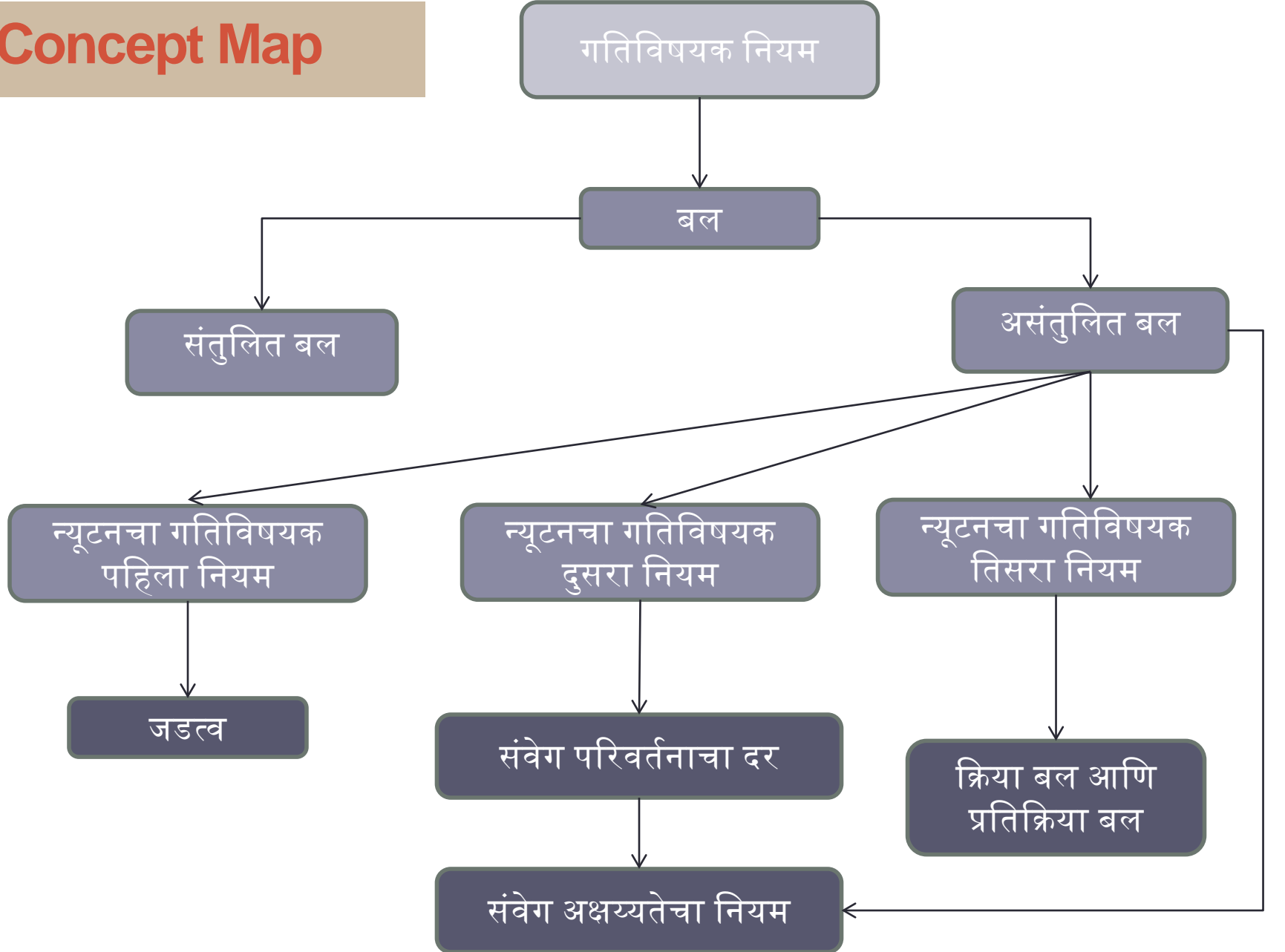


Concept Map



गतिविषयक नियम

या पाठात आपण या गोष्टी शिकणार आहोत

१. जडत्व

२. बल आणि गती

३. न्यूटन चा गतीविषयक पहिला नियम

४. न्यूटन चा गतीविषयक दुसरा नियम

५. न्यूटन चा गतीविषयक तिसरा नियम

या तिन्ही गोष्टींचे नीट निरिक्षण करा

- टेबल स्वतःहून जागा बदलू शकेल का?
- फिरणारा पंखा बटन बंद केले तरी थोडा वेळ का फिरताच राहतो?
- गतिमान वाहनाला लागलेला चिखल एका ठराविक दिशेतच का उडतो?



- आपल्याला असे लक्षात येते कि स्थिर वस्तू दुसऱ्या कोणी प्रयत्न केल्याशिवाय एका ठिकाणहून दुसरीकडे जात नाही तर गतिमान वस्तू सुद्धा लगेच थांबत नाही, थोडा वेळ त्या गतीतच राहते.

जडत्व

- व्याख्या:-

“वस्तूची स्थिर अथवा गतिमान अवस्थेतील बदलाला विरोध करण्याची प्रवृत्ती म्हणजे जडत्व होय.”



