सापेक्ष गति का विरोध करेगा यह दोनो ब्लॉको के लिए और कुछ नही करेगा

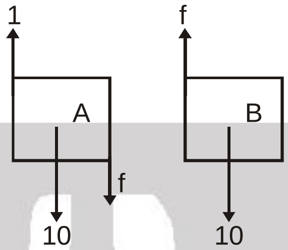


$a_A = 9\ m/s^2$; $a_B = 10\ m/s^2$

(iii)

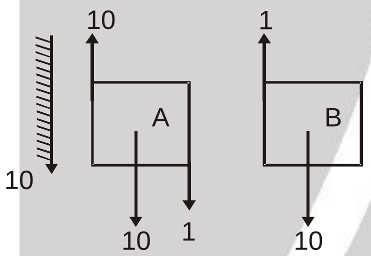


ब्लॉक तथा दीवार के मध्य अधिकतम घर्षण बल 1N परन्तु A तथा B ब्लॉक के मध्य उपलब्ध अधिकतम घर्षण बल 10 N है। यदि A तथा B के मध्य सापेक्ष गति होती है तो घर्षण इस गति का विरोध करेगा। अतः A तथा B साथ–साथ समान त्वरण से गति करेंगे। घर्षण बल f, 10 से कम होगा और स्थैतिक होगा।



निकाय से $(20 - 1) = 2 \times a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{19}{2} = 9.5\ m/s^2$

(iv)



$a_A = \frac{11-10}{1} = 1\ m/s^2$

$a_B = \frac{10-1}{1} = 9\ m/s^2$

2.# सभी स्थितियों में दोनो ब्लॉक निकाय का त्वरण $a = 2\ m/s^2$ है।

विकल्प (p) में, 2 kg ब्लॉक पर नेट बल घर्षण बल है।

$\therefore$ 2 kg ब्लॉक पर घर्षण बल $f = 2 \times 2 = 4N$ दांयी ओर

विकल्प (q) में 4 kg ब्लॉक पर नेट बल घर्षण है।

$\therefore$ 4 kg ब्लॉक पर घर्षण बल $f = 4 \times 2 = 8N$ दांयी ओर

विकल्प (r) में 2 kg ब्लॉक पर नेट बल $= 2 \times 2 = 4N$

$\therefore$ 2 kg बलॉक पर घर्षण बल बांयी ओर है।

$\therefore$ $6 - f = 2 \times 2$

or या $f = 2N$

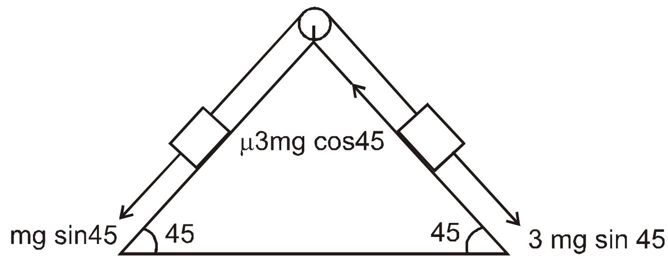
विकल्प (s) में, 2 kg ब्लॉक पर नेट बल ma है।

$= 2 \times 2 = 4N$ दांयी ओर

$\therefore$ 2 kg ब्लॉक पर घर्षण बल 12N दांयी ओर है।

EXERCISE-2
PART-I

1.

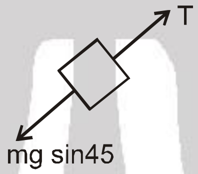


m तथा 3m के निकाय पर रस्सी की लम्बाई के अनुदिश न्यूटन के नियम लगाने पर हम प्राप्त करते हैं –

3mg sin45 – μ3mg cos 45 – mg sin45 = (3m + m)a

$\Rightarrow \quad \mu = \frac{2}{5}$ as अतः $a = \frac{g}{5\sqrt{2}}$

अब m का FBD बनाने पर –

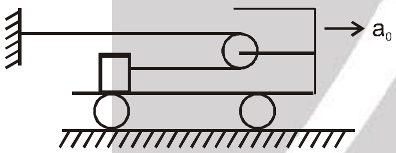


T – mg sin 45 = m a

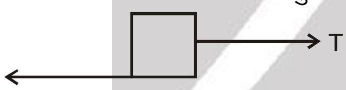
$\Rightarrow \quad T = \frac{mg}{5\sqrt{2}} + \frac{mg}{\sqrt{2}}$

$T = \frac{6\ mg}{5\sqrt{2}}$

2.#



यदि कार का त्वरण a_0 है वस्तु का त्वरण $2a_0 = 2 \times 2 = 4\ m/s^2\ (\rightarrow)$



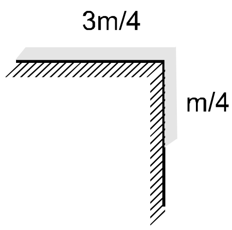
F = μN = 0.3 × 50 × 10 = 150

T – F = ma

$\Rightarrow \quad T – 150 = 50 \times 4$

$\Rightarrow \quad T = 350$ N.

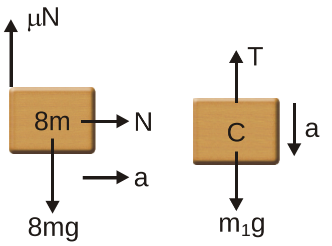
3. निकाय की समीकरण लगाने पर



$\frac{m}{4} g = \frac{3m}{4} g \times \mu$

$\Rightarrow \quad \mu = 1/3 = 0.33$

4#. A का FBD



यदि C का त्वरण a है तो

ब्लॉक A के लिए $N = 8ma$ ....(1)

$8mg - \mu N = 0$ ....(2)

निकाय (A + B + C) की समीकरण द्वारा त्वरण 'a' ज्ञात कर सकते है।

$m_1 g = (10m + m_1) a$ ....(3)

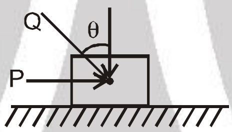
$$8mg = \mu 8m\left(\frac{m_1 g}{10m + m_1}\right)$$

$$10m + m_1 = \mu m_1$$

$$10m = (\mu - 1) m_1 \qquad \Rightarrow m_1 = \frac{10m}{\mu - 1}$$ **Ans.**

5.# $N = mg + Q\cos\theta$

$P + Q\sin\theta \le \mu N$



$$\Rightarrow \qquad \mu \ge \frac{P + Q\sin\theta}{N}, \qquad \mu \ge \frac{P + Q\sin\theta}{mg + Q\cos\theta}$$

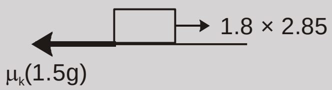
6.# $\tan\theta \le \mu$ हो तो मनका फिसलेगा नही।

$$\tan\theta = \frac{dy}{dx} = \frac{2x}{a} = \frac{2\sqrt{ya}}{a} = 2\sqrt{\frac{y}{a}}$$

$$\therefore \qquad 2\sqrt{\frac{y}{a}} \le \mu \qquad \text{or} \qquad y \le \frac{a\mu^2}{4}$$

