



न्यूटनचे गतीविषयक नियम

- 1) प्रस्तावना
- 2) न्यूटनचा पहिला नियम
-- जडत्वाचा नियम
- 4) न्यूटनचा दुसरा नियम
- 5) संवेग अक्षय्यतेचा नियम
- 6) न्यूटनचा तिसरा नियम
- 7) न्यूटनचे नियम कुठे लागू होत नाहीत?



न्यूटनचे गतीविषयक नियम

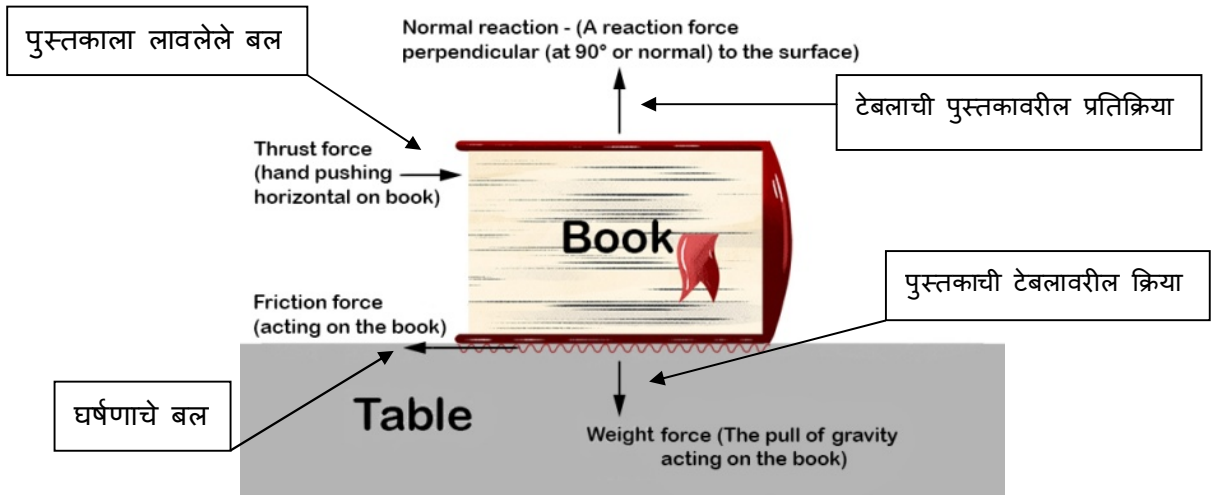
मुलांनो, तुम्हाला माहीतच आहे की, मागील कित्येक शतकांपासून माणूस आपल्या अवतीभवतीचं जग पहात आला आहे, आजूबाजूच्या साध्यासुध्या हालचालींपासून ते इतर सर्व प्रकारच्या हालचाली न्याहाळत आला आहे. आपणही आजपर्यंत तसंच करत आलो आहोत, म्हणजे नुसतंच बघत आलो आहोत.

पण ह्या लेखातून तुम्हाला हे कळेल की ज्यांच्या मनात ह्या साध्या वाटणाऱ्या हालचालींबद्दल कुतुहल निर्माण होतं, ते त्यासाठी 'असे का व कसे' ह्या प्रश्नांचा वर्षानुवर्षे पिच्छा पुरवतात आणि अथक अभ्यासाने व प्रयोगांनी उत्तरे शोधून काढतात. पर्यायाने जगाला ज्ञान देतात आणि प्रगतीच्या मार्गावर नेतात. अशांपैकीच आहेत गॅलिलीओ, सर आयझॅक न्यूटन असे शास्त्रज्ञ. आपण ज्यांना 'न्यूटन' म्हणून ओळखतो, त्यांनी इ.स. 1687 साली त्यांचे गतीविषयक तीन नियम जगाला दिले.

मुलांनो, हे नियम आपल्या सभोवताली घडणाऱ्या हालचालींसंबंधी असल्यामुळे तुम्हाला कळायला सोपेच वाटतील. त्यातील दुसऱ्या नियमात थोडी आकडेमोड, सूत्रे आहेत पण तीही व्यवहारातील हालचालींबद्दल असल्यामुळे ती समजावून घेताना सोप्याच वाटतील.

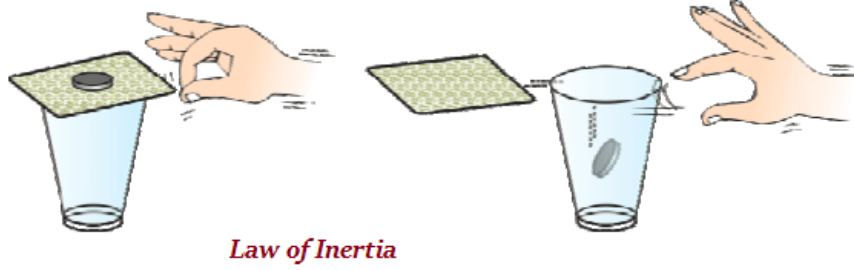
चला, आता एकेक करत न्यूटनचे नियम काय आहेत ते बघूया. पण मुलांनो, त्याआधी काहीकाही शब्दांचे अर्थ माहित करून घेऊया म्हणजे तुम्हाला नियम समजण्यास सोपे जाईल.

