

**SAMPLE CONTENT**

**PRECISE**



# विज्ञान आणि तंत्रज्ञान (भाग - १)

पाठ्यपुस्तक व बोर्डाच्या कृतिपत्रिका आराखड्यावर आधारित



**#itna hi kaafi hain**

**इयत्ता  
दहावी  
(मराठी माध्यम)**

Published by:

**LAZY BONE EDUCATION**

PRECISE

# विज्ञान आणि तंत्रज्ञान भाग - १

इयत्ता दहावी (मराठी माध्यम)

## ठळक वैशिष्ट्ये

- अद्ययावत पाठ्यपुस्तक व कृतिपत्रिका आराखड्यावर आधारित
  - आवश्यक तेथे प्रश्नांसाठी अनुरूप गुणदान योजना समाविष्ट
  - बोर्डाच्या कृतिपत्रिकांमध्ये विचारलेले प्रश्न त्यांच्या उत्तरांसह अंतर्भूत
- मार्च 2019 ते जुलै 2023**
- प्रत्येक पाठात अंतर्भूत असलेल्या बाबी:
    - पाठाच्या उत्तम उजळणीकरिता 'पाठाचा परिचय' या घटकाचा अंतर्भाव
    - परिपूर्ण सरावाकरिता वस्तुनिष्ठ प्रश्नांचा संग्रह समाविष्ट
    - वैविध्यपूर्ण संकल्पनांच्या सखोल अभ्यासाकरिता सैद्धांतिक प्रश्नांचा समावेश
    - संख्यात्मक संकल्पना तपशीलवार समजून घेण्यासाठी 'शाब्दिक उदाहरणे' अंतर्भूत
    - पाठ्यपुस्तकातील पाठांतर्गत येणाऱ्या प्रश्नांचा 'पाठातील प्रश्न' या स्वतंत्र विभागात समावेश
  - सखोल अभ्यासासाठी अंतर्भूत करण्यात आलेली काही महत्त्वपूर्ण वैशिष्ट्ये:
    - आकलन हेतू स्पष्टीकरण - स्पष्टीकरणासहित सोडवलेली उदाहरणे - HOTS
    - वस्तुनिष्ठ प्रश्नांकरिता क्लृप्त्या - महत्त्वाचे शब्द
  - आवश्यक तेथे कृतीच्या प्रात्यक्षिकांचे व विविध संकल्पना स्पष्ट करणारे व्हिडिओज Q.R. Code द्वारे समाविष्ट
  - मार्च 2024 ची बोर्डाची कृतिपत्रिका समाविष्ट (Q.R. Code द्वारा उत्तरपत्रिका उपलब्ध)

Printed at: **Jasmine Art Printers Pvt. Ltd.**, Navi Mumbai

© Lazy Bone Education

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, C.D. ROM/Audio Video Cassettes or electronic, mechanical including photocopying; recording or by any information storage and retrieval system without permission in writing from the Publisher.

## प्रस्तावना

इयत्ता १० वी साठी महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळाने ज्ञानरचनावादावर आधारित अधिक कल्पक आणि सखोल अभ्यासक्रम तयार केला आहे. या अभ्यासक्रमाद्वारे विद्यार्थ्यांची निरीक्षण क्षमता व तंत्रज्ञानाविषयीची समज वृद्धिंगत करण्यासाठी शिक्षण मंडळाने स्तुत्य प्रयत्न केला आहे. **लेझी बोन एज्युकेशनचे PRECISE विज्ञान आणि तंत्रज्ञान भाग-१: इयत्ता दहावी** हे पुस्तक बोर्डाच्या अद्ययावत कृतिपत्रिका आराखड्यावर आधारित आहे.