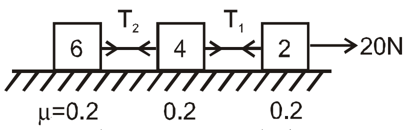
7. $1.8t - \mu_k 15 = 1.5(1.2t - 2.4)$

for t = 2.85 sec. के लिए



$\mu_k = 0.24$

8.#



माना गुटके गति नहीं करते हैं

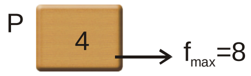
तो $T_1 = 20 - 4$

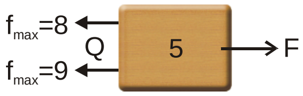
$T_2 = T_1 - 8 = 20 - 4 - 8 = 8$ N

चूंकि $T_2 < 6$ kg के गुटके के लिये अधिकतम संभव घर्षण बल

अतः ये विराम में होगा तथा परिकल्पना सही है। अतः 4kg व 6 kg गुटके के मध्य रस्सी में तनाव = 8N

9.# 'Q' बल के कारण गति करेगा जबकि 'P' घर्षण के कारण गति करेगा।
P + Q दोनों ब्लॉक पर घर्षण की दिशा दर्शायी गयी है।

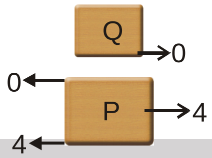




पहले Q गति करेगा तथा P ; Q के साथ गति करेगा 'P' तथा 'Q' को निकाय मानते हुए FBD बनाते है।

$F - 9 = 0 \quad \Rightarrow F = 9\text{ N}$

जब आरोपित बल 4N है तो FBD



4 kg का ब्लॉक घर्षण के कारण गति करेगा तथा अधिकतम घर्षण बल 8 N है।
अतः त्वरण = 8/4 = 2 m/s^2 = $a_{अधिकतम}$ है।
जब Q का +ve त्वरण P के अधिकतम त्वरण अर्थात 2 m/s^2 के बराबर होगा तो फिसलन प्रारम्भ हो जायेगी।
$F - 17 = 5 \times 2 \quad \Rightarrow F = 27\text{ N}.$

10.# A तथा B के मध्य सीमान्त घर्षण 90 N है।
B तथा C के मध्य सीमान्त घर्षण 80 N है।
C तथा फर्श के मध्य सीमान्त घर्षण 60 N है।
चूकि C तथा सतह के मध्य सीमान्त घर्षण न्यूनतम है अतः सबसे पहले C तथा सतह के मध्य फिसलन प्रारम्भ होगी। यह F = 60 N पर शुरू होगी।

PART-II

1. $a_A = g\,[\sin 45 - \mu_A \cos 45] = \frac{8}{\sqrt{2}}$, $a_B = g\,[\sin 45 - \mu_B \cos 45] = \frac{7}{\sqrt{2}}$

$a_{AB} = a_A - a_B = g\,(\mu_B - \mu_A)\cos 45 = \frac{1}{\sqrt{2}}$, $s_{AB} = \sqrt{2}$

अब $s_{AB} = \frac{1}{2}\, a_{AB}\, t^2 \quad \Rightarrow \quad \sqrt{2} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}\, t^2 \quad \Rightarrow \quad t = 2\text{ sec.}$

2. $F = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25$
$f_r = 0.5 \times 30 = 15$
$a = \frac{25-15}{2} = 5\text{ m/s}^2.$

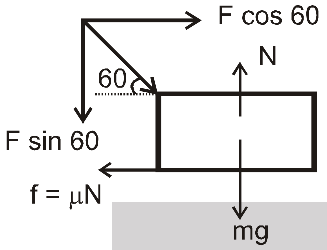
3.# $a_{block} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 0.15 \times 10 = 1.5$
$a_T = 2$
$S_T - S_b = 5$
$\Rightarrow \quad \frac{1}{2} a_T t^2 - \frac{1}{2} a_B t^2 = 5$
$\Rightarrow \quad \frac{1}{2} t^2 [2 - 1.5] = 5$
$\Rightarrow \quad t^2 = 20$
$S_T = \frac{1}{2} a_T t^2$
$= \frac{1}{2} \times 2 \times 20 = 20\text{ m.}$

4.# $a_m = (mg \sin\theta - \frac{\mu}{2} mg\cos\theta) / m = g\sin\theta - \frac{\mu}{2} g\cos\theta$

$$a_M = \frac{Mg\sin\theta + \frac{\mu}{2}mg\cos\theta - \mu(M+m) \quad g\cos\theta}{M}$$

$$S_{mM} = \frac{1}{2} a_{mM} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s_{mM}}{a_{mM}}} = \sqrt{\frac{2\ell}{a_m - a_M}} = \sqrt{\frac{4\ell M}{\mu g\cos\theta(M+m)}} = 2 \text{ sec}$$

5.#



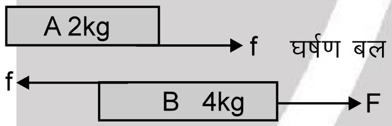
$N = mg + F\sin 60 = \sqrt{3} \times 10 + \frac{F\sqrt{3}}{2}$ ......(i)

$F\cos 60 = \mu N$ ......(ii)

$\Rightarrow \quad \frac{F}{2} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \times (10\sqrt{3} + \frac{F\sqrt{3}}{2})$

$\Rightarrow \quad \frac{F}{2} = 5 + \frac{F}{4} \Rightarrow \frac{F}{4} = 5 \Rightarrow F = 20 \text{ N}$

6.# A और B का मुक्त वस्तु रेखाचित्र है



A तथा B के मध्य फिसलन शुरू होने हेतु, घर्षण बल $f = \mu N = \frac{1}{4} \times 2 \times 10 = 5 \text{ N} = f_{max}$

A + B निकाय पर न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर

$F = (m_A + m_B)\, a = 6a$ ....(1)

A के लिए न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर

$f = m_A a \Rightarrow a_{max} = \frac{f_{max}}{m_A} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m/s}^2$ ....(2)

समीकरण (1) तथा (2) से $F_{min} = (m_A + m_B)\, 2.5 \text{ m/s}^2 = 6 \times 2.5 = 15 \text{ N}$

Ans. $F_{min} = 15$ N

7. यह प्रश्न दो पदों में हल हो सकता है :

पद I : जब वस्तु नत तल पर ऊपर की ओर गतिशील है (चित्र A के अनुसार)

यहाँ $N = mg\cos\alpha$

वस्तु का त्वरण

$$a_1 = -\left(\frac{mg\sin\alpha + \mu N}{m}\right) = -(g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha)$$

Let OP = s

माना वस्तु को v_0 चाल से नत तल के अनुदिश (x-अक्ष के अनुदिश) प्रक्षेपित करते हैं। t समय बाद, वस्तु बिन्दु P ($v = 0$) पर पहुँचती है। (चित्र B में दर्शाये अनुसार)

माना OP = s

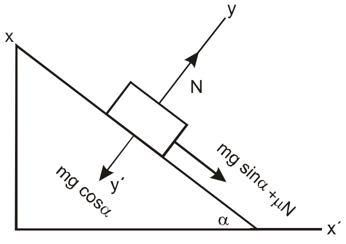


Fig. A

$$s = \left(\frac{\nu_0 + \nu}{2}\right) t_1 = \frac{\nu_0}{2} t_1$$

$$a_1 = \frac{0 - \nu_0}{t_1} \qquad \therefore \ \nu_0 = -a_1 t_1$$

$$\therefore \qquad s = -\frac{a_1 t_1^2}{2}$$

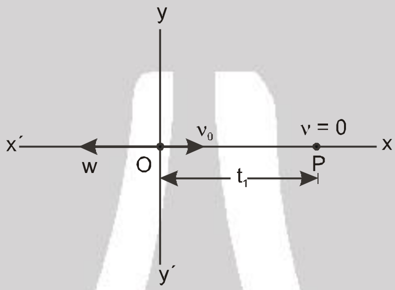


Fig. B

$$\therefore \qquad t_1 = \sqrt{-\frac{2s}{a_1}}$$

$$= \sqrt{\frac{2s}{g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha}} \qquad \text{..........(1)}$$