1) घर्षण:- आपण जमिनीवर चालतो तेव्हा आपला तळपाय आणि जमीन हे एकमेकावर घासले गेल्याने त्यांच्यात थोडा अधिक रोध निर्माण होतो. ह्यालाच आपण घर्षणाचं बल म्हणतो. हे बल आपली गती कमी करतं. जमीन खूप खडबडीत असली तर घर्षण जास्त आणि अगदी गुळगुळीत असली तर घर्षण कमी असते.



2) जडत्व:- जडत्व (Inertia) म्हणजे आहे त्या स्थितीत रहाण्याची वस्तूची प्रवृत्ती. **जडत्व हे वस्तुमानावर अवलंबून असते** समजा एखादा मोठा धोंडा आहे. त्याला हलवण्यासाठी आपण बल लावूनही तो जागचा हालत नाही, ह्याचं कारण काय? तर त्याच्या **वस्तुमानामुळे** त्याला जडपणा म्हणजे जडत्व असते.

त्या धोंड्याला आपण त्याच्या जडत्वापेक्षा जास्त बल लावून ढकललं तर त्याला गती प्राप्त होते. ही गती त्याला बाह्य बलामुळे मिळालेली असते.



टिचकीमुळे पुढा दूर गेला आणि जडत्वामुळे नाणे ग्लासात पडले.

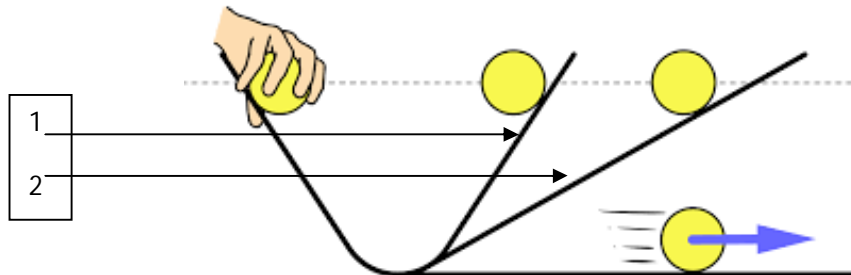
3) वस्तुवर लागलेली संतुलित व असंतुलित बले- संतुलित बले म्हणजे एकसारख्या ताकदीची पण एकमेकांविरुद्धच्या दिशेची, वस्तुवर लागलेली बले. असंतुलित बले म्हणजे वस्तुवर लागलेली वेगवेगळ्या ताकदीची व दिशांची बले. उदाहरणार्थ, तुम्ही रस्सीखेच हा खेळ आठवा. ह्या खेळात तुम्हाला संतुलित आणि असंतुलित अशा दोन्ही बलांचा अनुभव येऊ शकतो, बरोबर ना?

तुम्ही आता विचार करून सांगा बरं की एखाद्या वस्तुवर संतुलित बले लागली तर काय होईल?

न्यूटनचा गतीविषयक पहिला नियम

आपण आता न्यूटनचा पहिला नियम कशाबद्दल आहे आणि त्यात काय सांगितलं आहे ते आधी एका उदाहरणातून बघूया. समजा तुमच्या समोर असलेल्या टेबलवर एक डबा ठेवला आहे. त्याला आपण कुठलाही, कशाचाही धक्का लावला नाही म्हणजे काहीच बल लावले नाही तर तो डबा जागचा हलू शकेल का? नाहीच हालणार, तो तसाच राहील. ह्याचं कारण डब्याला स्वतःचं जडत्व आहे ना!

आता पुढचा मुद्दा, त्या डब्याला आपण त्याच्या जडत्वापेक्षा जास्त बल लावून ढकललं म्हणजेच त्याला गती दिली. आणि समजा डब्यावर काहीच विरोधी बल नाहीए, म्हणजे टेबल व डबा ह्यात घर्षणाचं तसेच हवा व डबा ह्यातही घर्षणाचं असं काहीच विरोधी बल नाहीये, तर मग काय होईल माहित आहे? तो डबा एक गतीने एका सरळ रेषेत जातच राहील. जसे आकाशातले ग्रहगोल सतत फिरतच असतात.



वरील चित्रात गॅलिलीओ ह्यांचा वैचारिक प्रयोग (Thought experiment) दाखवला आहे. ह्यातील चेंडूवर कुठल्याही प्रकारचे विरोधी बल नसेल तर पहिल्या व दुसऱ्या मार्गात सोडलेला चेंडू, आकृतीत दाखवलेल्या उंचीपर्यंतची आंदोलने करित राहिल पण शेवटच्या मार्गात चेंडू सतत पुढे जातच राहिल.