प्रत्येक पाठात अंतर्भूत बाबी:

- पाठाचा संक्षिप्त; पण सखोल आढावा देणारा **पाठाचा परिचय**
- विशिष्ट प्रश्नप्रकारांमध्ये विभागलेले वैविध्यपूर्ण **वस्तुनिष्ठ प्रश्न**:
  - **योग्य पर्याय निवडा.** - **नावे लिहा.** - **चूक की बरोबर ते ओळखा.**
  - **गटात न बसणारा शब्द ओळखा.** - **सहसंबंध पूर्ण करा.** - **जोड्या जुळवा.**
- सैद्धांतिक प्रश्नांची** विभागणी पुढील प्रश्नप्रकारांमध्ये करण्यात आली आहे:
  - **खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.** - **फरक स्पष्ट करा.** - **शास्त्रीय कारणे लिहा.**
  - **आकृतीवर आधारित प्रश्न** - **तक्ता पूर्ण करा.** - **परिच्छेदावर आधारित प्रश्न**
- उत्तरामागील संकल्पना विद्यार्थ्यांना अधिक चांगल्या प्रकारे समजावी यासाठी आवश्यकतेनुसार **आकलन हेतू स्पष्टीकरण** (उत्तराचा भाग नसलेले) हा भाग दिलेला आहे.
- विद्यार्थ्यांच्या विचारशक्तीला अधिक चालना देणाऱ्या प्रश्नांना **HOTS** असे चिन्हांकित केलेले आहे.
- दीर्घ उत्तरांतील **महत्त्वाचे शब्द** लक्षात यावेत यासाठी ते ठळक अक्षरांत देण्यात आले आहेत.
- विद्यार्थ्यांना दृक-श्राव्य पद्धतीने अभ्यासाला प्रोत्साहन मिळण्यासाठी आवश्यक तेथे कृतींच्या प्रात्यक्षिकांचे व विविध संकल्पना स्पष्ट करणारे व्हिडिओज समाविष्ट केले आहेत.
- परीक्षेमध्ये कशाप्रकारचे प्रश्न विचारले जातात हे विद्यार्थ्यांना लक्षात यावे; यासाठी मार्च आणि जुलै 2019, मार्च आणि डिसेंबर 2020, मार्च आणि जुलै 2022, मार्च आणि जुलै 2023 सालच्या **बोर्डाच्या कृतिपत्रिकांमध्ये** विचारण्यात आलेले प्रश्न त्यांच्या उत्तरांसह देण्यात आले आहेत. त्याचबरोबर नवीन गुणांकन पद्धतीनुसार शक्य असेल तेथे प्रश्नांसमोर गुण दर्शविण्यात आले आहेत. नवीन गुणांकन पद्धतीनुसार आणि बोर्डाच्या परीक्षेत विचारल्याप्रमाणे प्रश्नांच्या स्वरूपात बदल करण्यात आले आहेत.
- स्पष्टीकरणासहित सोडवलेले उदाहरण** या भागात शाब्दिक उदाहरणे सोडवणे सोपे जावे यासाठी सूचनांसहित प्रत्येक पायरी सविस्तरपणे सोडवून दाखवली आहे. या उदाहरणांच्या दिलेल्या उकली या शाब्दिक उदाहरणांच्या उत्तरांच्या आकलनासाठीची सविस्तर स्पष्टीकरणे असून ती परीक्षेत आदर्श उत्तरे म्हणून लिहिणे अपेक्षित नाही. शाब्दिक उदाहरणांच्या उत्तम सरावाकरिता **सरावासाठी प्रश्न** देखील अंतर्भूत करण्यात आले आहेत.

हे पुस्तक वैज्ञानिक संकल्पनांचे ज्ञानकेंद्र ठरावे म्हणून आम्ही केलेले प्रयत्न सार्थकी लागतील अशी खात्री वाटते. या पुस्तकाच्या माध्यमातून निश्चितपणे विद्यार्थ्यांमध्ये वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढीस लागेल याचा आम्हांला विश्वास वाटत आहे.