फिरता भोवरा

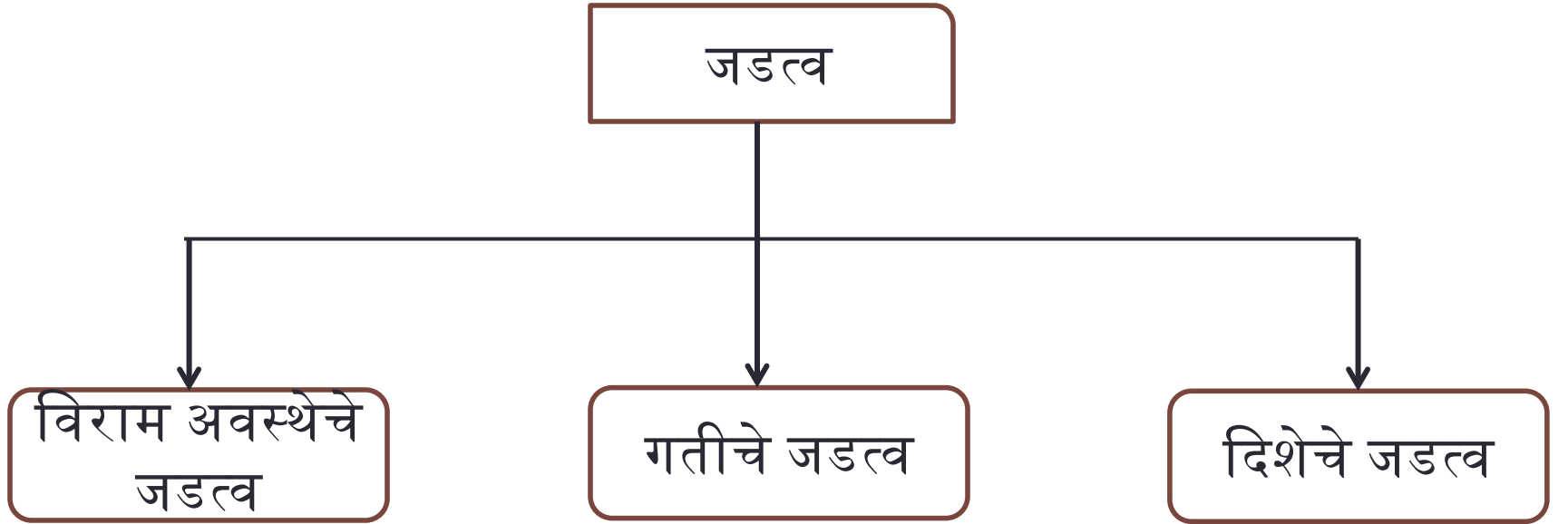
A

स्थिर भोवरा



B

जडत्वाचे प्रकार



विराम अवस्थेचे जडत्व

“वस्तूच्या ज्या स्वाभाविक गुणधर्मांमुळे ती विराम अवस्थेत बदल करू शकत नाही त्यास विराम अवस्थेचे जडत्व म्हणतात.

उदा.:-

१. बस अचानक सुरु होते तेव्हा प्रवाशांना मागच्या दिशेला धक्का बसतो.
२. टिचकी मारल्यानंतर पुठ्या पटकन पुढे जातो आहीपुठ्यावरील नाणे ग्लासात पडते



■ गतीचे जडत्व

- “वस्तूच्या ज्या स्वाभाविक गुणधर्मांमुळे गतिमान अवस्थेत बदल होऊ शकत नाही त्यास गतीचे जडत्व म्हणतात”.

विजेचा फिरणारा पंखा बंद केल्यानंतरही पूर्ण बंद होण्यापूर्वी तो काही वेळ फिरत राहतो.

चालत्या बसमधून उतरणारा प्रवासी पुढच्या दिशेने पडतो.

सपाट रस्त्यावर गतीत असलेली सायकल pedaling थांबवल्यावरती बराच काळ चालु राहते. उतारावरून सायकल सहज पुढे जाते.

दिशेचे जडत्व

“वस्तूच्या ज्या स्वाभाविक गुणधर्मांमुळे ती आपल्या गतीची दिशा बदलू शकत नाही यास दिशेचे जडत्व म्हणतात”.

उदा.:-

१. वाहन गतिमान असताना चाकाला लागलेला चिखल चाकाच्या स्पर्शरिषेवरून उडतो. त्यामुळे वाहनांना मडगार्डस् बसविलेले असतात.
२. पाऊस आभाळातून सरळ खाली पडतो. छत्रीवरती पाऊस पडूनही तो दिशा न बदलता सरळ खाली पडतो.



ही खुर्ची आपल्याला टेबल जवळ ठेवायची आहे, तर काय करावे लागेल?



ही खुर्ची आपल्याला टेबल जवळ ठेवायची आहे, तर काय करावे लागेल.





खुर्ची टेबलजवळ नेण्यासाठी आपण ती ढकलली; म्हणजेच आपण त्या खुर्चीस जोर लावला.

म्हणजेच शास्त्रीय भाषेत “बल” लावले.



बल

- व्याख्या:-

- “स्थिर वस्तूला गतिमान करण्यासाठी, गतिमान वस्तूची दिशा बदलवण्यासाठी किंवा तिचा आकार बदलवण्यासाठी बलाची आवश्यकता असते.”
- वस्तूवर बल लावल्याने तिची चाल बदलते.
- बल हे एका रेषेत विशिष्ट दिशेने कार्यरत असते आणि त्याला काही परिमाण असते. म्हणून बलाचे वर्णन करताना आपण परिमाण व त्याच बरोबर बल प्रयुक्त होण्याची दिशा या दोन्हींचे उल्लेख करावे लागतात.
- उदा.:- कोणत्याही वस्तूला ओढणे, ढकलणे, वाकवणे, उचलणे, मोडणे या क्रिया करण्यासाठी बलाची आवश्यकता असते.