पण पण तुम्हाला माहित आहे की प्रत्यक्षात पृथ्वीवर घर्षणाची आणि हवेची विरोधी बले सर्वत्र लागतच असतात. त्यामुळे आधीचा, वर उल्लेख केलेला टेबलावरचा डबा, त्याला ज्या प्रमाणात गती (बाह्य बलामुळे) मिळाली असेल आणि त्यावर ज्या प्रमाणात विरोधी बल लागत असेल त्यानुसार तो पुढे जाऊन थांबेल. हे आलं ना लक्षात?

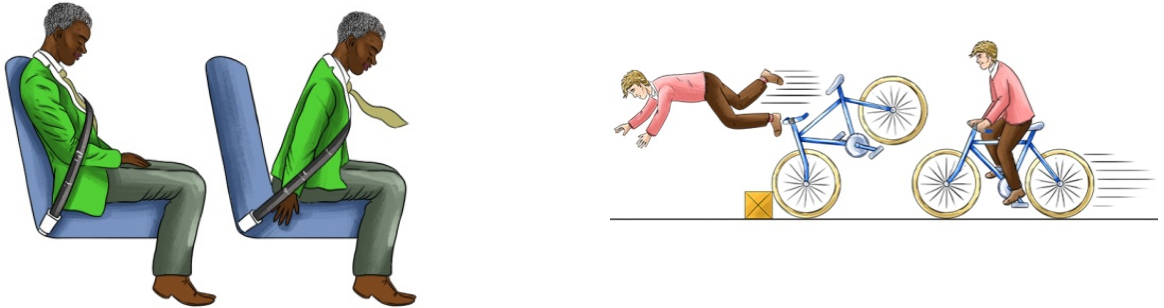
डब्याची वरील चाल-चलन तुम्हाला कळली असली तर आता न्यूटनचा पहिला नियम लिहू या का आपण?

"कुठल्याही वस्तुवर जर असंतुलित बल कार्य करित नसेल तर, स्थिर वस्तु स्थिरच रहाते आणि ती वस्तु जर एकगतीने एका रेषेत जाणारी असेल, म्हणजेच गतीमान अवस्थेत असेल तर ती तशीच त्याच दिशेत जात रहाते."

न्यूटनच्या पहिल्या नियमाला 'जडत्वाचा नियम' असेही म्हणतात.

आता आपण न्यूटनच्या पहिल्या नियमाची आपल्या नेहमीच्या अनुभवातील उदाहरणे पाहू या ह्यातील एका उदाहरणाचे स्पष्टीकरण इथे दिले आहे, बाकीच्यांचे तुम्ही देण्याचा प्रयत्न करा.

1) खालिल दोन्ही चित्रे न्यूटनच्या पहिल्या नियमाची उदाहरणे आहेत.



आपण गतीने जाणाऱ्या बसमध्ये बसलो आहोत आणि बस अचानक थांबली तर आपण पुढे झुकले जातो. कारण आपल्या शरीराला बसची गती मिळालेली असते. न्यूटनच्या नियमाप्रमाणे जडत्वामुळे आपलं शरीर बसच्या गतीतच राहू पहातं त्यामुळे जरी आपल्या शरीराचा वरचा भाग पुढे झुकतो आणि खालचा भाग मात्र सीटवरील घर्षणामुळे तिथेच राहतो.

2) आपण बसस्टॉपवर स्थिर उभ्या असलेल्या बसमध्ये बसलो आणि अचानक बस सुरू झाली तर आपल्याला मागे झुकायला होते.

3) गालीच्या झटकल्यास त्यावरची धूळ खाली पडते.

4) खडबडीत फरशीपेक्षा गुळगुळीत फरशीवर चेंडू जास्त अंतर पुढे जातो

मुलांनो, ह्या उदाहरणांची कारणे आणि पहिल्या नियमावरची/जडत्वाची आणखी उदाहरणे शोधून काढा.



न्यूटनचा गतीविषयक दुसरा नियम

न्यूटनच्या पहिल्या नियमात अनेक उदाहरणातून काय पाहिलं आपण? आपल्याला असं समजलं की असंतुलित बल वस्तुवर लागले नाही तर वस्तुच्या असणाऱ्या अवस्थेत बदल होत नाही आणि आपण आधी हेही पाहिले आहे की वस्तुमान वाढले तर जडत्व वाढते, आठवतंय ना? म्हणजे, वस्तुमानामुळे ती वस्तु आळशीच होत जाते म्हणायची!

आता दुसऱ्या नियमात आपल्याला असा विचार करायचा आहे की, असंतुलित बल वस्तुवर लागलं तर काय होईल? आता ह्या लेखात यापुढे जिथे जिथे बल (F) लावण्यासंबंधी सांगितले असेल तिथे ते असंतुलित बलच असणार आहे, हे लक्षांत ठेवा बरंका!

तुम्हाला कदाचित असं वाटण्याची शक्यता आहे की, दुसऱ्या बाजूनेही बल असेल तरच असंतुलित बलाचा प्रश्न येतो. ठिक आहे, पण वरील (F) च्या बाबतीत आपण असं म्हणू शकतो की दुसऱ्या बाजूने बल शून्य आहे. मग बरोबर ना?