हे पुस्तक उत्कृष्ट व्हावे म्हणून आम्ही सर्वतोपरी प्रयत्न केले आहेत. त्याच्या उत्कृष्टतेत भर घालण्यासाठी आपण केलेल्या सूचना सदैव स्वागतार्ह असतील. आपला अभिप्राय पुढील ई-मेल पत्त्यावर पाठवावा, ही विनंती: [support@lazybone.in](mailto:support@lazybone.in)

**अभिनव अभ्यासासाठी विद्यार्थ्यांना खूप खूप शुभेच्छा!**

प्रकाशक

आवृत्ती: चौथी

### Disclaimer

This reference book is transformative work based on textbook 'विज्ञान आणि तंत्रज्ञान भाग - १' published by the Maharashtra State Bureau of Textbook Production and Curriculum Research, Pune. We the publishers are making this reference book which constitutes as fair use of textual contents which are transformed by adding and elaborating, with a view to simplify the same to enable the students to understand, memorize and reproduce the same in examinations.

This work is purely inspired upon the course work as prescribed by the Maharashtra State Bureau of Textbook Production and Curriculum Research, Pune. Every care has been taken in the publication of this reference book by the Authors while creating the contents. The Authors and the Publishers shall not be responsible for any loss or damages caused to any person on account of errors or omissions which might have crept in or disagreement of any third party on the point of view expressed in the reference book.

© reserved with the Publisher for all the contents created by our Authors.

No copyright is claimed in the textual contents which are presented as part of fair dealing with a view to provide best supplementary study material for the benefit of students.

## ठळक वैशिष्ट्ये

### पाठाचा परिचय

पाठातील महत्त्वाच्या मुद्द्यांची झटपट उजळणी करण्यासाठी प्रत्येक पाठाच्या सुरुवातीस 'पाठाचा परिचय' देण्यात आला आहे.

### नवीन प्रश्नप्रकार

आकृतीवर आधारित प्रश्न, परिच्छेदावर आधारित प्रश्न अशा नवीन प्रश्नप्रकारांचा समावेश यात केला गेला आहे.

### बोर्डाच्या प्रश्नांचा उत्तरांसहित समावेश

जुलै 2023 पर्यंतच्या बोर्ड परीक्षेत विचारलेल्या प्रश्नांचा उत्तरांसहित समावेश.

### आकलन हेतू स्पष्टीकरण

विद्यार्थ्यांना प्रश्नांच्या उत्तरांमागची मूळ संकल्पना व मुद्दे व्यवस्थित समजून घेता यावेत, यासाठी आवश्यक तेथे आकलन हेतू स्पष्टीकरण (उत्तराचा भाग नसलेले) देण्यात आले आहे.

### प्रश्नांचा गुणांसहित समावेश

नवीन गुणदान पद्धतीनुसार शक्य तेथे प्रश्नांना गुण देण्यात आले आहेत.

### महत्त्वपूर्ण शब्द

दीर्घ उत्तरांमधील महत्त्वपूर्ण शब्द विद्यार्थ्यांना पटकन लक्षात यावेत आणि त्यांना सराव करणे सोपे जावे याकरिता महत्त्वाचे शब्द ठळक अक्षरांत देण्यात आले आहेत.

### शाब्दिक उदाहरणे

आवश्यक तेथे प्रकारानुसार वर्गीकरण केलेली शाब्दिक उदाहरणे सोडवून दिली आहेत. उजळणीकरता या विभागाच्या सुरुवातीला सगळी महत्त्वाची सूत्रे एकत्र दिली आहेत.

### स्पष्टीकरणासहित सोडवलेले उदाहरणे

यामध्ये शाब्दिक उदाहरणे सोडवणे सोपे व्हावे याकरता सूचनांसहित प्रत्येक पायरी सविस्तर सोडवून दाखवली आहे.

