

जड़त्व एवं गति के नियम

बल [Force] :- बल वह धक्का या खिंचाव है किसी वस्तु के स्थिति में परिवर्तन लाता है या परिवर्तन लाने का प्रयास करती है।

इसका मात्रक S.I पद्धति में न्यूटन है तथा C.G.S पद्धति में डाइन है।

$$1 \text{ न्यूटन} = 10^5 \text{ डाइन}$$

जड़त्व [Inertia] :- किसी वस्तु का वह गुण जो अपनी गति में होने वाले परिवर्तन का विरोध करता है अर्थात् वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी गति को अक्षय या किमालव में परिवर्तन का विरोध करती है।

जड़त्व के प्रकार :-

यह निम्नलिखित प्रकार का होता है।

विराम का जड़त्व -

- 1- पदार्थ का वह गुण जिसके कारण वह अपनी विराम अवस्था में परिवर्तन का विरोध करता है, विराम का जड़त्व कहलाता है। इसके निम्नलिखित उदाहरण हैं।

- 1- बस के अचानक चलने से बस में खड़ा यात्री पीछे की ओर गिर पड़ता है। बस के अचानक चलने से पैर तो गतिशील हो जाता है किंतु शेष शरीर विराम के जड़त्व के कारण स्थिर रहता है इसलिए यात्री पीछे गिर पड़ता है।

2. डालियो को हिलाने से उसमें लगे फूल गिर जाते हैं। डालियो के हिलाने से उसमें लगे फूल विराम के जड़त्व के कारण स्थिर बना रहता है जिसके कारण झटकर नीचे गिर जाता है।

कूम्बल को जोर से झटका देने पर इसमें लगे फूल के गुण विराम के जड़त्व के कारण इतने अलग हो जाते हैं।

② चालती हुई ट्रेन या बस में उतरते समय यात्री आगे की ओर गिर पड़ता है।
क्योंकि यात्री का पैर उतरते ही स्थिर हो जाता है जबकि शरीर गति के जड़त्व के कारण गतिशील होता है, परिणामस्वरूप यात्री आगे गिर पड़ता है।

③ चालती ट्रेन में गेव उधालने पर वह गति के जड़त्व के कारण हाथ में गिर जाता है।

④ दोड़ते हुए छोड़े के अवधानक आने पर घुड़सवार गति के जड़त्व के आगे गिर जाता है।

दिशा का जड़त्व: [Inertia of Direction]

वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी दिशा में परिवर्तन का विरोध करती है।

PAGE NO. :
DATE : / /

मीने पर गोली मारने पर डोलने होता है जबकि स्प्रिंग मारने पर जोला इतना धक्का है, खेला जति विटाम के जड़ल के कारण होता है।

गति का जड़त्व [Inertia of motion]

वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करता है, गति का जड़त्व कहलाता है। इसके कुछ उदाहरण निम्न लिखित हैं।

① चलती हुई रेलगाड़ी के अचानक रुकने पर उसमें खड़े यात्री वाले की ओर धिर जाता है।

जब वाहन चल् रहा होता है तो यात्री का शरीर भी गतिमान होता है। रेलगाड़ी के अचानक रुकने पर यात्री का पूरा स्प्रिंग हो जाता है। किन्तु शेष शरीर गति के जड़त्व के कारण गति में बना होता है।

PAGE NO.:
DATE: / /

* गुरुत्व का गति नियम *

गुरुत्व ने गति विषयक तीन नियम
दिया जिन गुरुत्व के गति विषयक
नियम कहा जाता है।

प्रथम नियम :-

इस नियम के अनुसार
यदि कोई वस्तु स्थिर है तो यह
रहेगी गति कर रही है तो गति
करती रहेगी जब तक उस पर कोई
बाह्य बल ना लगाया जाये यह नियम
गुरुत्व का नियम कहलाता है।

* इसे जड़त्व का नियम कहते हैं।

संवेग : (Momentum) :- किसी पिण्ड

के द्रव्यमान व उसके वेग के गुणन
फल को संवेग कहते हैं इसे p
से प्रदर्शित करते हैं।

$$p = m \times v$$

* यह एक सदिश राशि है इसका
मापक kg m/sec होता है।

Dimension of momentum]

$$= [MLT^{-1}]$$

① यदि दो पिण्ड समान वेग से गतिशील हों

$$\text{माना } p_1 = m_1 v_1 = m_1 v$$

$$p_2 = m_2 v_2 \rightarrow m_2 v$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v}{m_2 v} = \frac{m_1}{m_2}$$