स्थिति II : जब वस्तु P से वापस आना प्रारम्भ करती है, त्वरण होगा

$$a_2 = \frac{mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha}{m} \quad \text{(In fig.C)} \quad \text{(चित्र C में)}$$

$$= g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\therefore \qquad s = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

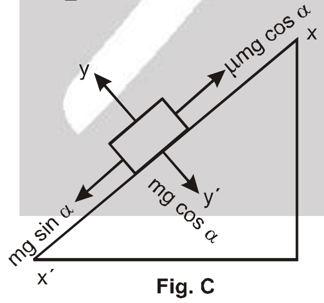


Fig. C

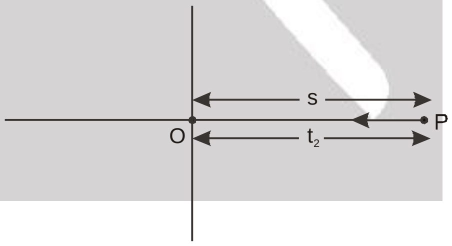


Fig. D

$$\therefore \qquad t_2 = \sqrt{\frac{2s}{a_2}} = \sqrt{\frac{2s}{g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha}} \qquad \text{....(ii)}$$

प्रश्न के अनुसार,

$t_2 = \eta t_1$,

समीकरण (i) और (ii) से t_1 तथा t_2 के मान रखने पर, हम प्राप्त करते हैं

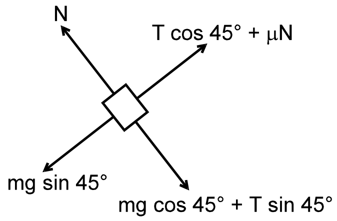
$$\mu = \left[\frac{(\eta^2 - 1)}{(\eta^2 + 1)}\right] \tan \alpha = 0.16 = k$$

than 100 k = 16 Ans.

PART-III

1. *# गुटके का मुक्त वस्तु चित्र निम्न है -

नत तल द्वारा गुटके पर लगाया गया अभिलम्ब बल N है।



नत तल के अनुदिश तथा अभिलम्ब दिशा में गुटके पर न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर -

$mg \sin 45° = T \cos 45° + \mu N$ .... (1)

$N = mg \cos 45° + T \sin 45°$ .... (2)

हल करने पर

$\mu = 1/2$

so any value of μ greater than 0.5 is answer

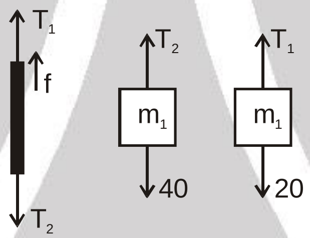
2.*# झिर्री से गुजरने वाले भाग पर न्यूटन का नियम लगाने पर

$T_2 - f - T_1 = 0$

4 किग्रा. द्रव्यमान के लिए $40 - T_2 = 4a$

2 किग्रा. द्रव्यमान के लिए $T_1 - 20 = 2a$

हल करने पर $10 = 6a$

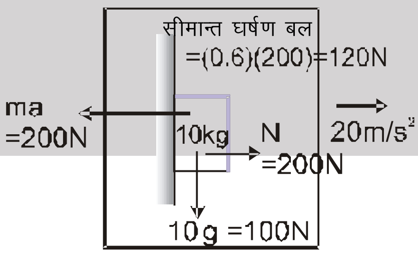


$a = \frac{5}{3}$ m/s^2

2 किग्रा. द्रव्यमान पर रस्सी द्वारा लगाया बल = $T_1 = \frac{70}{3}$ N.

रस्सी में तनाव सब जगह समान नहीं होगा, क्योंकि झिर्री द्वारा घर्षण बल लगाया जाता है।

3.* # भंजन बल अपर्याप्त है, अतः गुटका फिसलन नहीं करेगा।



अतः घर्षण बल = 100 N

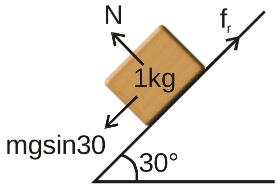
और त्वरण मात्र 20 m/sec^2 होगा।

गुटके पर कुल संपर्क बल = $\sqrt{(200)^2 + (100)^2} = 100\sqrt{5}$ N

सभी यांत्रिक अन्तरक्रियायें सूक्ष्म स्तर पर विद्युत चुम्बकीय प्रवृत्ति की है।

4.*# ब्लॉक ऊपर की ओर घर्षण के कारण गति कर रहा है।

$f_r - mg \sin 30 = ma$



$\Rightarrow \quad f_r - 1 \times 10 \times 1/2 = 1 \times 1$

$\Rightarrow \quad f_r = 6$ N

सम्पर्क बल N तथा f_r का परिणामी बल = $\sqrt{N^2 + f_r^2} = \sqrt{(mg\cos 30)^2 + (6)^2} = 10.5$ N

5.#*✍ माना ब्लॉक A व B साथ–साथ चलते हैं। C, A + B तथा D ब्लॉकों पर न्यूटन के नियम से

60 – T = 6a

T – 18 – T' = 9a

T' – 10 = 1a

हल करने पर a = 2 m/s^2

A व B के बीच फिसलन का जाँचने के लिए हम इस स्थिति में घर्षण बल ज्ञात करते हैं। यदि यह घर्षण बल, सीमान्त घर्षण से कम हो तो A व B के बीच कोई भी फिसलन नहीं होगी

A पर न्यूटन के नियम के प्रयोग से

T – f = 6(2)

चूंकि as T = 48 N

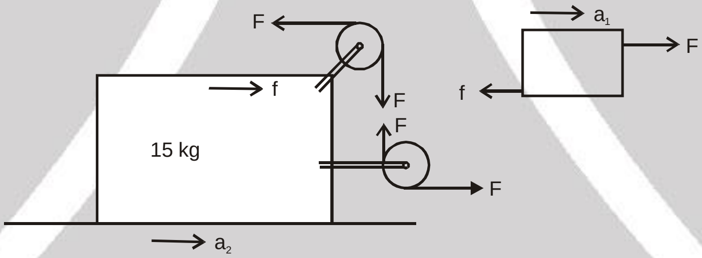
f = 36 N

तथा f_s = 42 N अतः A व B साथ–साथ चलेंगे

तथा T' = 12 N.

PART-IV

1.✍ पहले हम पता करेंगे कि F के किस मान के लिए दोनों पिण्ड साथ–साथ चलेंगे। घर्षण सीमान्त होने तक, वे साथ–साथ चलेंगे। मुक्त वस्तु चित्र का प्रयोग करने पर –



10 किग्रा का पिण्ड, 15 किग्रा० पिण्ड पर तब तक नहीं फिसलेगा जब तक 15 किग्रा. पिण्ड का त्वरण महत्तम नहीं होगा क्योंकि यह इसके ऊपर रखे 10 किग्रा. के पिण्ड के घर्षण बल से उत्पन्न होती है।

$a_1 > a_{2(max)}$

$\frac{F - f}{10} = \frac{f}{15}$ सीमान्त स्थिति के लिए f महत्तम 60 N है।

F = 100 N.