### Q. R. Codes

- पुस्तकातील कृती, प्रयोग इत्यादी समजणे सोपे व्हावे म्हणून त्यांचे व्हिडिओज Q.R. Code मार्फत देण्यात आले आहेत.
- मार्च 2024 च्या बोर्ड कृतिपत्रिकेची उत्तरे Q.R. Code मार्फत देण्यात आली आहेत.

## कृतिपत्रिकेचे स्वरूप

- विज्ञान आणि तंत्रज्ञान भाग 1 आणि भाग 2 साठी प्रत्येकी 40 गुणांच्या दोन स्वतंत्र प्रश्नपत्रिका असतील.
- प्रत्येक प्रश्नपत्रिका सोडवण्यासाठी 2 तासांचा कालावधी असेल.

प्रश्न क्र.	प्रश्नांचे प्रकार	एकूण गुण
1.	(अ) प्रत्येकी 1 गुणाचे 5 प्रश्न विचारणे (बहुपर्यायी)	05
	(ब) प्रत्येकी 1 गुणाचे 5 प्रश्न विचारणे (वस्तुनिष्ठ)	05
2.	(अ) प्रत्येकी 2 गुणांचे 3 प्रश्न विचारणे (शास्त्रीय कारणे) (कोणतेही 2 प्रश्न सोडवणे)	04
	(ब) प्रत्येकी 2 गुणांचे 5 प्रश्न विचारणे (कोणतेही 3 प्रश्न सोडवणे)	06
3.	प्रत्येकी 3 गुणांचे 8 प्रश्न विचारणे (कोणतेही 5 प्रश्न सोडवणे)	15
4.	प्रत्येकी 5 गुणांचे 2 प्रश्न विचारणे (कोणताही 1 प्रश्न सोडवणे)	05

### प्रश्नप्रकार व उद्दिष्टानुसार गुणविभागणी

अनु. क्र.	प्रश्नप्रकार	गुण	विकल्पांसह गुण	शेकडा गुण	अनु. क्र.	उद्दिष्टे	गुण	विकल्पांसह गुण	शेकडा गुण
1.	वस्तुनिष्ठ	10	10	25	1.	ज्ञान	10	15	25
2.	अतिलघुत्तरी	10	16	25	2.	आकलन	10	15	25
3.	लघुत्तरी	15	24	37.5	3.	उपयोजन	16	24	40
4.	दीर्घोत्तरी	5	10	12.5	4.	कौशल्य	4	6	10
	<b>एकूण</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		<b>एकूण</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

[संदर्भ: महाराष्ट्र राज्य माध्यमिक व उच्च माध्यमिक शिक्षण मंडळ, पुणे - ०४]

## अनुक्रमणिका

अ. क्र.	पाठाचे नाव	गुण	विकल्पांसह गुण	पृष्ठ क्र.
1.	गुरुत्वाकर्षण	03	05	1
2.	मूलद्रव्यांचे आवर्ती वर्गीकरण	04	06	22
3.	रासायनिक अभिक्रिया व समीकरणे	04	06	40
4.	विद्युतधारेचे परिणाम	05	07	64
5.	उष्णता	03	05	87
6.	प्रकाशाचे अपवर्तन	05	07	106
7.	भिंभे व त्यांचे उपयोग	04	06	120
8.	धातुविज्ञान	04	06	140
9.	कार्बनी संयुगे	05	07	161
10.	अवकाश मोहिमा	03	05	194
•	मार्च २०२४ च्या बोर्ड कृतिपत्रिकाचा (Q. R. Code द्वारा उत्तरपत्रिका उपलब्ध.)			207

- टीप: • पाठ्यपुस्तकातील स्वाध्यायात दिलेले प्रश्न \* या चिन्हाने दर्शविले आहेत.
- पाठ्यपुस्तकातील सोडवलेली उदाहरणे + या चिन्हाने दर्शविली आहेत.
- पाठ्यपुस्तकातील स्वाध्यायात दिलेले निवडक प्रश्न बोर्डाच्या अद्ययावत कृतिपत्रिका प्रारूपानुसार सुधारित करण्यात आले असून ते ♣ या चिन्हाने दर्शविलेले आहेत.