② यदि पिण्डों के द्रव्यमान समान किन्तु वेग भिन्न हों

$$p_1 = m v_1 \quad p_2 = m v_2$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m v_1}{m v_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

③ जब द्रव्यमान व वेग भिन्न हों

$$p_1 = m_1 v_1 \quad p_2 = m_2 v_2$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \left[\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \right]$$

$$\Rightarrow [m_1 v_2 = m_2 v_1]$$

यदि कहीं जा सकती है कि -
कितनी पिण्ड के
इसमान वेग के तुल्यमानुपाती है

$$\boxed{m \propto \frac{1}{v}}$$

2. गति का द्वितीय नियम :-

इस नियम के अनुसार कितनी पिण्ड में संवेग परिवर्तन के दर द्वारा व्यक्त बाह्य बल के समानुपाती होता है।

यह नियम न्यूटन का गति विषयक द्वितीय नियम कहलाता है।

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

∴ ΔP बाह्य बल

P = संवेग ∴ समय

$$P = mv$$

$$\Delta P = m \Delta v$$

$$\Delta f = \frac{\Delta V \cdot m}{\Delta t}$$

$$\therefore \frac{\Delta V}{\Delta t} = 9$$

$$F = ma$$

अर्थात् पिण्ड पर आरोपित बल उसके द्रव्यमान व त्वरण के गुणनफल के बराबर होता है।

न्यूटन के द्वितीय नियम के निष्कर्ष:

(1) यदि

कोई पिण्ड एक समान वेग से गतिरहित है, तो उसके लिए किसी बाह्य बल की आवश्यकता नहीं होती।

(2) किसी पिण्ड के परिवर्तन करने के लिए बाह्य बल की आवश्यकता होती है।

(3) यह नियम एक सार्वत्रिक नियम है-

Question

150 g के द्रव्यमान की ग्लायस 12 km/sec के वेग से गतिमान है।
विपरीत दिशा में 10 m/sec के वेग से जा रही है। बल्ले द्वारा

लेगाया वल वल 1 sec के लिए लगा है

$$F = ?$$

$$m = 150g \quad .15 \text{ Kg}$$

$$v_1 = 12 \text{ m/sec} \quad v_2 = 20 \text{ m/sec}$$

$$\Delta t = .1 \text{ sec} \quad F = ?$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \left[\frac{\Delta v m}{\Delta t} \right]$$

$$F = \frac{m (v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

$$= \frac{.15 (20 - 12)}{.1}$$

$$\frac{.15 \times 8}{.1} = \frac{1.2}{.1}$$

$$F = 12 \text{ N} \text{ Ans}$$

आवेग Impulse \rightarrow

जब कोई बल किसी वस्तु में बहुत कम समय के लिए कार्य करता है तो बल तथा समयान्तराल के गुणफल को बल का आवेग कहा जाता है। इसे I से Represent करते हैं।

$$I = F \cdot \Delta t$$

मात्रक - न्यूटन. सेकंड

$$\text{Dimension} \rightarrow [MLT^{-2}][T] \\ = [MLT^{-1}]$$

संवेग तथा आवेग में सम्बन्ध :-

$$P = m \cdot v$$

$$\Delta P = m \cdot \Delta v$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = m \cdot a$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = F$$

$$\therefore F \cdot \Delta t = I$$

$$\Delta P = I$$

पृष्ठ सं. : 11
PAGE NO. :
DATE : / /

न्यून का गति विषयक हमीव नियम

क्रिया के बराबर पर परस्पर विपरीत
क्रिया होती है इस नियम को क्रिया
प्रतिक्रिया का नियम कहते हैं। यद्यपि
का गति विषयक यह नियम है।

$$F_{AB} + F_{BA} = 0$$

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

उदा०

(i) क्रिया प्रतिक्रिया के कारण चल पड़े
है।

(ii) जब मनुष्य पानी में बैठता है तो
जितने बल से पानी धुक्कना है उतने
ही बल से आगे बढ़ता है। यह क्रिया
प्रतिक्रिया के उदाहरण है।