अतः F = 80 N के लिए दोनों साथ–साथ गतिमान होंगे।

अतः दोनों को निकाय लेकर न्यूटन का नियम लगाने पर F = 25a

$a = \frac{80}{25} = 3.2$ m/s^2

2.✍ यदि F = 120 N हो तो फिसलना शुरू हो जायेगा, दोनों के मुक्त वस्तु चित्र से (घर्षण बल 60 N होगा)

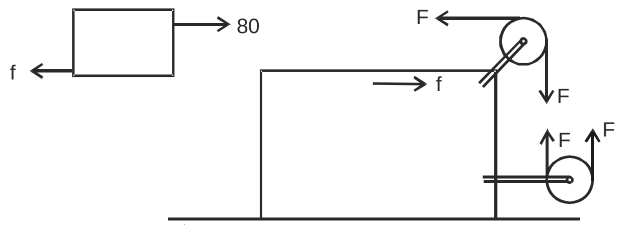
10 किग्रा. पिण्ड के लिए

120 – 60 = 10 a $\Rightarrow$ a = 6 m/s^2

15 किग्रा. पिण्ड के लिए

60 = 15a $\Rightarrow$ a = 4 m/s^2

3. यदि 80 N बल उर्ध्वाधर लगाया जाये, तो



10 किग्रा. पिण्ड के लिए $80 - 60 = 10a$

$a = 2\ m/s^2$

15 किग्रा. पिण्ड के लिए क्षैतिज दिशा में

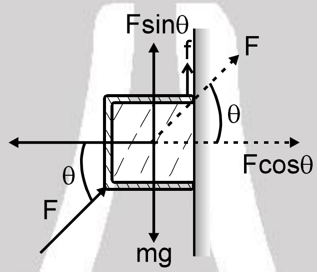
$F - f = 15a$

$a = 4/3\ m/s^2$, बायीं तरफ

4. $F \sin\theta + f = mg$

तथा $F\cos\theta = N$

न्यूनतम के लिए ; $f = \mu N = \mu F\cos\theta$



$\therefore F_{min.} = \dfrac{mg}{\sin\theta + \mu\cos\theta}$

5. चूंकि $f = 0$ $\therefore F \sin\theta = mg$

$F = \dfrac{mg}{\sin\theta}$

6. यदि $F < F_{min}$; ब्लॉक नीचे की ओर फिसलता है

7 to 8. (a) $\mu_2 > \mu_1$ इसलिये दोनों साथ–साथ चलेंगे

और $a = \dfrac{(m_1 + m_2)g\sin\theta - \mu_1 m_1 g\cos\theta - \mu_2 m_2 g\cos\theta}{m_1 + m_2}$

$= g \sin\theta - \dfrac{g(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)}{m_1 + m_2} \cos\theta$

दोनों का $5 - \dfrac{4}{\sqrt{3}}$ $(= 2.7\ m/s^2)$

(b) $\mu_2 < \mu_1$ इसीलिये $a_2 > a_1$

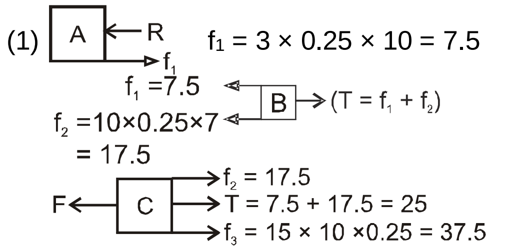
$a_2 = g \sin\theta - \mu_2\, g \cos\theta$

$= 10 \times \dfrac{1}{2} - 0.2 \times 10 \times \dfrac{\sqrt{3}}{2} = 3.2\ m/sec^2$

$a_1 = g \sin\theta - \mu_1\, g \cos\theta = 5 - 1.5\sqrt{3} = 2.4\ m/sec^2$

9 to 10.

(1)



$F = 17.5 + 25 + 37.5 = 80$ N

(2)यदि $F = 200$ तो $a_B = a_C$

$\Rightarrow$ $T - f_1 - f_2 = m_B a$ ....(1)

$F - T - f_2 - f_3 = m_C a$ ....(2)

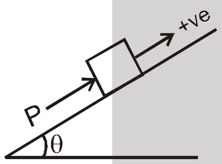
समीकरण (1) व (2) से

$F - f_1 - 2f_2 - f_3 = (m_B + m_C)a$

$= a = \dfrac{F - f_1 - 2f_2 - f_3}{m_B + m_C} = \dfrac{200 - 7.5 - 35 - 37.5}{12}$ 10 m/sec^2

SOLUTIONS OF GEOMETRICAL OPTICS
EXERCISE-3
PART-I

1.#



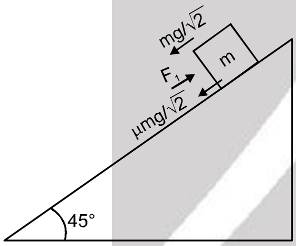
$\tan\theta > \mu$

$P_1 = mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta$

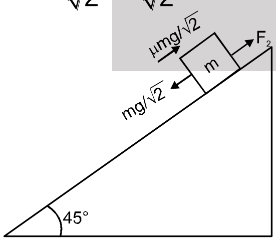
$P_2 = mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$

प्रारम्भ में ब्लॉक की नीचे फिसलने की प्रकृति है तथा क्योकि $\tan\theta > \mu$, अतः अधिकतम घर्षण $\mu mg\cos\theta$ धनात्मक दिशा में लगेगा। जब P का परिमाण P_1 से P_2 तक बढाया जाता है जो घर्षण बल की दिशा धनात्मक से ऋणात्मक हो जाती है तथा अधिकतम हो जाती है अर्थात विपरीत दिशा में $\mu mg\cos\theta$ हो जाती है।

2.



$F_1 = \dfrac{mg}{\sqrt{2}} + \dfrac{\mu mg}{\sqrt{2}}$



$F_2 = \dfrac{mg}{\sqrt{2}} - \dfrac{\mu mg}{\sqrt{2}}$

$F_1 = 3F_2$

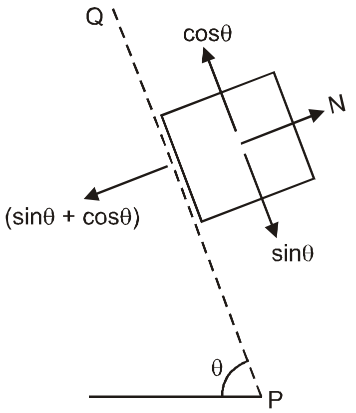
$1 + \mu = 3 - 3\mu$

$4\mu = 2$

$\mu = 1/2$

$k = 10\mu$; $k = 5$**Ans.**

3.#



f = 0, यदि sinθ = cosθ ⇒ θ = 45°

f, Q की ओर होगा, sinθ > cosθ ⇒ θ > 45°

f, P की ओर होगा, sinθ < cosθ ⇒ θ < 45°

4.# ब्लॉक नहीं फिसलेगा यदि $(m_1 + m_2)\,g \sin\theta \le \mu\, m_2\, g \cos\theta$

$3 \sin\theta \le \left(\frac{3}{10}\right)(2) \cos\theta$

$\tan\theta \le 1/5 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\theta \le 11.5^\circ}$

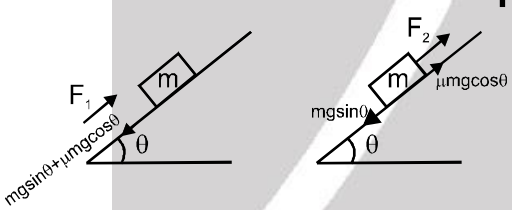
(P) θ = 5° स्थैतिक घर्षण $f = (m_1 + m_2)g \sin\theta$

(Q) θ = 10° स्थैतिक घर्षण $f = (m_1 + m_2)g \sin\theta$

(R) θ = 15° गतिक घर्षण $f = \mu m_2 g \cos\theta$

(S) θ = 20° गतिक घर्षण $f = \mu m_2 g \cos\theta$

PART-II



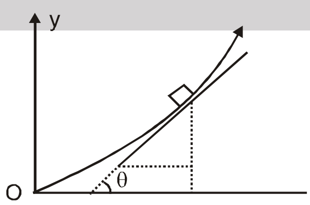
1.