गती

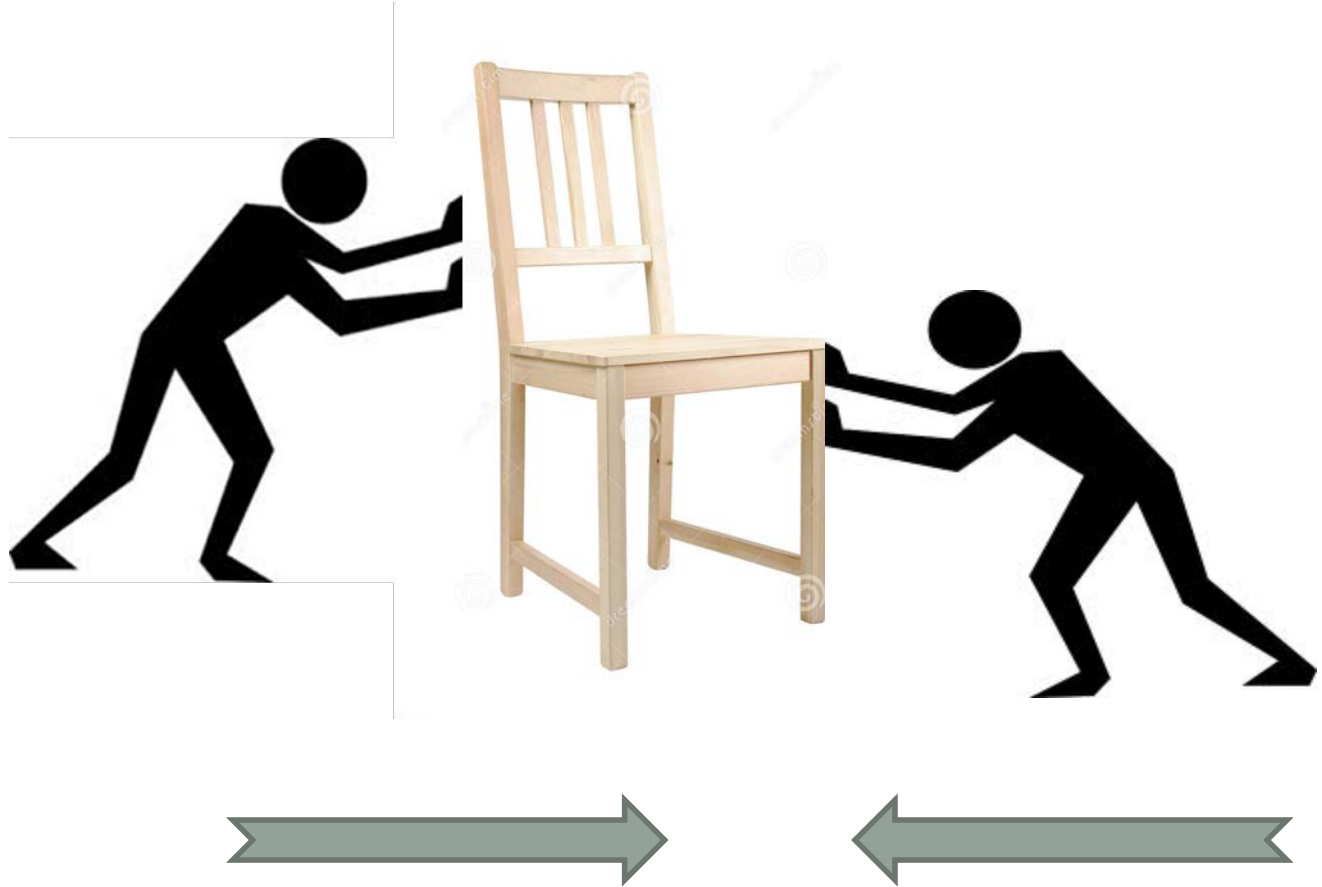
- एखाद्या स्थिर वस्तूवर बल लावले, की ती वस्तू गतिमान होऊ शकते.
- एखाद्या वस्तूची गती म्हणजे त्या वस्तूचा निरिक्षक साक्षेपस्थान बदल.



बल आणि गती

- जेव्हा आपण वस्तू ढकलतो, खेचतो किंवा फेकतो तेव्हा त्यावर बल प्रयुक्त करतो.
- त्यामुळे आपण वस्तूला गतिमान करू शकतो किंवा गतिमान वस्तू थांबवू शकतो.

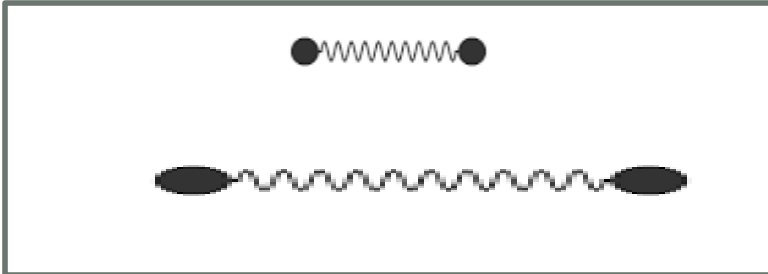
दोन्ही बाजूने समान बल लावल्यास खुर्चीचे स्थान बदलेल का?



संतुलित आणि असंतुलित बल

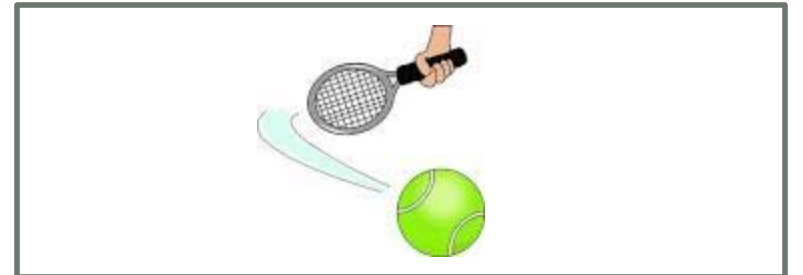
संतुलित बल

- एकाच वस्तूवर परस्परविरुद्ध दिशांनी क्रिया करणाऱ्या समान परिमाणाच्या बलाला संतुलित बल म्हणतात.
- या बलांमुळे वस्तूची चाल किंवा गति मध्ये बदल होत नाही.
- या बलामुळे वस्तूचा आकार बदलू शकतो.
- उदा.:- ताणलेली किंवा दाबलेली स्प्रिंग.



असंतुलित बल

- पदार्थावर जर एकच दिशेने बल प्रयुक्त केले असले तर त्याला असंतुलित बल म्हणतात.
- या बलांमुळे वस्तूची चाल किंवा गति मध्ये बदल होतो.
- वस्तूचा आकार या बलामुळे बदलत नाही
- उदा.:- चेंडूच्या गतीमध्ये धक्क्यामुळे झालेला बदल.

