

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२९ एप्रिल-मे २०२१

पुस्तक परिचय

सुपरहिरोंचे भौतिकशास्त्र

उंचावरून पडल्यावर

कोणी कसे जिवंत राहिल?!

लेखक: जेम्स काकालिओस संक्षिप्त अनुवाद: नीलिमा सहस्रबुद्धे

सुपरहिरोंचे भौतिकशास्त्र

उंचावरून पडल्यावर

कोणी कसे जिवंत राहिल?!

लेखक: जेम्स काकालिओस संक्षिप्त अनुवाद: नीलिमा सहस्रबुद्धे

सुपरहिरो कॉमिक्समधील पात्रे, घटना, इ.चा संदर्भ घेऊन भौतिकशास्त्रातील संकल्पना मनोरंजक पध्दतीने समजावून देणाऱ्या फिजिक्स ऑफ सुपरहिरोज या पुस्तकातील भाग आपण मागील काही अंकांमध्ये वाचले आहेत. त्याच पुस्तकातील हा आणखी एक भाग.



१९७३ मध्ये प्रकाशित झालेली ही स्पायडरमॅनची चित्रकथा...

स्पायडरमॅनची मैत्रीण एका उंच पुलावरून नदीत पडते... नव्हे, खलनायक तिला तिथून ढकलून देतो. ते लक्षात आल्याबरोबर स्पायडरमॅन त्याचे जाळे टाकून पाण्याच्या पातळीच्या जरासे वर तिला पकडून, वर उचलून घेतो. पण दुदैव असे, की ती वाचत नाही!

खलनायक त्याला म्हणतो देखील... इतक्या उंचावरून पडल्यानंतर कोणी कसे जिवंत राहिल?

आता प्रश्न असा आहे, की मृत्यूचे कारण काय? उंचावरून पडणे, की जाळ्यात पकडणे?

उंचावरून पडणे हे कारण असू शकत नाही... नाहीतर बंजी जम्पिंग, स्काय डायविंग, पॅराट्रॉपिंग असे खेळ निर्माण झाले नसते. त्यामुळे आपण शोधूया की स्पायडरमॅनच्या जाळ्याने काय केले...

उंचावरून पडलेल्या त्या मुलीला थांबवण्यासाठी जाळ्याने काही एक जोर लावला असणार. त्या क्षणी ती 'ह' उंचीवरून शून्य गतीने सुरुवात केल्यावर 'ग' या गुरुत्वाकर्षणीय प्रवेगाने प्रवास करत होती. त्यामुळे, तिचा वेग 'व' काढण्यासाठी पुढील सूत्र वापरता येईल.

$$v^2 = 2 \times g \times h$$

समजा ती १०० मीटर उंचीवरून खाली पडली. मग $v = ४४.२७$ मीटर प्रति सेकंद म्हणजेच १६० कि.मी. प्रति तास.

हा वेग एकदम थांबवून शून्य करायचा, तर जो जोर सुपरमॅनच्या जाळ्याने लावला, तो फ मानू.

$$f = \text{वस्तुमान} \times \text{प्रवेग} = \text{वस्तुमान} \times \text{वेगातील बदल} / \text{वेळ.}$$

$$f \times \text{वेळ} = \text{वस्तुमान} \times \text{वेगातील बदल}$$

वस्तुमान \times वेगातील बदल यालाच इम्पल्स - धक्का किंवा झटका - म्हणतात.

जितक्या कमी वेळात हा वेगातील बदल घडवून आणायचा असेल तितका लागणारा जोर जास्त असणार. जो झटका बसणार आहे, तो ठरलेला आहे... वस्तुमान x वेगातील बदल. हा बदल झटकन केला तर मोठा जोर लावला जाईल. सावकाश लावला तर कमी जोर लागेल.

मोटारीत वापरल्या जाणाऱ्या एअर बॅग्स याच तत्वावर चालतात. वेगात पळणारी मोटार अचानक थांबली, तर त्याच वेगाने जाणारे प्रवासीही अचानक थांबतात. ते थांबण्यासाठी लागणारा बाह्य जोर कोणी तरी लावावा लागतो. सीट बेल्ट आणि एअर बॅग्स नसत त्या दिवसात हा जोर समोरचे सीट किंवा चाकाने लावलेला असे आणि अगदी क्षणार्धात लावल्याने तो खूप मोठाही असे.