आता दुसऱ्या नियमाकडे वळण्याआधी आपण आपले काही अनुभव बघूया.

(1) **अॅक्सिलरेशन** हा इंग्लिश शब्द तुम्हाला चांगलाच माहित असतो असा आमचा अनुभव आहे कारण तुम्ही मोठ्या माणसांना मोटर-सायकल चालवताना सांगता ना, "गाडी अॅक्सिलरेट करा, म्हणजे फास्ट जाईल." पण आता, तुमच्या ह्या म्हणण्याचा अर्थ नक्की काय ते बघूया.

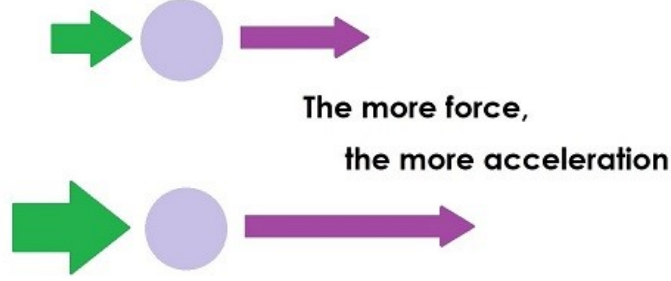
समजा आपण एखाद्या स्थिर वस्तुला बल लावले तर काय होईल? तर ती वस्तु गतीमान होईल. म्हणजे प्रथम वस्तुची गती शून्य होती आणि बल लावल्यावर तिला गती मिळाली. आता ह्या गतीमान वस्तुच्या मार्गावरील एका बिंदूपासची वस्तुची गती किंवा 'वेग' आणि त्यानंतर दुसऱ्या कोणत्याही बिंदूपासचा वेग ह्यासाठी लागलेल्या वेळाला आपण 'काल' म्हणू. म्हणजे आपल्याला गतीतला बदल आणि त्यासाठी लागलेला काल ह्याबद्दल माहित झाले. मग काय, असा **वेगातील बदल भागिले काल** ह्यालाच म्हणतात त्वरण (**अॅक्सिलरेशन 'a'**). जेवढे जास्त बल लावू तेवढे त्वरण जास्त होते. वस्तुचा वेग वाढत असेल तर वस्तुत **त्वरण** होते आणि वेग कमी होत असेल तर **अवत्वरण** होते असे म्हणले जाते.

आता तुम्हाला अॅक्सिलरेट करायला लागण्यामागचे शास्त्र काय आहे ते कळलं असेल. आणि तसेच, तुमच्या पक्क लक्षांत आलं असेल की, **गाडी जास्त अॅक्सिलरेट करण्यासाठी बल (F) जास्त लावावे लागेल, त्यामुळे गाडीची गती वाढेल आणि गती वाढली की गाडी जास्त त्वरणाने (त्वरेने) जाऊ लागेल.**

तुम्हाला आणखी एक महत्वाची गोष्ट माहित असेल की, **गती ही अदिश राशी आहे, तर वेग ही सददिश राशी आहे.** गती तेवढीच ठेवून गाडीची फक्त दिशा बदलली तरी गाडीची स्थिती बदलते आणि त्यासाठीही बल लावावे लागते. म्हणून गाडीची फक्त दिशा जरी बदलली तरी गाडीचे त्वरण होते. **त्यामुळे गतीची किंमत किंवा दिशा किंवा दोन्ही बदलल्यास वस्तुचे त्वरण होते.**

न्यूटनच्या दुसऱ्या नियमाचे अनेक अनुभव आपण घेतलेले असतात असं तुमच्या लक्षात येईलच.

त्यातला पहिला मुद्दा आपण पाहिला की एखाद्या वस्तुवर बल लावले तर त्या वस्तुमधे बलाच्या दिशेत त्वरण होते व वस्तुचे त्वरण त्या वस्तुवर लावलेल्या बलाला (F ला) समानुपाती असते.

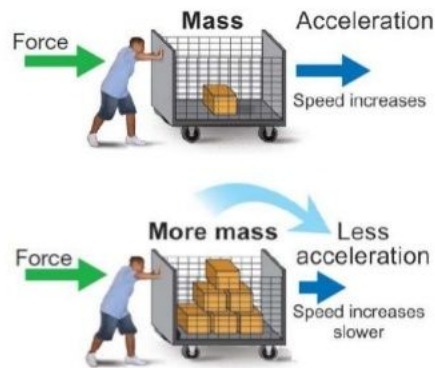


(२) आता आपल्याला आणखी एका मुद्द्याचा विचार करायला लागेल. समजा आपण चालवत असलेल्या गाडीचे वस्तुमान (m) आहे आणि त्याला F एवढे बल लावले असताना a एवढ्या त्वरणाने ती जात आहे. आता त्या गाडीत सामान ठेवल्याने गाडीचे वस्तुमान वाढणार, होय ना? मग काय होईल? अनुभवाने लगेच तुम्ही सांगाल की बल जर F एवढेच असेल तर गाडीत सामान ठेवल्याने गाडीची गती कमी होईल आणि पर्यायाने त्वरण कमी होईल. बरोबर आहे! खालील चित्र बघा.