$F_1 = mg \sin\theta + \mu mg \cos\theta$; $F_2 = mg \sin\theta - \mu mg \cos\theta$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sin\theta + \mu\cos\theta}{\sin\theta - \mu\cos\theta}$

$\frac{\tan\theta + \mu}{\tan\theta - \mu} = \frac{2\mu + \mu}{2\mu - \mu} = \frac{3\mu}{\mu} = 3.$

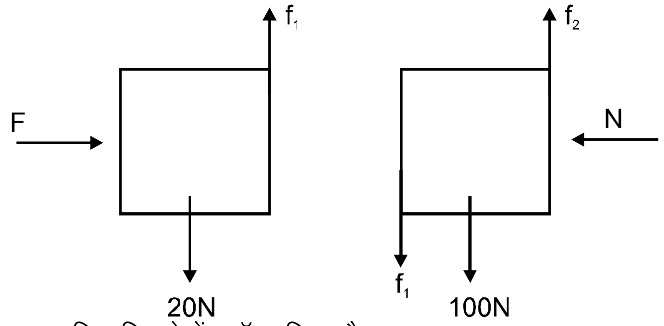
2. $dy/dx = \tan\theta = \mu$ सीमान्त स्थिति में



$\frac{dy}{dx} = \frac{3x^2}{6} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad x = \pm 1$

अतः $y = 1/6$

3.



यह मानिए कि दोनों ब्लॉक स्थिर है।

N = F

f_1 = 20N

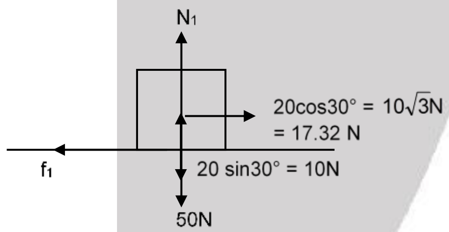
f_2 = 100+20 = 120N

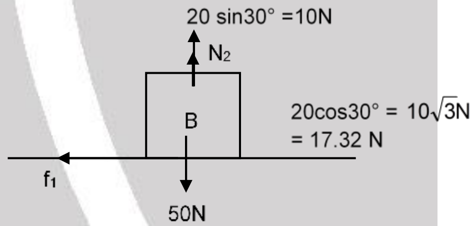
4. $\mu(m + m_2) = m_1$

$m + m_2 = \frac{m_1}{\mu} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{m_1}{\mu} - m_2$

$m = \frac{5}{0.15} - 10 = 23.33\text{kg}$

5.





$N_1 = 50 + 10 = 60N$

$F_{Lim} = 0.2 \times 60 = 12N$

$F_{applied} > 12N$

$\therefore \quad f_1 = 12N$

$\therefore \quad a_1 = \frac{17.32 - 12}{5}$

$= \frac{5.32}{5}$

$N_2 = 50 - 10 = 40N$

$F_{Lim} = 0.2 \times 40 = 8N$

$F_{applied} > 8N$

$\therefore f_1 = 8N$

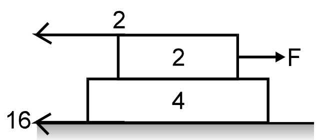
$a_2 = \frac{17.32 - 8}{5}$

$\therefore \quad a_1 - a_2 = -4/5$

$\therefore \quad |a_1 - a_2| = 4/5 = 0.8 \text{ m/s}^2$

HIGH LEVEL PROBLEMS (HLP)

1.# सबसे ऊपरी ब्लॉक के लिए $a_{max.} = 1 \text{ m/s}^2$

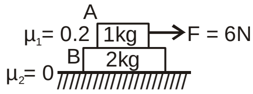


सबसे नीचे के ब्लॉक के लिए $a_{max} = \frac{(24 - 16)}{4} = 2 \text{ m/s}^2$

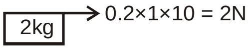
अतः नीचले व बीच वाले ब्लॉक के बीच फिसलन शुरू होगी उससे पहले मध्य व ऊपरी ब्लॉक के बीच फिसलन शुरू हो चुकी होगी।

मध्य ब्लॉक के लिए $\quad F - 18 = 6 \times 2 \quad \Rightarrow F = 30 \text{ N}$

2.# **स्थिति – I :** निचले ब्लॉक के लिए : $a_{max} = \frac{2}{2} = 1 m/s^2$



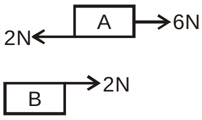
और उभयनिष्ठ संभव त्वरण = $\frac{6}{(1+2)} = 2\ m/s^2$



अतः ब्लॉक भिन्न त्वरणों से गति करेंगे।

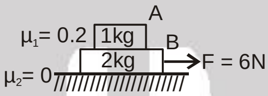
$a_A = \frac{6-2}{1} = 4\ m/s^2$

$a_B = \frac{2}{2} = 1\ m/s^2$



स्थिति – II

जब बल निचले ब्लॉक पर कार्यरत है :–



A का अधिकतम संभव त्वरण = $\frac{2}{1} = 2\ m/s^2$

और दोनों ब्लॉक का उभयनिष्ठ त्वरण = $\frac{6}{(1+2)} = 2\ m/s^2$

अतः दोनों ब्लॉक उभयनिष्ठ त्वरण से गति करेगें $a_A = a_B = 2\ m/s^2$

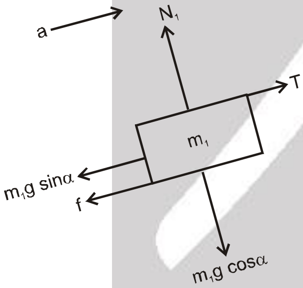
3.# घर्षण की दिशा जाँचने के लिए, हम यहाँ यह मानते हैं कि घर्षण नहीं है। तब निकाय पर कार्यरत कुल बल डोरी के अनुदिश ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर दिया गया है।

$m_2g - m_1g \sin\alpha = (m_1 + m_2)\ a$

$\eta m_1g - m_1g/2 = (m_1 + \eta m_1)a$

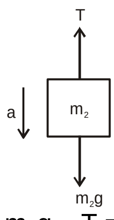
$a = \frac{\eta - \frac{1}{2}}{\eta + 1} g \quad \Rightarrow \quad a > 0.$

इसलिए घर्षण नत तल पर नीचे की ओर कार्यरत है। दिये गये m_1 के FBD से : –



$T - f - m_1g \sin\alpha = m_1a. \Rightarrow T - k\ m_1g \cos\alpha - m_1g\ \text{sing}\ \alpha = m_1a$ ——(i)

∴ m_2 के FBD



$m_2g - T = m_2a$ ——(ii)

(i) व (ii) से

$a = \frac{g(\eta - \sin\alpha - k\cos\alpha)}{(\eta+1)}$

$\eta = 2/3$, $\alpha = 30^o$ तथा $k = 0.1$ रखने पर , $a = 0.05\ g$(m_2 के लिए नीचे की ओर)