याऐवजी आपण जेव्हा एअर बॅग्सवर आपटतो, तेव्हा एअर बॅगमध्ये झटकन हवा भरली जाते आणि त्यावर आपटल्यावर बॅगचा आकार बदलतो, शरीर एअर बॅगला चिकटून राहते. साहजिकच जोर लागणारा वेळ आणि जोर कार्य करत असलेल्या वस्तूचे (शरीर अधिक एअर बॅग) क्षेत्रफळही वाढते.



अचानक थांबण्यासाठी शरीरावर लागणारा जोर कमी होतो आणि तो जोर बऱ्याच क्षेत्रफळावर विभागला गेल्याने होणारे नुकसान / जखमा कमी होतात. हा जोर कधी ड्रायव्हर बेशुद्ध पडेल इतका असला, तरी महत्त्वाचा मुद्दा मरण टाळण्याचा असतो. अर्थात एकूण जोर x वेळ म्हणजे झटका तेवढाच असणार, कारण वेग अचानक शून्यावर आणण्याचा परिणाम तोच आहे.

बॉक्सिंग खेळतानासुद्धा खेळाडू ठोसा खाताना लोळण घेतात तेव्हा असाच चिकटून राहण्याचा वेळ वाढवतात, त्यामुळे आपोआपच एकूण धक्का तेवढाच बसला तरी ठोसा थांबवण्यासाठी लागणारा जोर कमी होतो, शारीरिक हानी कमी होते!

स्पायडरमॅनच्या जाळ्याला लवचीकतेचा गुण जरी असला, तरी वरून वेगाने येणाऱ्या त्या मुलीला पाण्याच्या पातळीआधी थांबवायचे तर वेळ मुळीच नाही... हीच वाईट गोष्ट ठरली. तिचा १६० किमी प्रति तास हा वेग बदलून शून्य करायचा आहे. तिचे वस्तुमान ५० किलो असेल असे मानू. जाळ्यात पकडल्यावर ती अर्ध्या सेकंदात शून्य वेगाला आली...थांबली असे समजू.

$$F = 50 \times 88.29 / 0.5 = 8829 \text{ किग्रॅ.मी/सेकंद}^2$$

आता एवढा मोठा जोर शरीरावर लागला तर परिणाम भयंकर होणारच! जमिनीवर असताना आपले शरीर वस्तुमानाच्या ग पट म्हणजे (वस्तुमान x ९.८ किग्रॅ.मी/सेकंद^२) एवढा जोर निर्माण करते; तो वरून पडल्यावर किती प्रचंड वाढतो पहा! इतक्या उंचीवरून पडल्यावर निर्माण होणारा वेग झटकन थांबवणे हे वाईटच... मग ते जाळ्यात पकडणे असो, वा पाण्यावर आपटणे. पाण्यामुळे होणारा अवरोधदेखील वेगाबरोबर वाढतो. त्यामुळे परिणाम जमिनीवर आपटण्यासारखाच होतो.



याउलट, बंजी जम्पिंग करताना वेग कमी करायला पुरेसा अवधी देऊन, बांधलेला दोर लवचीक वापरून, थांबवणारा जोर मर्यादित ठेवायला लागतो.

मात्र याहून जास्त जोर अनुभवणाऱ्या, तरीही जिवंत राहणाऱ्या व्यक्तींचे अनुभव नोंदलेले आहेत. १९५४ मध्ये कर्नल जॉन स्टाप यांनी एका प्रयोगात एका रॉकेट स्लेडमधून प्रवास केला. थांबताना त्यावर ४०xg इतका जोर लावला होता, मात्र त्यांना सुरक्षित राहण्यासाठी स्लेडला नीट बांधून ठेवले गेले होते. त्या अनुभवाचे वर्णन त्यांनी भूल न देता दात काढण्यासारखे...असे केले आहे.

अनुभवातून शिक्षण!