म्हणजे असे म्हणता येईल की, वस्तुच्या वस्तुमानावरही वस्तुचे त्वरण अवलंबून असते. कोणत्याही वाहनावरून सामान नेताना तुम्ही असा अनुभव घेतलाच असेल. ह्यावरून असे म्हणता येते की, वस्तुचे त्वरण हे तिच्या वस्तुमानाच्या व्यस्तानुपाती असते. हा झाला दुसरा मुद्दा.

Newton's Second Law

- If the same force is applied to an object with greater mass, the object accelerates at a slower rate because mass adds inertia.



(३) आता हे दोन्ही मुद्दे एकत्र करून आपण न्यूटनचा दुसरा नियम पुढील प्रमाणे लिहू शकतो

"एखाद्या वस्तुचे त्वरण हे वस्तुवर लागलेल्या असंतुलित बलाच्या समानुपाती आणि वस्तुमानाच्या व्यस्तानुपाती असते."



सूत्र : a (त्वरण, अक्सिलरेशन) = F भागिले m , म्हणजेच $F = ma$

हया नियमाचं (सूत्राचं), सर्वांनी अनुभवलेलं एक उदाहरण म्हणजे तुम्ही चालवत असलेली सायकल. इथे सायकलचं वस्तुमान अधिक तुमचं वस्तुमान म्हणजे m आणि तुम्ही पेडल फिरवायला पायाने लावता ते बल F . जास्त बल लावून पेडल फिरवलीत तर त्वरण a वाढतं, सायकल फास्ट जाते. येतो ना असा अनुभव? आणि ह्याऐवजी बल तेच ठेवून सायकलवर कोणाला डबलसीट घेऊन निघालात तर काय होईल? m वाढेल आणि त्यामुळे तुमची गती कमी होईल, पर्यायाने त्वरण a कमी होईल. आहे ना तुम्हाला असा अनुभव?

आणखी दुसरं उदाहरण वरील चित्राप्रमाणे एखादी हातगाडी (m) रिकामी असली तर ती सहज पळवत, त्वरणाने पुढे नेता येते. पण तीच हातगाडी जड सामानाने भरलेली (जास्त m) असेल व ती आधी एवढ्याच बलात ढकलली तर तिची गती कमी होऊन त्यामुळे त्वरण (a) कमी होते.

संवेग:

मुलांनो, एखादा सामानाने भरलेला ट्रक अगदी कमी गतीने येत असला आणि समजा त्याची एखाद्याला धडक बसली तर, ट्रकची गती कमी असूनही ती धडक फार जोराची असते कारण ट्रकचं वस्तुमान खूपच जास्त असतं. ह्याऐवजी जास्त गतीने येणाऱ्या सायकल स्वाराची एखाद्याला धडक बसली तरी ती ट्रकच्या मानाने फारच किरकोळ असते, हे तुम्हाला पटकन समजू शकेल.

दुसरं उदाहरण म्हणजे, बंदुकीची गोळी वजनाने खूप कमी (कमी m) असली तरी, ती खूप वेगाने (जास्त v) जाते इतकी की त्या गोळीने एखाद्याचे मरणही ओढवू शकते!

मुलांनो, ह्या उदाहरणांवरून तुमच्या लक्षात येईल की, **वस्तुमान आणि गती ह्यांचा एकत्रित परिणाम** खूपच जास्त असतो आणि त्याचा विचार करणे आवश्यक असते. न्यूटनच्या दुसऱ्या नियमात ह्याचा विचार केलेला आहे.

न्यूटनच्या दुसऱ्या नियमाचाच भाग असणारा हा विचार म्हणजेच **संवेग (mv)** ही संज्ञा. संवेग म्हणजे वस्तुचे वस्तुमान गुणिले वेग **संवेग $p = mv$** , ही सदिश राशी आहे.

समजा एखाद्या गोष्टीचे वस्तुमान m आणि वेग v_1 असेल तर त्याचा संवेग mv_1 होईल. आता सांगा, वस्तुमान तेच ठेवून आपण वेग v_2 केला तर संवेग काय होईल? बरोबर आहे, तो होईल mv_2 .

आता संवेगाच्या दृष्टीने न्यूटनचा दुसरा नियम कसा लिहू शकतो ते बघूया

एखाद्या m वस्तुमानाच्या वस्तुवर F हे बल लागले आहे. ह्या बलामुळे त्या वस्तूची गती t कालात v_1 पासून v_2 अशी बदलली, तर वस्तुचे त्वरण (a) होईल ($v_2 - v_1$) भागिले t , हे आता तुम्हाला माहित आहे, होय ना?



आता ह्या किंमती न्यूटनच्या $F = ma$ ह्या सूत्रात घातल्या तर काय होईल बघूया

$$F = m(v_2 - v_1) / t \text{ म्हणजेच } \{m(v_2 - v_1) \text{ भागिले } t\}$$

$$\text{म्हणजेच } F \text{ (बल)} = (mv_2 - mv_1) / t \text{ (संवेग बदलाचा दर)}$$

ह्या सूत्राप्रमाणे न्यूटनचा दुसरा नियम आपण असाही लिहू शकतो,

"वस्तुच्या संवेग बदलाचा दर वस्तुवर लावलेल्या बलाला समानुपाती असतो."