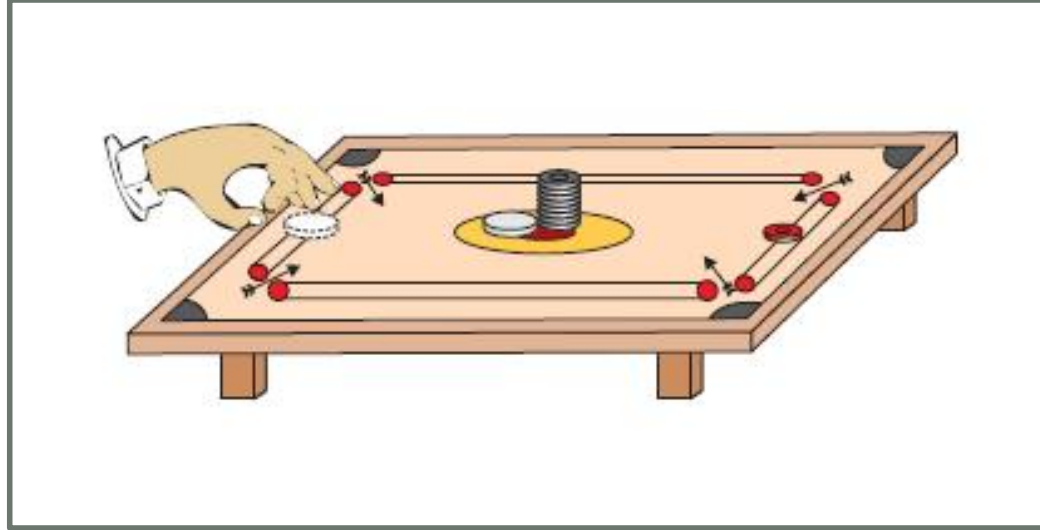


जडत्वाचा नियम

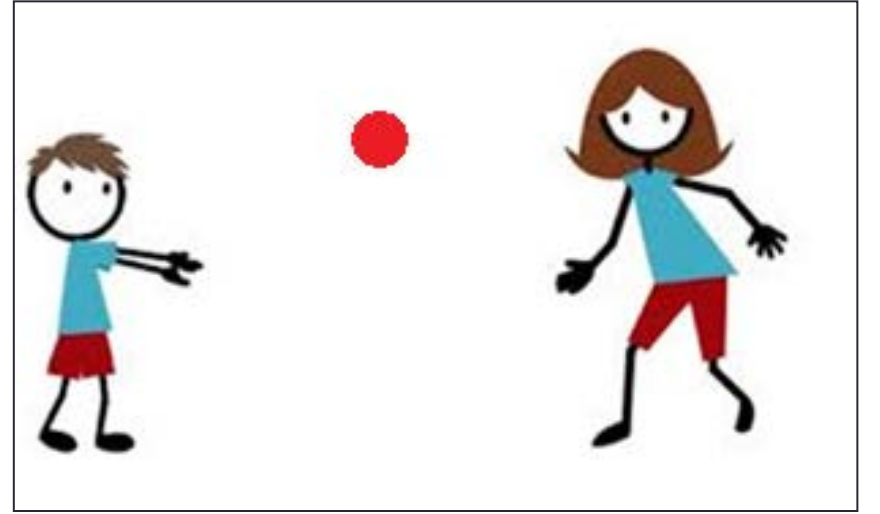
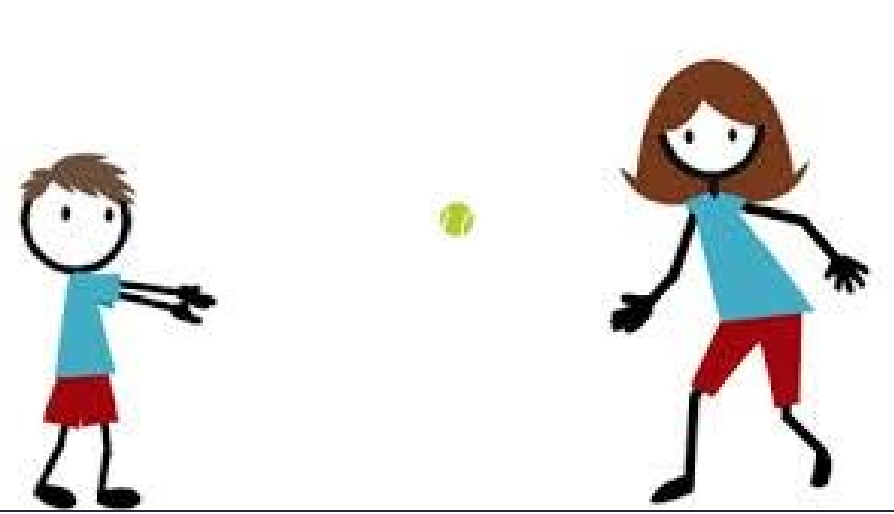
- वस्तूचे वस्तुमान म्हणजे त्या वस्तूत सामावलेल्या पदार्थाची एकंदर राशी असल्याने वजनदार वस्तू ढकलण्यास अधिक बल लागते.
- म्हणजेच वस्तुमान हे वस्तूच्या जडत्वाचे गुणात्मक माप असते.
- त्यामुळे वजनदार वस्तूचे जडत्व अधिक असते.
- न्यूटनच्या गतिविषयक पहिला नियमात पदार्थाच्या याच गुणधर्माचे वर्णन केले आहे.
- म्हणून त्याला “जडत्वाचा नियम” असे म्हणतात .

न्यूटनचा गतिविषयक पहिला नियम

- “जर एखाद्या वस्तूवर बाह्य असंतुलित बल कार्यरत नसेल तर तिच्या विराम अवस्थेत किंवा सरळ रेषेतील एकसमान गतीमध्ये सातत्य राहते.”



टेनिस चा चेंडू झेलायला सोपा कि रबराचा?



का बरं?

फक्त वस्तुमान किंवा वेग हा बलाचा पुरेसा परिणाम घडवून आणण्यास कारणीभूत नाहीत तर वस्तुमान आणि वेग यांना एकत्र जोडणारा जो गुणधर्म आहे त्याला न्यूटनने “संवेग” असे संबोधिले.