सदर पुस्तकामध्ये विविध ठिकाणी काही Q. R. Codes देण्यात आले आहेत. तुमच्या स्मार्टफोनच्या कॅमेऱ्याचा वापर करून तुम्ही ते सहज स्कॅन करू शकता. याद्वारे तुम्ही संबंधित घटकांचा सखोल अभ्यास करू शकता. या व्हिडिओद्वारे तुम्हांला तुमच्या अभ्यासक्रमाशी संबंधित 'प्रयोग', 'विविध कृती', 'प्रकल्प', 'करून पाहा' यांबाबत अधिक व्यापक माहिती मिळेल. आम्हांला आशा आहे की; या पुस्तकाचा वापर करत व्हिडिओच्या मदतीने विद्यार्थी अधिकाधिक ज्ञान प्राप्त करतील.

विद्यार्थ्यांनी परीक्षेतील उत्तरे खालीलप्रमाणे लिहावीत.

सहसंबंध ओळखा – दोन घटकांमधील परस्परसंबंध ओळखून ते विधान पुन्हा लिहावे.

उदाहरण:

1. फ्लेमिंगचा उजव्या हाताच्या अंगठ्याचा नियम : वाहकाची दिशा :: फ्लेमिंगचा उजव्या हाताच्या तर्जनीचा नियम : \_\_\_\_\_  
उत्तर: फ्लेमिंगचा उजव्या हाताच्या अंगठ्याचा नियम : वाहकाची दिशा :: फ्लेमिंगचा उजव्या हाताच्या तर्जनीचा नियम : चुंबकीय क्षेत्र

बहुपर्यायी प्रश्न - यामधील प्रत्येक प्रश्नाच्या उत्तराचा योग्य पर्याय क्रमांक लिहावा.

उदाहरण:

2. चुन्याच्या निवळीतून \_\_\_\_\_ प्रवाहित झाल्यास, ती दुधी होते.  
(A) H<sub>2</sub> (B) CO<sub>2</sub> (C) CO (D) SO<sub>2</sub>  
उत्तर: 2. (B)

सांख्यिकीय उदाहरणे – अंतिम उत्तर सुयोग्य एककासह लिहावे.

उदाहरण:

3. चंद्राचे वस्तुमान व त्रिज्या अनुक्रमे  $7.34 \times 10^{22}$  kg आणि  $1.74 \times 10^6$  आहे. यावरून चंद्राच्या पृष्ठभागावरील मुक्तिवेग काढा.  
उत्तर: मुक्तिवेग =  $v_{esc} = 2.372$  km/s

## आकलन हेतू स्पष्टीकरण

‘आकलन हेतू स्पष्टीकरण’ या शीर्षकांतर्गत समाविष्ट करण्यात आलेली स्पष्टीकरणे उत्तरांमध्ये समाविष्ट करू नयेत. ही स्पष्टीकरणे केवळ उत्तरांच्या संकल्पना उत्तमरीत्या समजावण्याच्या उद्देशाने दिलेली आहेत.

उदाहरण:

1. आवर्तामध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना मूलद्रव्यांचा अधातू-गुणधर्म बदलण्यामध्ये काय कल अपेक्षित आहे? } उत्तर  
उत्तर: आवर्तामध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना मूलद्रव्यांचा अधातू-गुणधर्म वाढत जातो.



### आकलन हेतू स्पष्टीकरण

एका आवर्तात डावीकडून उजवीकडे जाताना एकाच कवचात इलेक्ट्रॉन्सची भर पडत जाते. त्याचवेळी केंद्रकात प्रोटॉन्सची भर पडल्याने केंद्रकावरील धनप्रभार वाढतो. त्यामुळे, संयुजा इलेक्ट्रॉन्सवरील परिणामी केंद्रकीय प्रभार वाढतो. परिणामी, बाहेरून इलेक्ट्रॉन स्वीकारण्याची प्रवृत्ती वाढत जाते. अशाप्रकारे, आवर्तामध्ये मूलद्रव्यांचा अधातू-गुणधर्म डावीकडून उजवीकडे वाढत जातो.