ह्या नियमाचं तुमच्या पहाण्यातलं आणि आवडीचं उदाहरण म्हणजे क्रिकेटच्या खेळात, फिल्डर जेव्हा एखादा कॅच पकडतो तेव्हा तो त्याचे हात खाली नेत पकडतो, खाली नेण्यामुळे वेळ t वाढतो. आणि वेळ वाढल्यामुळे गतीने येणाऱ्या बॉलचा मार हातावर काहीसा कमी लागतो. मार कमी होण्याचं कारण काय असेल? खालील सूत्र बघा.

$F \text{ (बल)} = (mv_2 - mv_1) / t$. ह्या सूत्राप्रमाणे, t वाढला की F कमी होईल, बरोबर ना? म्हणजेच हातावर बसणारा बॉलचा झटका (F) कमी होणार. तसे न केल्यास कॅच घेताना फिल्डरच्या हातांना दुखापत होण्याची शक्यता असते.



मुलांनो, न्यूटनच्या दुसऱ्या नियमाची दोन प्रकारची सूत्रे तुम्ही आल्ता पाहिलीत ह्यावरची एखाद-दोन उदाहरणेही आपण पाहिली. तुम्ही पाहिलेली ह्या नियमाची अशीच आणखी काही उदाहरणे वहीत लिहून ठेवा.

संवेगाचे महत्व काय? निसर्गात काही थोड्याच अशा भौतिकी संज्ञा आहेत की त्या कायम रहातात. उदाहरणार्थ, उर्जा. निसर्गात एकूण उर्जा कायम राहते. तसाच **एखाद्या क्रियेत एकूण संवेग कायम रहातो.** (उर्जा, संवेग अशा संज्ञांच्या अभ्यासाने निसर्गाचे कार्य कसे चालते ह्याचा अभ्यास करता येतो.)

संवेगासंबंधीचे आपल्या पहाण्यात येऊ शकणारे एखादे उदाहरण पाहूया. वाहनांची टक्कर होण्याचे प्रकार आपण बरेच वेळा पहातो. समजा विरुद्ध दिशेने येणाऱ्या दोन वाहनांची टक्कर झाली तर त्या बाबतीत संवेगाचे काय होईल? ह्यासाठी आपल्याला अशा टकरीबद्दल **संवेगाचा नियम** काय सांगतो ते बघूया.

कोणतेही बाह्य बल कार्य करीत नसेल तर एखाद्या क्रियेतील एकूण संवेग कायम रहातो. यालाच **संवेग अक्षय्यतेचा नियम** (Law of conservation of momentum) म्हणतात.



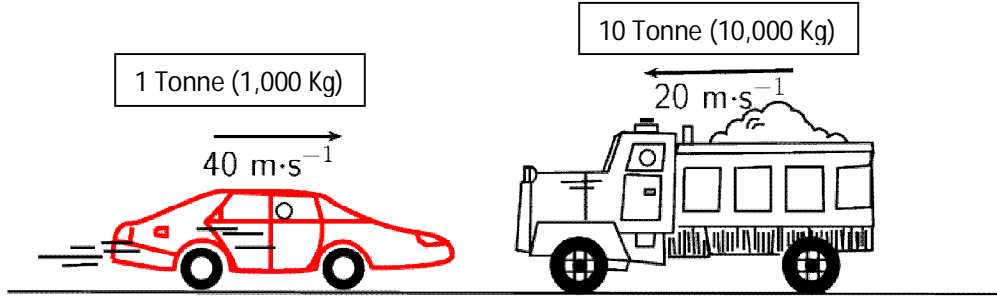
चला, आता आपण वरील नियमानुसार त्याचे सूत्र लिहूया त्यात असे समजू की, m_1 आणि m_2 अशी दोन गाड्यांची वस्तुमाने आहेत आणि u_1 व u_2 ह्या त्यांच्या टकरी आधीचे वेग आणि v_1 व v_2 ह्या टकरी नंतरचे वेग आहेत. आता हे नियमानुसार सूत्रात लिहूया

टकरी आधीचा एकूण संवेग किती असेल? तो असेल, $m_1u_1 + m_2u_2$

आणि टकरी नंतरचा संवेग किती होईल? तो होईल, $m_1v_1 + m_2v_2$

म्हणून संवेगाच्या नियमाप्रमाणे $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ हे सूत्र झाले.

ह्या सूत्राच्या सहाय्याने अनेक गणिते सोडवता येतात. तुमच्या पुस्तकात ह्या प्रकारची उदाहरणे दिलेली आहेत. मात्र हे लक्षात ठेवा की, ही गणिते अचूक सोडवण्यासाठी गाड्यांची वस्तुमाने आणि गाड्यांच्या वेगांच्या दिशा योग्यपणे विचारात घेऊन गणितात किंमती घालणे आवश्यक असते. आपण खालील एक उदाहरण संवेगाच्या नियमाने कसे सोडवायचे ते बघूया.