विशेष सांगण्यासारखी गोष्ट म्हणजे स्पायडरमॅन या अनुभवातून शिकला. पुढच्या एका गोष्टीत एका गगनचुंबी इमारतीवर स्पायडरमॅन चिकटलेला असताना एक माणूस खिडकी साफ करताना पडतो... या वेळी स्पायडरमॅनसाठी भौतिकशास्त्राची परीक्षा चांगली जाते!



तो अत्यंत वेगाने पडणाऱ्या माणसामागे जातो, त्याने सुरुवात करतानाच जोरदार वेगाने केलेली असते. “या वेळी त्याला नुसते जाळ्यात झेलून भागणार नाही... मी आधी याच्या वेगाला गाठतो, आणि मग याला पकडून जाळ्याचा उपयोग फक्त वेग कमी करण्यासाठी करतो.” या वेळी परत वर चढायला सुरुवात करताना जो मोठा झटका बसला, तो स्पायडरमॅनच्या हातात भरपूर ताकद असल्याने त्याला सहन करता आला.

२००२ च्या स्पायडरमॅन चित्रपटातदेखील दुरुस्ती केली आहे. खलनायकाने त्याच्या मैत्रिणीला पुलावरून ढकलून दिल्यावर आधी तिला हातात झेलून मगच जाळ्याचा उपयोग वेग मंदावण्यासाठी केला आहे. १९७३ मधल्या चित्रकथेतल्या मैत्रिणीला जणू भावांजली...

फिजिक्स ऑफ सुपरहिरोज हे पुस्तक तुम्ही पीडीएफ स्वरूपात थेट डाउनलोड करू शकता.

लिंक - <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Physics-of-Superheroes-Kakalios/e49024d876070954a808b93f47f5300337103a2a>

§§§

लेखक : जेम्स काकालिओस, अमेरिकेतील मिनेसोटा विद्यापीठातील स्कूल ऑफ फिजिक्स अँड अस्ट्रॉनॉमी येथे अध्यापन करतात, सर्वसामान्यांसाठी विज्ञान लेखन करतात.

संक्षिप्त अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुध्दे, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इ-मेल : neelimasahasrabudhe@gmail.com

(कळीचे शब्द: पदार्थविज्ञानाचे शिक्षण, शिक्षणातील रंजकता, स्पायडर मॅन, उंचावरून पडण्यामागील भौतिकशास्त्र, बंजी जंपिंग, मोटारीतील एअरबॅग्ज, कर्नल जॉन स्टाप)

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाविषयी

शैक्षणिक संदर्भ हे पालकनीती परिवाराचे द्वैमासिक ऑगस्ट १९९९ पासून संदर्भ सोसायटी प्रकाशित करत आहे. मराठीतून चांगले विज्ञान वाचायला मिळावे, शालेय व महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांच्या कुतूहलाला प्रोत्साहन मिळावे, अनुभवांना जोडून असलेल्या विज्ञानाची सहज ओळख व्हावी आणि समाजात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढावा, हे याचे उद्देश आहेत.

२०१८ सालापासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करत आहोत व इमेल आणि व्हॉट्सॅपच्या माध्यमातून वाचकांपर्यंत पोहोचवत आहोत.

आपल्याला आमचे अंक वाचायचे असल्यास आपला इ-मेल पत्ता आणि व्हॉट्सॅप क्रमांक (ऐच्छिक) आम्हाला sandarbh.marathi@gmail.com वर पाठवावा. दर आठवड्याला एक लेख व दर दोन महिने पूर्ण झाल्यावर आठ लेखांचा एकत्रित एक अंक असे आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतील.

www.sandarbhsociety.org या वेबसाईटला जरूर भेट द्या. जुने अंकही त्यावर पीडीएफ स्वरूपात उपलब्ध आहेत.

हा उपक्रम विनामूल्य आहे, पण आपण आपला सहभाग ऐच्छिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवू शकता. अधिक माहिती वेबसाईटवर उपलब्ध आहे.

- संपादक मंडळ, शैक्षणिक संदर्भ व विश्वस्त मंडळ, संदर्भ सोसायटी