हे स्पष्टीकरण  
उत्तराचा भाग नाही.

बोर्डाच्या परीक्षेला आत्मविश्वासाने सामोरे जाण्यासाठी नमुना प्रश्नपत्रिका सोडवणे हा एक उत्तम मार्ग आहे. शेजारील Q. R. Code स्कॅन करून आमच्या “SSC 54 प्रश्नपत्रिका व कृतिपत्रिका उत्तरपत्रिकांसहित” याविषयी जाणून घ्या.



शेवटच्या क्षणी संपूर्ण पुस्तकाचा अभ्यास करणे अवघड वाटते का?

आमच्या “Important Question Bank (IQB)” या पुस्तकातून महत्त्वाच्या प्रश्नांची झटपट उजळणी करा. अधिक माहितीकरिता पुढील Q. R. Code स्कॅन करा.





टीप: पाठ्यपुस्तकातील स्वाध्यायात दिलेले प्रश्न \* या चिन्हाने दर्शविलेले आहेत. पाठ्यपुस्तकातील सोडवलेली उदाहरणे + या चिन्हाने दर्शविलेली आहेत.

## पाठाचा परिचय

## केप्लरचे ग्रहांच्या गतीचे नियम

## ग्रहाच्या कक्षेचा नियम

- ग्रहाची कक्षा ही लंबवर्तुळाकार असून सूर्य त्या कक्षेच्या नाभीवर असतो.

## क्षेत्रफळाचा नियम

- ग्रहाला सूर्याशी जोडणारी सरळ रेषा, ही समान कालावधीत समान क्षेत्रफळ व्यापन करते.

## आवर्तकालाचा नियम

- सूर्याची परिक्रमा करत असलेल्या ग्रहाच्या आवर्तकालाचा वर्ग हा ग्रहाच्या सूर्यापासूनच्या सरासरी अंतराच्या घनाला समानुपाती असतो.
- $T^2 \propto R^3$

शोधण्यासाठी मदत झाली.

## न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा नियम

तयार झालेले सूत्र

## गुरुत्वीय बल

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

यातून बाहेर पडण्यासाठी

## मुक्तिवेग

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$$

## गुरुत्व त्वरण

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

बदलते.

## पृथ्वीच्या आकारामुळे

- 'g' चे मूल्य ध्रुवावर सर्वात जास्त व विषुववृत्तावर सर्वात कमी असते.

## उंचीनुसार

- जसजशी उंची वाढते, तसतसे 'g' चे मूल्य कमी होते.

## खोलीनुसार

- जसजशी खोली वाढते, तसतसे 'g' चे मूल्य कमी होते.

## वजन

$$W = mg$$

## योग्य पर्याय निवडा.

## [प्रत्येकी 1 गुण]

1. एक मुलगा दोरीच्या एका टोकाला दगड बांधून तो दगड आडव्या वर्तुळाकार कक्षेत फिरवत आहे. जर दोरी तुटली तर दगड \_\_\_\_\_.  
 (A) सरळ रेषेत वर्तुळाकार कक्षेच्या केंद्राकडे खेचला जाईल.  
 (B) वर्तुळाकार कक्षेला लंब असणाऱ्या रेषेत मुलापासून दूर जाईल.  
 (C) वर्तुळाकार कक्षेच्या स्पर्शिकेच्या दिशेने जाईल.  
 (D) वर्तुळाकार कक्षेत फिरत राहील.

2. गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत \_\_\_\_\_ यांमधील गुरुत्वीय बलाविषयी आहे.  
 (A) फक्त पृथ्वी आणि एखाद्या बिंदूचे वस्तुमान  
 (B) फक्त पृथ्वी आणि सूर्य  
 (C) वस्तुमान असलेल्या कोणत्याही दोन वस्तू  
 (D) फक्त दोन प्रभारित वस्तू
3. एकक वस्तुमान असलेल्या व एकमेकांपासून एकक अंतरावर स्थित असलेल्या दोन वस्तूंमधील आकर्षण बल मोजल्यास \_\_\_\_\_ मिळेल.  
 (A) गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा  
 (B) गुरुत्वीय त्वरण  
 (C) गुरुत्वीय क्षेत्र  
 (D) वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक





4. न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांतानुसार, एकमेकांपासून  $d$  एवढ्या अंतरावर ठेवलेल्या दोन वस्तूंमधील अंतर दुप्पट केले, तर त्या दोन वस्तूंमधील बल \_\_\_\_\_.
- (A) चौपट होते (B) एक चतुर्थांश होते  
(C) अर्धे होते (D) दुप्पट होते
5. जर वस्तू गोल किंवा नियमित आकाराच्या नसतील, तर बल त्यांच्या \_\_\_\_\_ जोडणाऱ्या रेषाखंडाच्या दिशेत असते.
- (A) वस्तुमानकेंद्रांना (B) केंद्रांना  
(C) जवळच्या कडांना (D) (A) व (B) दोन्ही
6. समुद्रात येणारी भरती हा \_\_\_\_\_ असणाऱ्या गुरुत्वीय आकर्षणाचा परिणाम असतो.
- (A) पृथ्वीच्या समुद्रावर (B) सूर्याच्या पृथ्वीवर  
(C) पृथ्वीच्या चंद्रावर (D) चंद्राच्या पृथ्वीवर
7. गुरुत्वीय त्वरणाचे मूल्य \_\_\_\_\_.
- (A) पृथ्वीवरील विषुववृत्त आणि ध्रुवांवर समान असते.  
(B) ध्रुवांवर सर्वात कमी असते.  
(C) विषुववृत्तावर सर्वात कमी असते.  
(D) पृथ्वीच्या केंद्रावर सर्वात जास्त असते.
8. पृथ्वीपासून अनंत अंतरावर असलेल्या वस्तूसाठी गुरुत्वीय त्वरणाचे मूल्य (g) \_\_\_\_\_ असते.
- (A) सर्वात जास्त (B)  $9.8 \text{ m/s}^2$   
(C)  $1.0 \text{ m/s}^2$  (D) शून्य
9. अंतराळात दूर अंतरावर असलेल्या वर्तुळाकार ग्रहाचे वस्तुमान  $M_0$  आहे आणि व्यास  $D_0$  आहे.  $m$  वस्तुमान असणाऱ्या पदार्थाचे या ग्रहाच्या पृष्ठभागावर मुक्त पतन झाल्यास गुरुत्वीय त्वरण \_\_\_\_\_ इतके असेल.
- (A)  $GM_0/D_0^2$  (B)  $4mGM_0/D_0^2$   
(C)  $4GM_0/D_0^2$  (D)  $GmM_0/D_0^2$
10.  $g$  चे चंद्रावरील मूल्य त्याच्या पृथ्वीवरील मूल्याच्या  $1/6$  पट असते. जर एखाद्या व्यक्तीचे वजन चंद्राच्या पृष्ठभागावर  $14 \text{ N}$  असेल, तर त्याचे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वजन \_\_\_\_\_ असेल.
- (A)  $96 \text{ N}$  (B)  $84 \text{ N}$   
(C)  $62 \text{ N}$  (D)  $54 \text{ N}$
11. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणबलापासून मुक्त करून एखादे यान अंतराळ प्रवासासाठी पाठवायचे असल्यास त्यासाठी प्रक्षेपकाची गती कमीत कमी \_\_\_\_\_ एवढी असणे आवश्यक आहे. [डिसेंबर 2020]
- (A)  $112 \text{ km/s}$  (B)  $11.2 \text{ km/s}$   
(C)  $1.12 \text{ km/s}$  (D)  $0.112 \text{ km/s}$