वरील चित्रातील गणित काय आहे ते प्रथम नीट समजून घेऊ. गणितात असे विचारले आहे की, लाल गाडी व ट्रक एकाच सरळ रेषेत पण विरुद्ध दिशेने येऊन त्यांची टक्कर झाली आणि टकरी नंतर लाल गाडी ट्रकला अडकल्यामुळे दोन्ही एकत्रितपणे एकाच दिशेने जात असले तर टकरीनंतरची त्यांचा वेग किती व दिशा काय असेल? हे गणित संवेगाच्या नियमाचे आहे. संवेगाचा नियम ह्या गणितात कसा लावायचा? इथे दोन गाड्यांची टक्कर झाली आहे आणि त्यात इतर कुठलेही बाह्य बल लागलेले नाही म्हणून त्या गाड्यांचा टकरीआधीचा आणि टकरीनंतरचा संवेग p कायम राहिल.

ह्यासाठी, सूत्राप्रमाणे, टकरी आधीचा संवेग $p_1 =$ टकरी नंतरचा संवेग p_2

इथे लाल गाडीच्या विरुद्ध दिशेने ट्रक येत आहे म्हणून ट्रकच्या गतीला वजा चिन्ह घेतले पाहिजे.

लाल गाडी $m_1 = 1$ टन, $u_1 = 40$ मी/सेकंद, व ट्रक $m_2 = 10$ टन, $u_2 = -20$ मी/सेकंद, म्हणून $p_1 = (m_1u_1 + m_2u_2) = (1 \times 40) + \{10 \times (-20)\} = 40 - 200 = -160$ टन मी/सेकंद.

टकरी नंतर दोन्ही गाड्या एकत्र जातात, म्हणून त्यांची गती सारखीच असणार. ती v धरूया.

आणि $p_2 = (m_1 + m_2) \times v = 11 \times v$ टन मी/सेकंद ---> इथे $v =$ टकरीनंतरची गती.

संवेगाच्या नियमाप्रमाणे $p_1 = p_2$, म्हणून -160 टन मी/सेकंद $= 11 \times v$ टन मी/सेकंद .

म्हणून $v = -160 / 11 = -14.5$ मी/सेकंद --> हे गणिताचे उत्तर.

टकरी नंतर दोन्ही वाहने एकत्रितपणे $v = -14.5$ m/s वेगाने, ट्रकच्या दिशेत म्हणजे डावीकडे जातील.

न्यूटनचा गतीविषयक तिसरा नियम

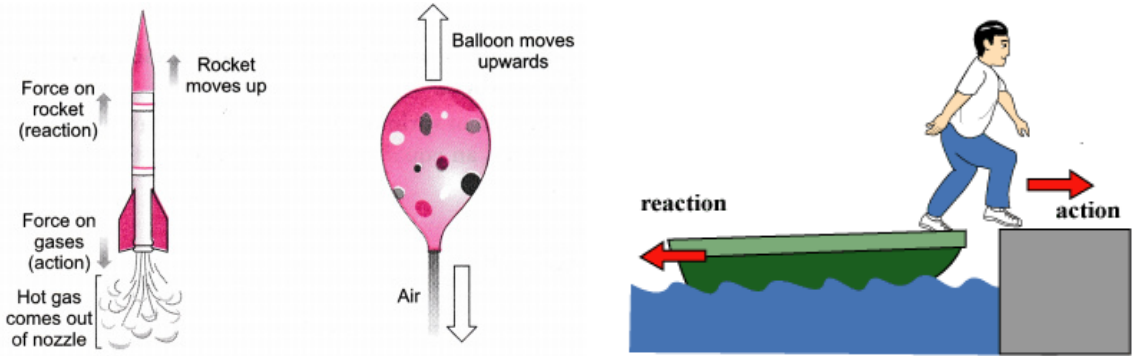
न्यूटनचा हा तिसरा नियम तुम्हाला कळायला आणि आठवायलाही अगदी सोप्या आहे. तो काय आहे ते बघ्या. ?

प्रत्येक क्रियेला तेवढीच प्रतिक्रिया विरुद्ध बाजूने होते. क्रिया व प्रतिक्रिया ह्या दोन वेगळ्या वस्तुंवर होतात.

ह्या नियमाच्या उदाहरणाच्या निमित्ताने तुम्ही असा अनुभव घेऊन बघा की, तुमच्या हाताची बुक्की भिंतीवर जोरात मारा. मारलीत की नाही? आम्हाला माहित होतं की तुम्ही हे आमचं ऐकणार नाही. कारण काय होईल ते तुम्हाला माहितच होतं! मात्र त्यासाठीचा वरील नियम तुम्हाला माहित नसेल!