संवेग

“वस्तूमध्ये सामावलेली एकूण गती म्हणजे संवेग.”

संवेग मोजण्यासाठी, वस्तूचे वस्तुमान व वेग यांचा गुणाकार घेतला जातो.

$$P = mv$$

संवेगाला परिमाण व दिशा दोन्ही असते. संवेगाची दिशा वेगाच्याच दिशेने असते.

संवेगाचा एकक:- SI- Kg m/s आणि CGS- gm cm/s.

न्यूटनचा गतिविषयक दुसरा नियम संवेग बदलाचे स्पष्टीकरण देतो.

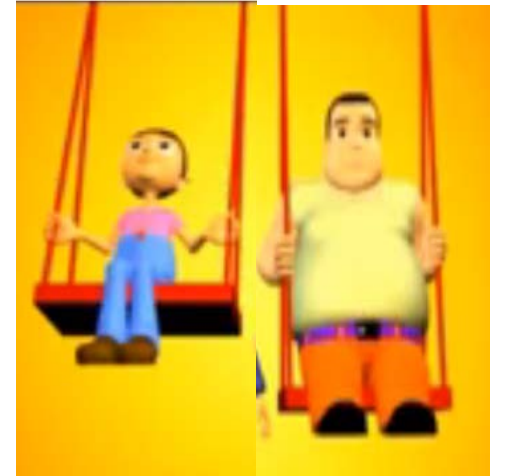
न्यूटनचा गतिविषयक दुसरा नियम

“संवेगात होणाऱ्या बदलाचा दर हा लावलेल्या समप्रमाणात असतो व हा बदल बलाच्या दिशेने असतो.”

■ न्यूटनचा गतिविषयक दुसरा नियम

- “उदा.:- तुम्ही आणि तुमचा मित्र दोन वेगवेगळ्या झोक्यावर बसलेले आहात. तुमचा मित्र तुमच्यापेक्षा वजनाने जास्त आहे.
- तुमची आई दोघांना झोका देत आहे.
- आईने तुम्हाला आणि मित्राला एकाच बलाने झोका दिला तर कोणाचा झोका उंच जाईल?
- किंवा आईने तुम्हालाच पूर्ण बलाने झोका दिला तर काय होईल?
- खालील लिंकमध्ये पहा.

<https://www.youtube.com/watch?v=nO7XeYPi2FU>



न्यूटनचा गतिविषयक दुसरा नियम- समीकरण

समजा, m वस्तुमान असणारी एक वस्तू, u वेगाने गतिमान आहे. या वस्तूवर F हे स्थिर बल प्रयुक्त केल्यास वस्तूत a त्वरण निर्माण होईल व तिचा संवेग बदलेल. t काळानंतर वस्तूचा वेग v होईल.

$$\text{आरंभीचा संवेग} = \text{वस्तुमान} \times \text{वेग} = mu$$

$$t \text{ (काळानंतर संवेग)} = \text{वस्तुमान} \times \text{वेग} = mv$$

$$\therefore \text{संवेग परिवर्तनाचा दर} = \frac{\text{संवेगात होणारा बदल}}{\text{वेळ}}$$

$$= \frac{mv - mu}{t} = \frac{m(v - u)}{t}$$

$$\text{परंतू } a = \frac{(v - u)}{t} \quad = ma$$

$$\therefore \text{संवेग परिवर्तनाचा दर} = ma$$

- त्यामुळे न्यूटनच्या गतिविषयक दुसऱ्या नियमानुसार.

- संवेग परिवर्तनाचा दर $\propto F$

$$\therefore ma \propto F$$

$$\therefore F = kma \quad (k = \text{स्थिरांक}) \text{-----} (1)$$

एकक वस्तुमान* एकक त्वरण निर्माण करणाऱ्या बलास एकक बल म्हणतात.

जर $m=1$, जर $a=1$ तर $F=1$

$$\therefore 1 = k \times 1 \times 1$$

$\therefore k = 1$ ही किंमत समीकरण (1) मध्ये घालू.

$$F = ma$$

\therefore

$$\text{बल} = \text{वस्तुमान} \times \text{त्वरण}$$

बलाचे एकक

- MKS/SI पध्दतीनुसार बलाचे एकक **न्यूटन** आहे.

$$\therefore 1 \text{ न्यूटन} = 1 \text{ किलोग्राम (kg)} \times 1 \text{ मीटर} / (\text{सेकंद})^2$$

म्हणजेच, $1\text{N} = 1\text{kg} \times 1\text{m/s}^2$

1 न्यूटन :- 1kg वस्तुमानात 1m/s^2 त्वरण निर्माण करणाऱ्या बलास 1 न्यूटन बल म्हणतात.

- CGS पध्दतीनुसार बलाचे एकक **डाइन** आहे.

$$\therefore 1 \text{ डाइन} = 1 \text{ ग्राम (g)} \times 1 \text{ cm} / (\text{सेकंद})^2$$

म्हणजेच, $1\text{dyne} = 1\text{g} \times 1\text{cm/s}^2$

1 डाइन:- 1g वस्तुमानात 1cm/s^2 त्वरण निर्माण करणाऱ्या बलास 1 डाइन बल म्हणतात.