(iii) नाव से किनारे की ओर कूदने पर
नाव क्रिया प्रतिक्रिया के कारण
पीछे हटती है।

(iv)

जब बन्दूक से गोली इस्सरी है तो बन्दूक भी पीछे हटती है।

संवेग संरक्षण का नियम -

यदि किसी वस्तु पर कोई बाह्य बल कार्य न कर रहा हो तो बाह्य उसका संवेग नियत रहता है। इस नियम को Law of Conservation of momentum कहा जाता है।

$$m \cdot v = p$$

यदि $p = 0$

$$\Delta p = m \cdot \Delta v$$

$$\Delta p = F_{\text{ext}} \Delta t = 0 \cdot \Delta t$$

$$\Delta p = 0$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \Delta v}{\Delta t}$$

$$\therefore \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

$$\Delta p = \text{constant}$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = m \cdot a$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F_{\text{ext}}$$

$$\Delta p = F_{\text{ext}} \times \Delta t$$

खेपे संरक्षण के नियम के व्याख्या

उदा. 1 -

जब कुदुक से गोली दगी जाती है तो कुदुक भी उठने से संकेत से पीछे हटती है जिस संकेत से जाली जाती है।

मान लिया कुदुक का द्रव्यमान m_1 तथा गोली का द्रव्यमान m_2 तथा वे वे v_1 तथा v_2 वे हों

$$F_{AB} = m_1 v_1$$

$$F_{BA} = m_2 v_2$$

सुत्र:

$$[F_{AB} + F_{BA} = 0]$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$$

$$[m_1 v_1 = -m_2 v_2]$$

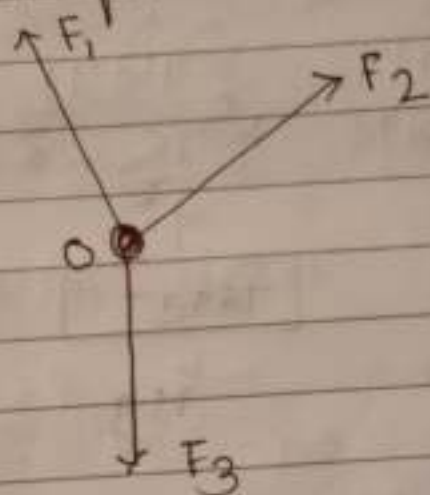
[परिणाम बराबर पर विरुद्ध दिशा में]

- ① जब बम में विस्फोट कराया जाता है। तो प्रत्येक टुकड़े के संवेग का योग 0 होता है।

$$[m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3 = 0]$$

संगामी बल - \rightarrow

Concurrent force



जब किसी बिन्दु पर दो या दो से अधिक बल कार्य करते हैं तो इन बलों को संगामी बल कहते हैं। यदि इन बलों का परिणामी बल F हो तो

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

F = संगामी बल का परिणामी बल
 F_1, F_2, F_3 = संगामी बल

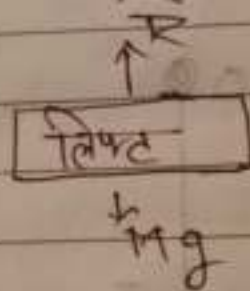
चाहे $F = 0$ हो तो

$$0 = F_1 + F_2 + F_3$$

लिफ्ट में व्यक्ति का सञ्चाली भार जब कोई व्यक्ति लिफ्ट में खड़ा होता है तो उसके भार में कमी या अधिकता नहीं होता है इस भार को सञ्चाली कहते हैं।

यहाँ तीन स्थितियाँ संभव हैं।
जब लिफ्ट स्थिर है।

i-



$$R - mg = 0$$

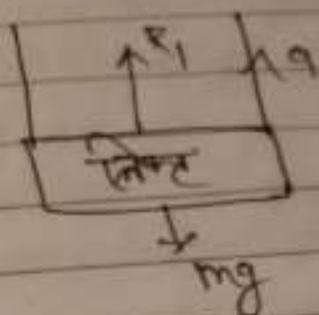
$$R = mg$$

$$mg = W \text{ भार}$$

$$R = W$$

इस स्थिति में व्यक्ति के भार में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