4. x दूरी पर द्रव्यमान का त्वरण है

$$a = g(\sin\theta - \mu_0 x \cos\theta)$$

चाल अधिकतम होगी, जब a = 0

$g(\sin\theta - \mu_0 x \cos\theta) = 0$

$x = \dfrac{\tan\theta}{\mu_0}$

अधिकतम गति के लिए

$a = g(\sin\theta - \mu_0 x \cos\theta)$

$\dfrac{vdv}{dx} = g(\sin\theta - \mu_0 x \cos\theta)$

$vdv = (g\sin\theta - \mu_0 gx \cos\theta)dx$

दोनों पक्षों का समाकलन करने पर

$$\int_0^{v_{max}} vdv = \int_0^{\tan\theta/\mu_0} (g\sin\theta - \mu_0 gx\cos\theta)\ dx \quad ; \quad \frac{v_{max}^2}{2} = \left[gx\sin\theta - \frac{\mu_0 gx^2\cos\theta}{2}\right]_0^{\frac{\tan\theta}{\mu_0}}$$

सीमाओं को रखने पर $v_{max} = \sqrt{\dfrac{g\sin\theta\tan\theta}{\mu_0}}$

5.# ब्लॉक का त्वरण $w = \dfrac{mg\sin\alpha - kmg\cos\alpha}{m}$

या $w = g\sin\alpha - kg\cos\alpha$

माना $AB = s \therefore \cos\alpha = \dfrac{\ell}{s}$

$\therefore$ $s = \ell\sec\alpha$

$\therefore$ गति के समीकरण के अनुसार :

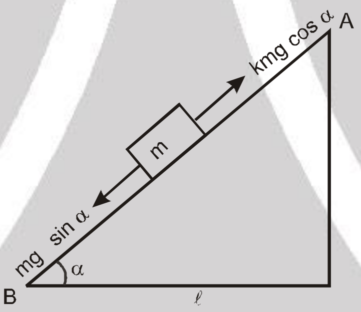


Fig. A

$s = \dfrac{1}{2}wt^2$

$\therefore$ $t = \sqrt{\dfrac{2s}{w}} = \sqrt{\dfrac{2\ell\sec\alpha}{g\sin\alpha - kg\cos\alpha}}$

या $t^2 = \dfrac{2\ell\sec\alpha}{g(\sin\alpha - k\cos\alpha)} = \dfrac{2\ell}{g(\sin\alpha\cos\alpha - k\cos^2\alpha)}$

t_0 के न्यूनतम के लिए,

$\sin\alpha\cos\alpha - k\cos^2\alpha$ अधिकतम है

$\dfrac{d}{d\alpha}(\sin\alpha\cos\alpha - k\cos^2\alpha) = 0$

$\cos^2\alpha - \sin^2\alpha + 2k\cos\alpha\sin\alpha = 0$

$\cos 2\alpha + k\sin 2\alpha = 0$

$\tan 2\alpha = \dfrac{-1}{k}$

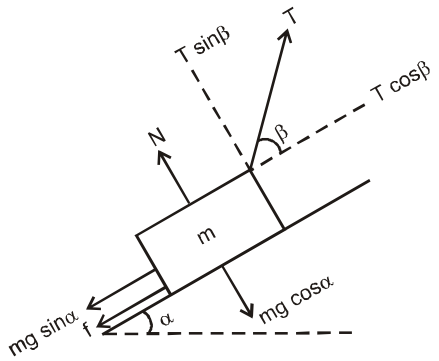
$\Rightarrow$ $\alpha = \dfrac{1}{2}\tan^{-1}\left(\dfrac{-1}{k}\right)$

मान रखने पर, $\alpha = 49^o$

6.# सीमान्त घर्षण के लिए

$N + T \sin\beta = mg \cos\alpha$

$\Rightarrow N = mg \cos\alpha - T \sin\beta$ ——(i)



और, $T\cos\beta = mg \sin\alpha + f$

$= mg \sin\alpha + k\,(mg \cos\alpha - T \sin\beta)$ ((i) से]

$\Rightarrow T(\cos\beta + k \sin\beta) = mg \sin\alpha + k\,mg \cos\alpha$

$\Rightarrow T = \dfrac{mg\;(\sin\alpha + k\cos\alpha)}{(\cos\beta + k\sin\beta)}$

T के न्यूनतम मान के लिए, $\cos\beta + k \sin\beta$ अधिकतम होना चाहिए

माना $y = \cos\beta + k \sin\beta$

$\dfrac{dy}{d\beta} = -\sin\beta + k\cos\beta = 0$

$\Rightarrow \tan\beta = k$

$\therefore T_{min} = \dfrac{mg(\sin\alpha + k\cos\alpha)}{\left(\dfrac{1}{\sqrt{1+k^2}} + \dfrac{k^2}{\sqrt{1+k^2}}\right)} = \dfrac{mg(\sin\alpha + k\cos\alpha)}{\sqrt{1+k^2}}$

7.# **पद–I :** अलग FBD बनाने पर : चित्र B में P डोरी पर एक बिन्दु है

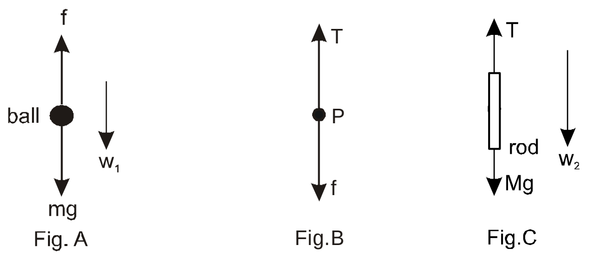
चित्र A से

$mg - f = mw_1$

$\therefore \quad w_1 = \dfrac{mg - f}{m}$ .....(i)

चित्र B से,

$T = f$ .....(ii)



चित्र C से

$$Mg - T = Mw_2$$
$$Mg - f = Mw_2$$

$\therefore \quad w_2 = \dfrac{Mg - f}{M}$ ......(iii)

पद II : गतिक संम्बंध लगाने पर :

$s_{rel} = u_{rel}\, t \ \dfrac{1}{2}\, w_{rel}\, t^2$ (चित्र D के अनुसार)

यहाँ $s_{rel} = \ell$, $u_{rel} = 0$

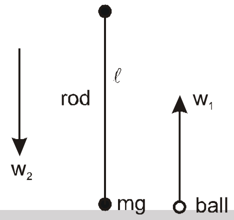


Fig. D

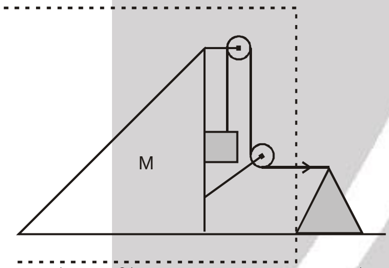
$$w_{rel} = w_2 - w_1$$

$\therefore \quad \ell = \dfrac{1}{2}(w_2 - w_1)\, t^2 \qquad \therefore \quad t = \sqrt{\dfrac{2\ell}{(w_2 - w_1)}}$

w_1 व w_2 के मान रखने पर

$$f = \frac{2\ell Mm}{(M - m)t^2}$$

8.#



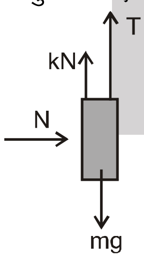
चित्र में दर्शाये अनुसार निकाय मानने पर

$\therefore \quad T = (M + m)a.$

a दोनों द्रव्यमानों का क्षैतिज दिशा में उभयनिष्ठ त्वरण है।

वस्तु m को निकाय के रूप में लेने पर

वस्तु के लिए F.B.D. होगा



$\therefore \quad N = ma$ (m क्षैतिज दिशा में त्वरण a रखता है)