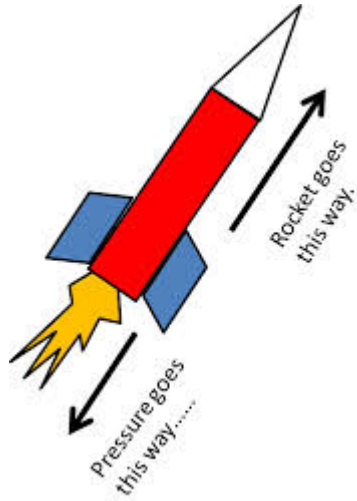
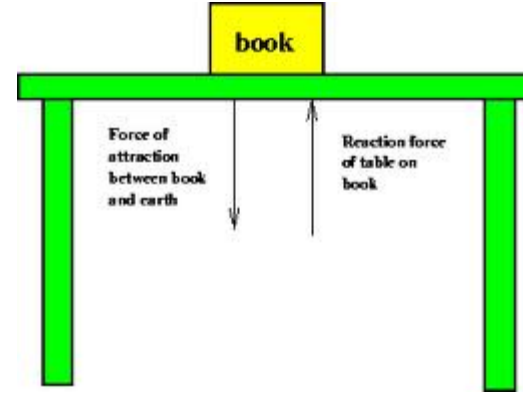
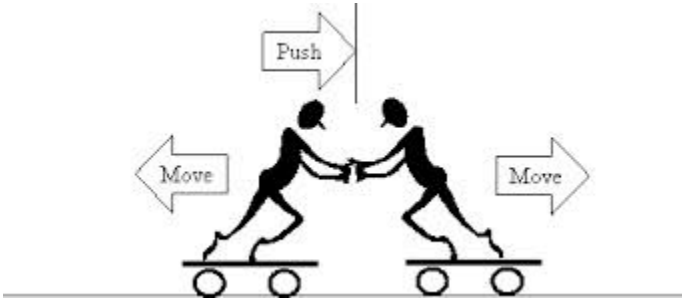
न्यूटन व डाइन : संबंध

- 1 न्यूटन = 1 Kg X 1 m/s²
= 1,000 g X 100 cm/s²
= 1,00,000 g X cm/s²
= 10⁵ डाइन

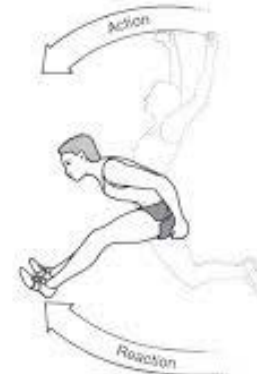
∴

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

या चारही चित्रात काय दिसत आहे?



A runner creating an equal and opposite reaction



Action and reaction in long jump landing

प्रत्येक क्रियेस एक प्रतिक्रिया असते.

न्यूटनचा गतिविषयक तिसरा नियम

- प्रत्येक क्रिया बलास समान परिमाणाचे एकाच वेळी घडणारे प्रतिक्रिया बल अस्तित्वात असते व त्यांच्या दिशा परस्पर विरुद्ध असतात.
- क्रिया बल आणि प्रतिक्रिया बल वेगवेगळ्या पदार्थांवर कार्य करतात.

लक्षात घ्या :

- निसर्गात बल एकांगी असूच शकत नाही. बल ही दोन वस्तूंमधील अन्योन्य(mutual interaction) क्रिया आहे.
- बले नेहमी जोडीनेच प्रयुक्त होत असतात.
- दोन वस्तूंमधील बले नेहमी समान व विरुध्द असतात. ही कल्पना न्यूटनचा गतिविषयक तिसरा नियमात मांडली.

उदाहरणे

१. नदीच्या किनाऱ्यावर होडीतून उतरताना ज्याप्रमाणे आपण होडीवर बल प्रयुक्त करतो त्याच प्रमाणे होडी सुध्दा आपण प्रयुक्त केलेल्या बला इतके बल विरुद्ध दिशेने प्रयुक्त करते. त्यामुळे आपण किनाऱ्यावर उतरू शकतो.



Fig. 12: As the sailor jumps in forward direction, the boat moves backwards.

उदाहरणे

जेव्हा पिस्तूलातून गोळी मारली जाते तेव्हा पिस्तूलगोळीवर बल प्रयुक्त करते आणि त्यामुळे गोळीला अधिक वेग प्राप्त होतो. त्याचवेळी गोळी देखील समान बल विरुद्ध दिशेने पिस्तूलावर प्रयुक्त करते आणि पिस्तूल कमी वेगाने विरुद्ध दिशेला गतिमान होते.

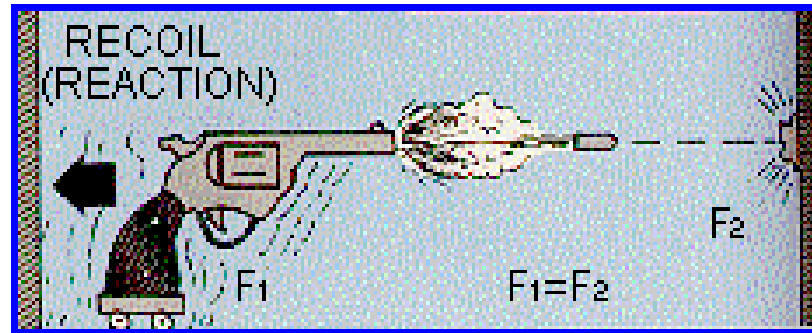
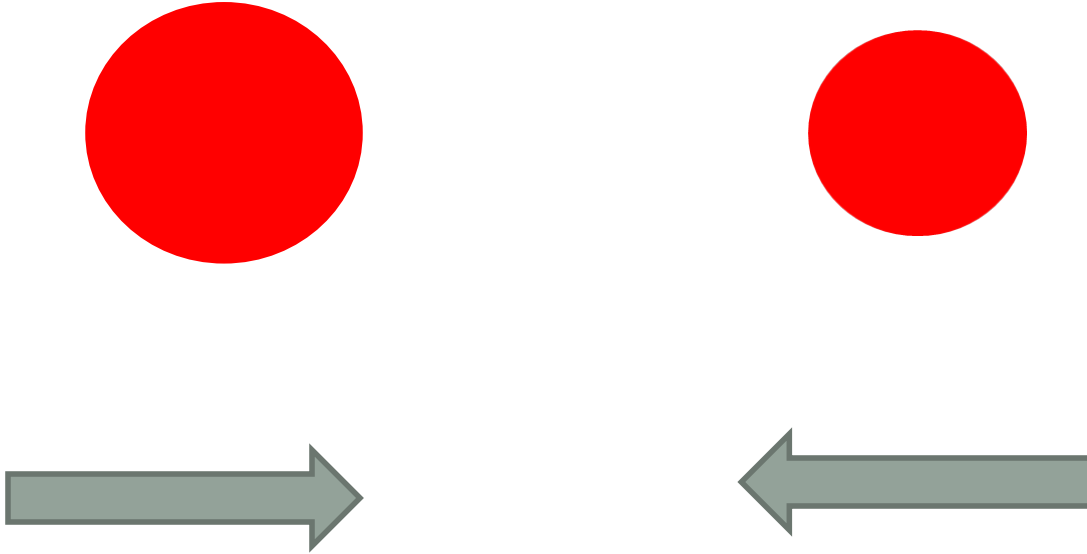
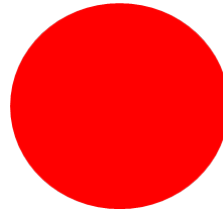
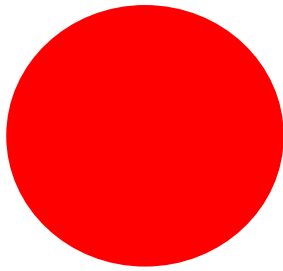
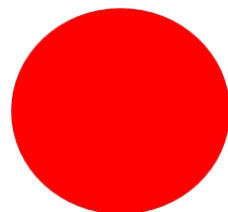
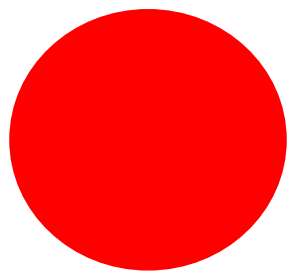