ii- जब लिफ्ट ऊपर की ओर गति कर रहा है।



जब लिफ्ट एक त्वरण ऊपर की ओर गतिशील है तो (a) उस पर लगने वाला परिणामी बल

$$F = ma \quad \text{--- (I)}$$

$$F = R_1 - mg \quad \text{--- (II)}$$

समी ① व ② से

$$ma = R_1 - mg$$

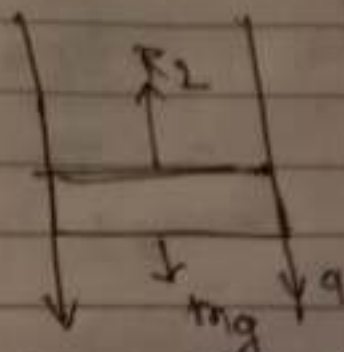
$$R_1 = mg + ma$$

$$\boxed{R_1 = m(g + a)}$$

इस लिफ्ट में व्यक्ति को अपना भार बढ़ा हुआ प्रतीत होता है।

iii

जब लिफ्ट नीचे की ओर जा रही है



जब लिफ्ट a तरफ से नीचे की ओर जा रही है तो व्यक्ति पर लगने वाला परिणामी बल

$$F = ma \quad \text{--- (I)}$$

$$F = mg - R_2 \quad \text{--- (II)}$$

समी ① व ② से

$$ma = mg - R_2$$

$$R_2 = mg - ma$$

$$\boxed{R_2 = m(g - a)}$$

इस स्थिति में व्यक्ति का भार घटता हुआ प्रतीत होता है।

① एक लिफ्ट को 2 m/s^2 के त्वरण से नीचाया जाता है। यदि 50 kg व्यक्ति लिफ्ट में हो तो उसके अनुभवी भार की गणना कीजिए

- i- जब लिफ्ट स्थिर है ।
 ii- जब लिफ्ट ऊपर की ओर गतिशील है
 iii- जब लिफ्ट नीचे की ओर गतिशील है

i- जब लिफ्ट स्थिर हो

$$F = mg$$

$$= 50 \times 10$$

$$= 500 \text{ N}$$

ii- जब लिफ्ट ऊपर की ओर गतिशील हो

$$R = m(g + a)$$

$$= 50(10 + 2)$$

$$= 50 \times 12$$

$$= 600 \text{ N}$$

iii- जब लिफ्ट नीचे की ओर गतिशील हो

$$R = m(g - a)$$

$$= 50(10 - 2)$$

$$= 50 \times 8$$

$$= 400 \text{ N}$$

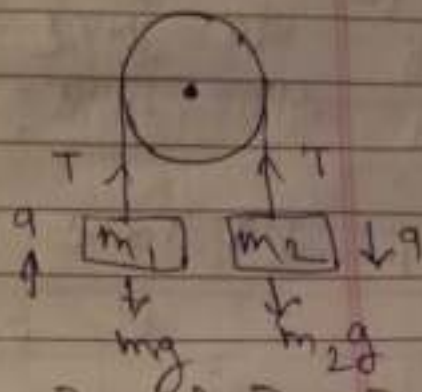
Imp.

PAGE NO.:
DATE: / /

सम्बन्ध पिण्डों का गति :-

Motion of connected bodies \rightarrow

धिरनी से गुजरती डोरी से सम्बन्ध पिण्डों का गति :-



मान लिया

धिरनी m_1 और m_2 दो पिण्डों को एक साथ डोरी के द्वारा सम्बन्ध किया गया है

$m_2 > m_1$ पिण्ड m_2 m_1 से बड़ा है

दोनों ही अवस्थानों पर समान त्वरण a कार्य करता है किन्तु दिशा उनकी विपरीत होगी। डोरी का तनाव बल T है।

पहले पिण्ड के लिए

$$T - m_1 g = m_1 a \quad \text{--- (1)}$$

दूसरे पिण्ड के लिए

$$m_2 g - T = m_2 a$$

समी ① व ② को जोड़िए

$$T - m_1 g + m_2 g - T = m_1 a + m_2 a$$

$$-m_1 g + m_2 g = m_1 a + m_2 a$$

$$g(m_2 - m_1) = a(m_1 + m_2)$$

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2} \quad \text{--- (3)}$$

T के मान के लिए

समी ③ का मान समी ① में रखते हैं

$$T - m_1 g = m_1 a \quad \text{--- (1)}$$

$$T - m_1 g = m_1 \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) g$$

$$T - m_1 g = m_1 g \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right)$$