यह भी $mg - kN - T = ma$ (m नीचे की ओर वेज के सापेक्ष a त्वरण रखता है बधिंत गति के कारण)

या $a = \dfrac{mg}{M + 2m + Km}$; $\vec{a}_{bg} = \vec{a}_{bw} + \vec{a}_{wg}$

$$|\vec{a}_{bg}| = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}a = \frac{\sqrt{2}mg}{M + 2m + Km} = \frac{\sqrt{2}g}{2 + K + M/m}$$

9.# यदि वस्तुओं का त्वरण शून्य है। तब वस्तु (1), गुटके पर दायीं ओर फिसलती है व वस्तु (2) नीचे की ओर गति करती है। फिसलन को रोकने के लिए, गुटके के तंत्र (अजड़त्वीय निर्देश तंत्र) में प्रत्येक वस्तु पर कुल बल शून्य होना चाहिए।

In fig. A, चित्र A में , $T = mw + kmg$ ....(i)

In fig. B, चित्र B में, $T + kN = mg$ ....(ii)

$N = mw$ ....(iii)

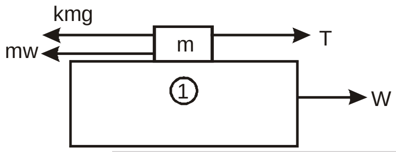


Fig. A

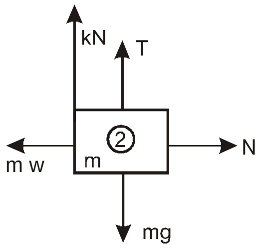


Fig. B

(ii) व (iii) से हम प्राप्त करते हैं

$T + kmw = mg$

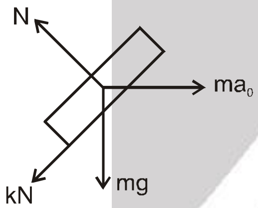
$T = mg - kmw$ ....(iv)

(i) व (iv) से हम प्राप्त करते हैं

$w = \dfrac{g(1-k)}{(1+k)}$ ....(v)

चूंकि वस्तु का गुटके के सापेक्ष त्वरण (w_{rel}) शून्य है, इसलिए w का मान समीकरण (v) में न्यूनतम मान के बराबर होगा।

10.#



(वेज का बायीं ओर त्वरण a_0 है)

जैसा कि a_0 बढ़ने पर, ma_0 का घटक नत तल पर बढ़ जायेगा और घर्षण उसके अधिकतम मान को प्राप्त कर लेगा।

नत तल के अनुदिश व लम्बवत् बल की समीकरण लिखने पर

$ma_0 \cos\alpha - mg \sin\alpha - kN = 0$ ....(i)

$mg \cos\alpha + ma_0 \sin\alpha = N$ ....(ii)

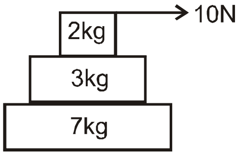
समीकरण (i) व (ii) से ,

$a_0 \cos\alpha - g \sin\alpha = kg \cos\alpha + K a_0 \sin\alpha$

$a_0 (\cos\alpha - k \sin\alpha) = g\{k \cos\alpha + \sin\alpha\}$

$a_0 = \dfrac{g\{k\cos\alpha + \sin\alpha\}}{\{\cos\alpha - k\sin\alpha\}} = g(1 + k \cot\alpha) / (\cot\alpha - k)$

11. (i) मानिये कि कहीं पर भी फिसलन नहीं है व तीनों ब्लॉक का उभयनिष्ठ घर्षण a है।



बल समीकरण लिखने पर F = ma

10 = 12a or या a = 5/6.

Now $f_{max.}$ between 2 kg & 3kg is

$\mu_1 N = 0.2 \times 20 = 4N.$

2 kg ब्लॉक के FBD के लिए :

$F - f = ma = 2 \times 5/6$

$10 - f = 10/6$

$10 - 10/6 = f$

$50/6 = f > f_{max}$

$\therefore$ यहाँ 2 kg व 3 kg ब्लॉक के बीच फिसलन होगी। अब फिसलन मानने पर नई समीकरण होगी

$F - f_{max} = ma_1$

$10 - 4 = 2a_1$ or या $a_1 = 3\ ms^{-2}$

3 kg व 7 kg को निकाय के रूप में लेकर बल समीकरण लिखने पर

$f_{max} = 10\ a_0.$

या $4 = 10\ a_0 \Rightarrow a_0 = 0.4\ ms^{-2}$

3 kg व 7 kg ब्लॉक के बीच आवश्यक घर्षण बल जाँचने के लिए

7 kg ब्लॉक पर $F = 7 \times 0.4 = 2.8$ N

7 kg व 3 kg के मध्य $f_{max} = 0.3\ N_2 = 0.3 \times 50 = 15$ N

$2.8 < f_{max}$

अतः दोनों ब्लॉको के मध्य फिसलन नहीं होगी।

(ii)अब यदि बल को 3 kg के ब्लॉक पर लगाया जाये

मानिये कि कहीं पर भी फिसलन नहीं है व तीनों ब्लॉक का उभयनिष्ठ घर्षण $\frac{5}{6} ms^{-2}$ है।

अब पूरे निकाय को दुबारा उभयनिष्ठ त्वरण $\frac{5}{6}\ ms^{-2}$ से ले जाने पर

$a = \frac{5}{6}\ ms^{-2}$ के लिए, 2 kg व 3 kg के ब्लॉक के मध्य आवश्यक घर्षण $= m_1 a = 2 \times \frac{5}{6} = \frac{5}{3} N < f_{max}$

$\therefore$ इनके मध्य फिसलन नहीं होगी

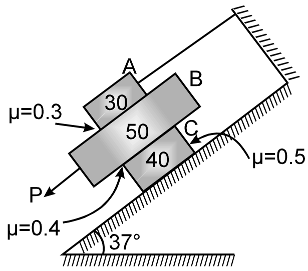
इसी प्रकार 7 kg ब्लॉक के लिए आवश्यक घर्षण $= m_3 a = 7 \times \frac{5}{6} = \frac{35}{6}\ N < f_{max}$

अतः यह इनके मध्य फिसलन नहीं होगी

$\therefore a_1 = a_2 = a_3 = \frac{5}{6} ms^{-2}$

(iii) (b) के समान ही

12.# $f_{ABmax} = 0.3 \times 30g \cos37°$



$f_{ABmax} = 0.3 \times 30g \cos37° = 72$ N

$f_{BCmax} = 0.4 \times 80g \cos37° = 256$ N

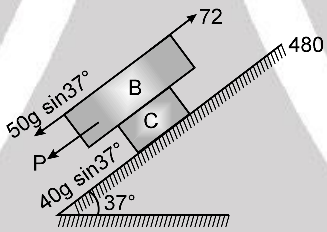
$f_{Cmax} = 0.5 \times 120g \cos37° = 480$ N

जब ‘B’ ब्लॉक को खींचा जाता है, दो स्थितियाँ संभव है।

(1) B & C दोनों साथ–साथ गति करें व यहाँ A व B संपर्क एवं C व वेज संपर्क के बीच ठीक फिसलना प्रारम्भ हो।

(2) A & C रूके रहे व केवल 'B' नीचे की ओर गति करे।

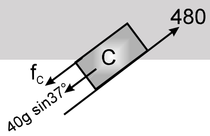
स्थिति (1) को लेने पर, माना B व C साथ–साथ गति करते हैं व यहाँ A व B एवं वेज तथा C के बीच ठीक फिसलना प्रारम्भ हो