बुक्की मारताना तुम्ही (तुमच्या क्रियेने) जर भिंतीवर जोरात मारलं असतं, तर (भिंतीच्या प्रतिक्रियेने) तुम्हालाही तेवढ्याच जोरात लागलं असतं ना? ह्या नियमाची भरपूर उदाहरणे तुम्हाला नक्कीच माहित असतील.

मुलांनो, आम्ही सांगत असतो तुम्हाला की तुम्ही कोणतीही गोष्ट पाहिली, अनुभवली की मनांत प्रश्न निर्माण करा 'असे का व कसे' होते? तसे करायची सवय लावून घेतलित की तुम्हाला नेहमी घडणाऱ्या प्रत्येक घटनेमागचं सायन्स समजेल आणि मग विज्ञान अगदी सोप्यं वाटू लागेल.



↙ अशाच काही क्रिया, प्रतिक्रिया ↘

ह्या नियमाची आणखी काही उदाहरणे:- 1) पाण्यातून जाताना होडीचे वल्हे मागच्या बाजूला मारतात त्यामुळे होडी पाण्यात पुढे जाते 2) होडी किनाऱ्याला आल्यावर आपण किनाऱ्यावर उडी मारली तर तेवढ्याच जोराने होडी पाण्यात ढकलली जाते. 3) उडण्यासाठी पक्षी पंखांनी हवा खाली रेटतात, व ह्या क्रियेच्या प्रतिक्रियेने हवा पक्षांना वर रेटते. 4) आपण चालताना जमीनीला मागे रेटतो आणि जमीन आपल्याला पुढे रेटते . 5) वाहनांची चाके जमीनीला मागे रेटत असतात आणि वाहने पुढे जात असतात.

तुमच्यासाठी एक प्रश्न, वाळूतून आपल्याला भरभर चालता का येत नाही? विचार करा बरं.

न्यूटनचे नियम कुठे लागू होत नाहीत?

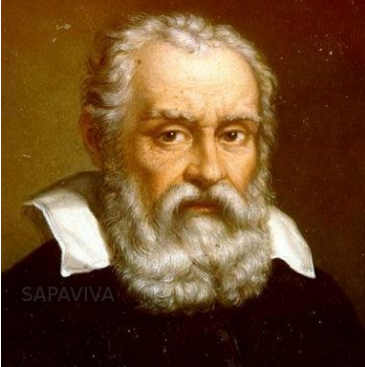
न्यूटनच्या नियमांमुळे सुमारे इ.स. 1660 नंतर विज्ञानाची खूप प्रगती होत गेली. जवळपास 200 वर्षे लोकांना न्यूटनचे नियमच फक्त माहित होते.

मात्र 1905 साली आईन्स्टाईन ह्या शास्त्रज्ञाने असे दाखवून दिले की वस्तुची गती जर प्रकाशाच्या वेगाच्या तुलनेत असेल तर त्या वस्तुला न्यूटनचे नियम जसेच्या तसे लागू पडत नाहीत

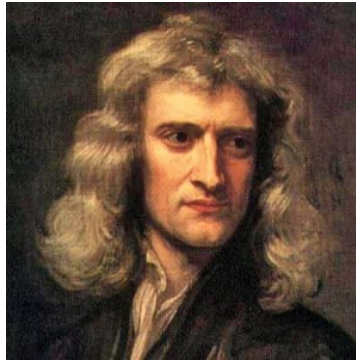
त्यानंतर अणुविषयीच्या संशोधनातून असे लक्षात आले की अणूतील इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन सारख्या सूक्ष्म कणांच्या हालचालींसाठीचे नियम पूर्णपणे वेगळे असतात. ह्या कणांना ठराविक स्थान किंवा गती असू शकत नाही. त्यामुळे त्यांच्या हालचालींसाठी न्यूटनचे नियम लागू होत नाहीत

न्यूटनच्या नियमांना अशा मर्यादा असल्या तरी आपल्या रोजच्या जीवनातल्या, अवतीभोवतीच्या गतींसाठी आणि हालचालींसाठी न्यूटनचे नियम बरोबर लागू होतात. आणि वर उल्लेखलेल्या नवीन शोधांमुळे त्या मर्यादा ओलांडून विज्ञान प्रचंड विस्तारत गेले आहे.

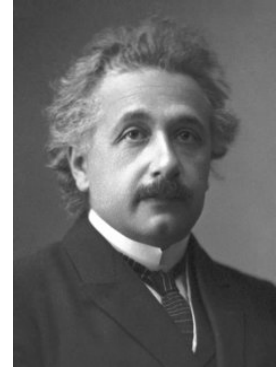
विज्ञानाचे हे वैशिष्ट्य आहे की, जरी नवीन संशोधन आले तरी ते जगभरातील शास्त्रज्ञांकडून पडताळून पाहून मगच मान्य करण्यात येते ह्यामुळेच विज्ञान-शास्त्राची प्रचंड प्रगती होत असते. ह्या सर्व मुद्द्यांबद्दल आपण नंतर कधीतरी विचार करूया.



गॅलिलीओ
(1564 - 1642)



न्यूटन
(1642 - 1727)



आईन्स्टाईन
(1879 - 1955)