Figure 4-3 Example of Newton's third law of motion

A आणि B हे दोन चेंडू आहेत. ते एकमेकांवर आदळल्यास काय होईल?
A गोल B गोलापेक्षा मोठा आहे.

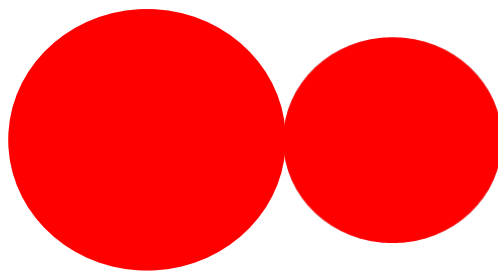






F1

m1



F2

m2



- काही वेळाने गोल परस्परांवर आदळतील व ते एकमेकांवर परस्पर विरुद्ध बल प्रयुक्त करतील.
- समजा A गोलाने B या गोलावर प्रयुक्त केलेले बल F .
- मग न्यूटनच्या गतिविषयक तिसऱ्या नियमानुसार B गोलाने A या गोलावर प्रयुक्त केलेल बल $- F$.
- आघात होत असताना कालावधी t मानू आणि आघातानंतर बदललेले वेग अनुक्रमे v_1 व v_2 असे मानू.
- वेग v_1 होऊन तिच्या संवेगात बदल झाल्याने ते $m_1 v_1$ होते.
- B वस्तूवर समजा तिचा वेग v_2 झाल्यास संवेगातील बदल $m_2 v_2$ असेल.

- आता, A या गोलाचे त्वरण $a_1 = \frac{v_1 - u_1}{t}$

- B या गोलाचे त्वरण $a_2 = \frac{v_2 - u_2}{t}$

- जर B वस्तूवर F_2 बल प्रयुक्त असेल तर,

$$F_2 = -F_1$$

$$\therefore m_2 a_2 = -m_1 a_1$$

$$\therefore m_2 \left[\frac{v_2 - u_2}{t} \right] = -m_1 \left[\frac{v_1 - u_1}{t} \right]$$

$$\therefore m_2 (v_2 - u_2) = -m_1 (v_1 - u_1)$$

$$\therefore m_2 v_2 - m_2 u_2 = -m_1 v_1 + m_1 u_1$$

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$\text{एकूण अंतिम संवेग} = \text{एकूण सुरुवातीचा संवेग}$$

या समीकरणात डावी बाजू आघातानंतर एकूण संवेग दाखवते व उजवी बाजू आघातापूर्वीचा संवेग दाखवते. म्हणजेच या समीकरणावरून असे दिसते की,

“जर दोन वस्तूंची टक्कर झाली तर त्यांचा आघातापूर्वीचा एकूण संवेग हा त्यांचा आघातानंतरच्या एकूण संवेगाइतकाच असतो.”

संवेग अक्षय्यतेचा सिध्दांत

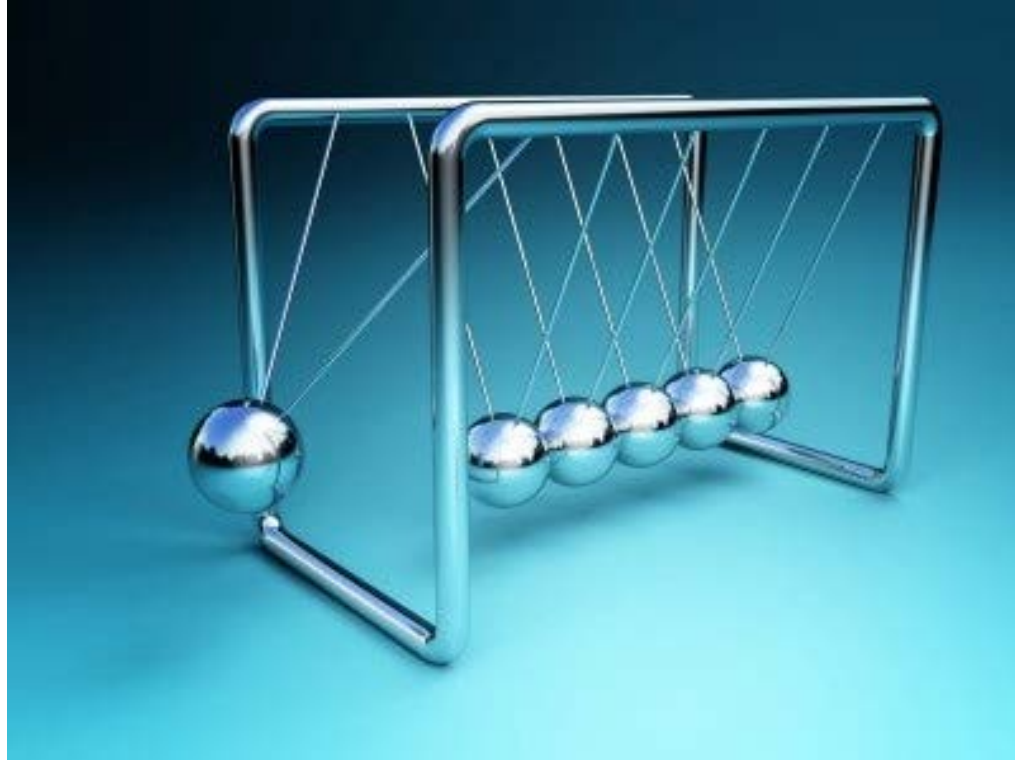
- “दोन वस्तूंची परस्पर क्रिया होत असताना त्यांच्यावर जर काही बाह्यबल कार्यरत नसेल तर त्यांचा एकूण संवेग स्थिर राहतो. तो बदलत नाही.”