$\Rightarrow \quad P + 40\,g \sin 37° + 50\,g \sin 37° - 72 - 480 = 0 \quad \Rightarrow \quad P = 12$ N

B व C के घर्षण जाँचने के लिए

$f_{BC} + 40\,g \sin 37° - 480 = 0$



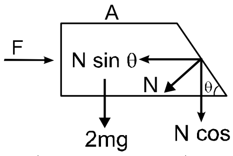
$f_{BC} = 240$

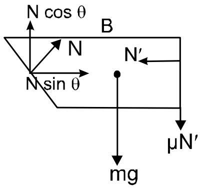
जो सीमा के अन्दर है इसलिए स्थिति सही है

इसलिए बल जिसके लिए फिसलन नहीं है $P_{max} = 12$ N इस बल के लिए B व C दोनों साथ गति करेंगे।

Ans. P = 12 N

13.# (i) A व B का मुक्त वस्तु रेखाचित्र है





A के साम्यावस्था में रहने हेतु ; $F = N \sin\theta$ ....(1)

B को ऊपर उठाने हेतु ; $N \cos\theta = mg + \mu_s N'$ ....(2)

B को क्षैतिज साम्यावस्था हेतु ; $N' = N \sin\theta$ …..................(3)

समीकरण (2) व (3) से

$N (\cos\theta - \mu_s \sin\theta) = mg$ or या $N = \left(\frac{4}{5} - \frac{2}{3} \times \frac{3}{5}\right) mg$ or या $N = \frac{5}{2} mg$ ....(4)

समीकरण (1) से $F = N \times \frac{3}{5}$ $\Rightarrow$ $\therefore\ F = \frac{3}{2}\ mg$

(ii) A का त्वरण a तथा B का b है

$F - N \sin\theta = 2ma$ ....(1)

$N \cos\theta - mg - \mu_k N' = mb$ ....(2)

$N' = N \sin\theta$ ....(3)

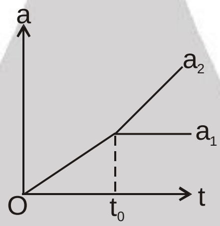
बंधित गति से =

$a \sin\theta = b \cos\theta$ ....(4)

समीकरण (1), (2) , (3) व (4) को हल करने पर $\Rightarrow$ $b = \frac{3g}{22}$

14. जब $t \le t_0$, त्वरण $a_1 = a_2 = kt / (m_1 + m_2)$;

जब $t \ge t_0$, $a_1 = \mu g m_2 / m_1$, $a_2 = (kt - \mu m_2 g) / m_2$. यहाँ $t_0 = \frac{\mu g(m_1 + m_2)}{k} \times \frac{m_2}{m_1}$

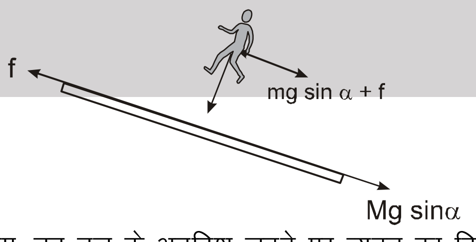


जब $t \le t_0$, कोई फिसलन नहीं होती है तथा त्वरण $a_1 = a_2 = kt / (m_1 + m_2)$;

जब $t \ge t_0$ प्लांक तथा छड़ के मध्य अधिकतम घर्षण बल लगेगा।

$a_1 = \mu g m_2 / m_1$, $a_2 = (kt - \mu m_2 g) / m_2$.यहां $t_0 = \frac{\mu g(m_1 + m_2)}{k} \times \frac{m_2}{m_1}$

15.# व्यक्ति व लट्ठे का मुक्त वस्तु रेखाचित्र -



लट्ठे को विराम पर रखने के लिए, नत तल के अनुदिश लट्ठे पर न्यूटन का द्वितीय नियम आरोपित करने पर

$Mg \sin\alpha = f$ ....(1)

एवं नत तल के अनुदिश व्यक्ति पर न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर –

$mg \sin\alpha + f = ma$ ....(2)

$a = g \sin\alpha \left(1 + \frac{M}{m}\right)$ नत तल के नीचे की ओर

वैकल्पिक हल :

यदि घर्षण बल व्यक्ति पर नत तल के ऊपर की ओर लिया जाता है तो नत तल के अनुदिश व्यक्ति व लट्ठे पर न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर

$f + Mg \sin\alpha = 0$ ....(1)

$mg \sin\alpha - f = ma$ ....(2)

(1) व (2) को हल करने पर

$a = g \sin\alpha \left(1 + \frac{M}{m}\right)$ नत तल के नीचे की ओर

वैकल्पिक हल :

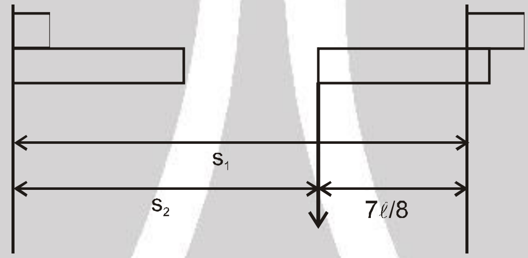
नत तल के अनुदिश व्यक्ति + लट्ठे के निकाय पर न्यूटन के द्वितीय नियम आरोपित करने पर -

$mg \sin\alpha + Mg \sin\alpha = ma$

$a = g \sin\alpha \left(1 + \frac{M}{m}\right)$ नत तल के नीचे की ओर

16.# $a_1 = \frac{mg - \mu_k mg}{2m} = \frac{g}{2}(1 - \mu_k)$

$a_2 = \frac{\mu_k mg}{4m} = \frac{\mu_k g}{4}$



$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2$

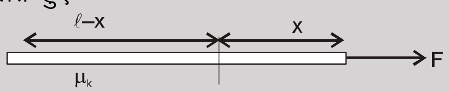
$s_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2$

$s_1 - s_2 = \frac{7\ell}{8} \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{g}{2}(1 - \mu_k)t^2 - \frac{1}{2}\frac{g}{4}\mu_k t^2 = \frac{7\ell}{8}$

$\Rightarrow t^2 = \frac{7\ell}{2g(1-\mu_k) - g\mu_k} = \frac{7\ell}{g(2 - 3\mu_k)}$

$s_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2 = \frac{1}{2} \times \frac{\mu_k g}{4} \times \frac{7\ell}{g(2-3\mu_k)} = \frac{7\ell\mu_k}{8(2-3\mu_k)}$

17.# दी गई स्थिति में जंजीर पर बल लेते हुए



$F - \mu_k(\ell - x)\rho g = \ell\rho a$

$\frac{F}{\rho\ell} - \frac{\mu_k(\ell - x)g}{\ell} = \frac{dv}{dx}.v.$

$\int_0^\ell \frac{F}{\rho\ell}dx - \int_0^\ell \frac{\mu_k(\ell - x)}{\ell} g dx = \int_0^v dvv$; $\frac{F}{\rho\ \ell} x\Big|_0^\ell - g\mu_k\left(x - \frac{x^2}{2\ell}\right)\Big|_0^\ell = \frac{v^2}{2}\Big|_0^v$

$\frac{F}{\rho} - g\mu_k \frac{\ell}{2} = \frac{v^2}{2}$

$\sqrt{\frac{2F}{\rho} - \mu_k g\ell} = v = 4$ m/s