$$T = m_1 g \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) + m_1 g$$

$$T = m_1 g \left[\left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) + 1 \right]$$

$$T = m_1 g \left[\frac{m_2 - m_1 + m_1 + m_2}{m_1 + m_2} \right]$$

$$T = m_1 g \left[\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right]$$

$$T = \left(\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$$

Ques-1 5kg भारी पिण्ड 3kg हल्के पिण्ड के दो पिण्ड एक से बंधे हैं जो एक एक क्षैपणीय सिलनी से होकर गुजरती हैं। तो 3kg के पिण्ड में उत्पन्न त्वरण व त्वरण की दिशा।

$m_1 =$ हल्के पिण्ड का द्रव्यमान

$m_2 =$ भारी पिण्ड का द्रव्यमान
 $= 5$

$$g = 10 \text{ m/sec}^2$$

$$a = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) g = \left(\frac{5-3}{5+3} \right) \times 10$$

$$= \frac{2}{8} \times 10 = \frac{20}{8}$$

$$= 2.5 \text{ m/sec}^2$$

$$T = \left(\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) \times 10$$

$$= \left(\frac{2 \times 5 \times 5}{5 + 5} \right) \times 10$$

$$= \frac{30}{8} \times 10$$

$$= 37.5 \text{ N}$$

10 Kg और 6 Kg के दो पिण्ड एक
से बंधे हैं ता एक क्षणिक
विल्ली से होकर गुजरती है तो
अपना तलवा आठ कीजिए व न आठ की

$$m_1 = 6 \text{ Kg}$$

$$m_2 = 10 \text{ Kg}$$

$$g = 10$$

$$a = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) \times g$$

$$= \frac{10 - 6}{10 + 6} \times 10$$

$$= \frac{4}{16} \times 100 = 2.5 \text{ m/s}^2$$

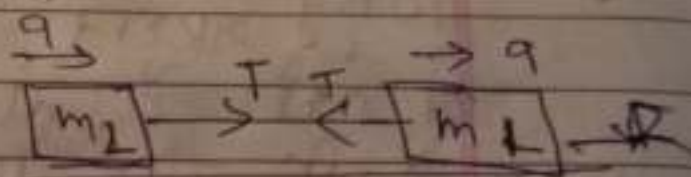
$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} a$$

$$= \frac{2 \times 10 \times 6}{10 + 6} \times 10$$

$$= \frac{30}{16} \times 10$$

$$= 30 \times 2.5 = 75 \text{ N}$$

डोरी से सम्बन्ध दो पिण्डों की गति:-



मान लिया m_1 व m_2 डबलमान के दो पिण्ड घर्षणरहित तल पर स्थित हैं और एक डोरी से सम्बन्धित हैं

जब पिण्ड m_1 पर F बल लगाया जाता है तो सम्पूर्ण निकाय के लगभग से आगे की ओर गति करने लगता है।

$$T = m_2 g \quad \text{--- (1)}$$

$$F - T = m_1 a \quad \text{--- (1)}$$

$$F = m_1 a + T$$

$$F = m_1 a + m_2 g$$

$$F = g(m_1 + m_2)$$

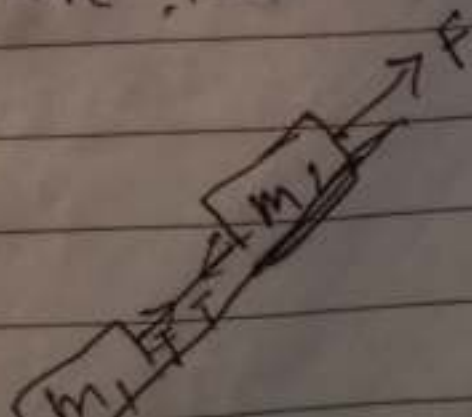
$$a = \frac{F}{(m_1 + m_2)}$$

समी (1) मान रखने पर

$$T = m_2 \left(\frac{F}{m_1 + m_2} \right)$$

$$T = \frac{F m_2}{(m_1 + m_2)}$$

चिक्ने आनक तल पर होरी ले जूँ
पिण्डो की गति :-



मान लिया। व m_2 डबलमान के से
 पिण्ड रोक m_1 हकी m_2 से से बने है।
 तथा विफुले आमत तल पर तल के
 अनुदिश F बल लगाकर ऊपर की
 ओर खिंचे जाते है। तो m_1 डबलमान
 के पिण्ड के लिए