- बाह्य बलाची क्रिया होत नसताना जेव्हा दोन वस्तूंची टक्कर होते तेव्हा त्या वस्तूंचा आघातापूर्वीचा एकूण संवेग हा त्यांच्या आघातानंतरच्या एकूण संवेगाइतकाच असतो.

- $m_1v_1 + m_2v_2 = 0$

संवेग अक्षय्यतेचा सिध्दांत दर्शविणारा न्यूटनचा क्रेडल



- <https://www.youtube.com/watch?v=0LnbyjOyEQ8>

उदाहरणः

- १. एका वस्तूचे वस्तुमान 700 kg. असून त्यावर 275N बल प्रयुक्त होत असल्यास निर्माण झालेले त्वरण काढा.

बल (F)	वस्तुमान (m)	त्वरण (a)
275N	700kg.	?

- $F = ma$
- $a = F/m$
- $a = \frac{275}{700}$
- $a = 0.39 \text{ m/s}^2$
- निर्माण झालेले त्वरण(a) = 0.39 m/s²

२. दोन चेंडूंचे वस्तूमान प्रत्येकी 100ग्रॅम आणि 200ग्रॅम असून ते एकाच रेषेवर व एकाच दिशेने 2 m/s आणि 1 m/s वेगाने जात आहेत. त्यांची टक्कर होते व टक्कर झाल्यानंतर पहिला चेंडू 1.67 m/s वेगाने गतिमान होतो. तर दुसऱ्या चेंडूचा वेग काढा.

• Given:

पहिल्या चेंडूचे वस्तूमान	m1	= 100g	0.100kg
दुसऱ्या चेंडूचे वस्तूमान	m2	= 200g	0.200kg
पहिल्या चेंडूचा सुरवातीचा वेग	u1	= 2 m/s	
दुसऱ्या चेंडूचा सुरवातीचा वेग	u2	= 1m/s	
पहिल्या चेंडूचा अंतिमवेग	v1	= 1.67m/s	
दुसऱ्या चेंडूचा अंतिमवेग	v2	= ?	

Solution

- संवेग अक्षय्यतेच्या सिद्धांतानुसार:
- सुरवातीचा एकूण संवेग = अंतिम एकूण संवेग
- $m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$
- $(0.1 \times 2) + (0.2 \times 1) = (0.1 \times 1.67) + (0.2 \times v_2)$
- $0.2 + 0.2 = 0.167 + 0.2v_2$
- $0.2v_2 = 0.4 - 0.167 = 0.233$
- $v_2 = 0.233 / 0.2$
- $v_2 = 1.165 \text{ m/s}$

दुसऱ्या चेंडूचा वेग = 1.165 m/s

मूल्यमापन: बहु पर्यायी प्रश्न:

१. बल हे ----- निगडित आहे.

• अ. त्वरणाशी

ब. विराम अवस्थेशी

क. जडत्वाशी

ड. गतीशी

२. न्यूटन = ----- डाइन

• अ. 1000

ब. 100

क. 10^5

ड. 10^7

३. संवेगाचे SI पद्धतीतील एकक ----- आहे.

• अ. Kg m/s

ब. g cm/s

क. kg m/s²

ड. g cm/s²

४. कोणतीही वस्तू हलवण्यासाठी लागणारे बल हे वस्तूच्या ----- अवलंबून असते.

• अ. रुंदीवर

ब. वस्तूमानावर

क. आकारमानावर

ड. लांबीवर

५. ताणलेली किंवा दाबलेली स्प्रिंग हे कोणत्या ----- बलाचे उदाहरण आहे.

• अ. असंतुलित बल

ब. यांत्रिक बल

क. केंद्रकीय बल

ड. संतुलित बल

रिकाढ्या जागी योग्य शब्द लिहा.

१. टक्कर होताना ----- नेहमी अक्षय्य राहतो. - एकूण संवेग

२. ----- = वस्तूमान X त्वरण. - बल

३. SI पद्धतीत बलाचे एकक ----- आहे. - न्यूटन

४. कोणत्याही वस्तूची विराम अवस्था किंवा एकसमान गतीने जाण्याची अवस्था बदलण्यासाठी ----- आवश्यकता असते. - बाह्य बलाची

५. अग्निबाण (रॉकेट) ची गति न्यूटनच्या ----- नियमावर आधरित आहे. - तिसऱ्या

थोडक्यात उत्तरे द्या.

1. संतुलित बल आणि असंतुलित बल यांच्यातील फरक स्पष्ट करा.
2. संवेग अक्षय्यतेचा सिध्दांत काढा.
3. न्यूटनचा गतिविषयक तिसरा नियमाची व्याख्या देऊन २ उदाहरण सहित स्पष्ट करा.