$$T - m_1 g \sin \theta = m_1 a \quad \text{--- (i)}$$

विक्रिया बल $R = m_1 g \cos \theta \quad \text{--- (ii)}$

m_2 डबलमान के पिण्ड के लिए

$$F - T - m_2 g \sin \theta = m_2 a \quad \text{--- (iii)}$$

$$R = m_2 g \cos \theta \quad \text{--- (iv)}$$

इन समीं को हल करके देखे हीनो
 डबलमान वरण और तनाव बल की
 गणना की जाता है।

बेल्टिंग से 30° के कोण पर झुके
 किसी चिकने घातक तल पर दो
 गुच्छे डोरी से बंधे हैं। जिनके उभय
 2 kg तथा 4 kg हैं। 1 kg द्रव्यमान
 के पिण्ड को 2 m/s^2 के त्वरण
 से ऊपर की ओर खिंचा जाता
 है। तो डोरी में तनाव बल की
 गणना कीजिए।

$$m_1 = 2 \text{ kg} \quad m_2 = 4 \text{ kg}$$

$$\theta = 30^\circ \quad a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$T - m_1 g \sin \theta = m_1 a$$

$$T - 2 \times 9.8 \sin 30^\circ = 2 \times 2$$

$$T - 2 \times 9.8 \times \frac{1}{2} = 4$$

$$T - 9.8 = 4$$

$$T = 9.8 + 4$$

$$T = 13.8 \text{ N}$$

एक ड्रिप चमक की गोलि 100 ml/hr
के वेग से गिरता है एक
मकड़ी के मुँह से 6 cm तक बसकर
रुक जाती है। तो बालू द्वारा लगाए
गए बल की गणना कीजिए।

$$V = 100 \text{ ml/hr}$$

$$V = 0$$

$$S = 6 \text{ cm}$$

$$r = 0.06 \text{ m}$$

$$m = 5 \text{ gm}$$

$$= 0.005 \text{ kg}$$

$$V^2 = u^2 - 2as$$

$$0 = (100)^2 - 2 \times a \times 0.06$$

$$a = 100 \times 100 - 129$$

$$1292 \quad 100 \times 100$$

$$a = \frac{100 \times 100}{129}$$

$$129$$

$$a = 8.33 \times 10^4 \text{ m/sec}^2$$

$$F = m \times a$$

$$= 0.5 \times 8.33 \times 10^4$$

$$= 5 \times 8.33 \times 10$$

$$F = 416.5 \text{ N}$$

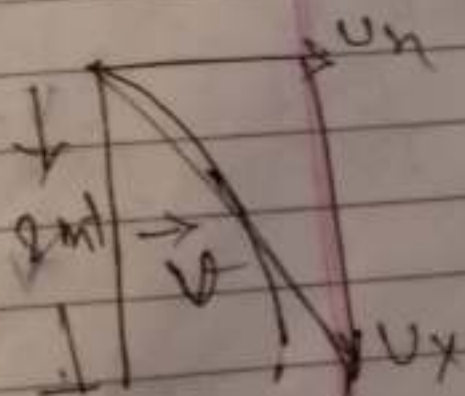
- ⑤ एक बस विरामावस्था से 4 m/s^2 के त्वरण से गति प्रारम्भ करती है। 10 सेकंड बाद बस की गति की गति से एक पत्थर नीचे छोड़ा जाता है। जमीन से गिरने की ऊँचाई 2 m है तो बस से गिरने के 2 सेकंड बाद उसका वेग तथा त्वरण व उसकी विस्थापित की गति ?

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

$$t = 10 \text{ sec}$$

$$u = 0$$

$$v = ?$$



$$v = u + at$$

$$v = 0 + 4 \times 10$$

$$v = 40 \text{ m/s}$$

$$v = 47.2 \text{ m/s}$$

$$v = 20 \times 2.36 \text{ m/s}$$

$$v = 20 \sqrt{5}$$

$$v = \sqrt{2000}$$

$$v = \sqrt{1800 + 400}$$

$$v = \sqrt{2200}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_y = 20 \text{ m/s}$$

$$v_x = 0 + 10 \times 2$$

$$v = u + gt$$