12. मुक्तिवेग हा खालील सूत्राने काढता येतो. [जुलै 2023]

(A)  $\sqrt{\frac{2M}{R}}$  (B)  $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$   
(C)  $\sqrt{\frac{GM}{R^2}}$  (D)  $\sqrt{\frac{GMm}{R^2}}$

उत्तरे:

1. (C) 2. (C) 3. (D)  
4. (B)

क्लृप्ती:  $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

$$F_1 = \frac{Gm_1m_2}{(2r)^2} = \frac{Gm_1m_2}{4r^2} = \frac{F}{4}$$

5. (A) 6. (D) 7. (C)  
8. (D)  
9. (A)

क्लृप्ती:  $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} = \frac{GmM_0}{D_0^2} = ma$

$\therefore a = \frac{GM_0}{D_0^2}$

10. (B)

क्लृप्ती:  $W_{\text{moon}} = mg_{\text{moon}}$

$\therefore 14 = m \frac{1}{6} g_{\text{earth}}$

$\therefore W_{\text{earth}} = mg_{\text{earth}} = 14 \times 6 = 84 \text{ N}$

11. (B) 12. (B)

परिच्छेद पूर्ण करा.

[3 गुण]

1. कंसात दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्याय निवडून परिच्छेद पूर्ण करा.

(वेग, मुक्त, आरंभवेग, आधारित, गुरुत्वीय, अंतिम वेग, दिशा)

एखादी वस्तू जर केवळ \_\_\_\_\_ बलाच्या प्रभावाने गतिमान असेल, तर त्या गतीला मुक्त पतन असे म्हणतात. मुक्त पतनात वस्तूच्या गतीच्या \_\_\_\_\_ कोणताही बदल होत नाही; परंतु पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलामुळे तिच्या \_\_\_\_\_ मध्ये बदल होईल. मुक्त पतनादरम्यान वस्तूचे होणारे त्वरण हे त्या वस्तूच्या वस्तुमानाच्या परिणामापासून \_\_\_\_\_ असते. जेव्हा वस्तू उंचावरून खाली पडते तेव्हा तिचा \_\_\_\_\_ शून्य असतो. तसेच, वस्तू जेव्हा सरळ उभ्या दिशेने वर फेकली जाते तेव्हा तिचा \_\_\_\_\_ शून्य असतो.

उत्तर: एखादी वस्तू जर केवळ **गुरुत्वीय** बलाच्या प्रभावाने गतिमान असेल, तर त्या गतीला मुक्त पतन असे म्हणतात. मुक्त पतनात वस्तूच्या गतीच्या **दिशेत** कोणताही बदल होत नाही; परंतु पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलामुळे तिच्या **वेगामध्ये** बदल होईल. मुक्त पतनादरम्यान वस्तूचे होणारे त्वरण हे

त्या वस्तूच्या वस्तुमानाच्या परिणामापासून मुक्त असते. जेव्हा वस्तू उंचावरून खाली पडते तेव्हा तिचा आरंभवेग शून्य असतो तसेच, वस्तू जेव्हा सरळ उभ्या दिशेने वर फेकली जाते तेव्हा तिचा अंतिम वेग शून्य असतो.

नावे लिहा.

[प्रत्येकी 1 गुण]

- वर्तुळाच्या केंद्राच्या दिशेने प्रयुक्त होणारे बल
- वस्तूमधील द्रव्यसंचयाचे मापन
- न्यूटनच्या पहिल्या नियमाप्रमाणे वस्तुमान हे वस्तूच्या या राशीचे गुणात्मक माप आहे.
- ज्या बलाने पृथ्वी एखाद्या वस्तूला आकर्षित करते ते बल
- ब्राहे यांच्या जागी शाही गणितज्ञ म्हणून नियुक्त केलेले शास्त्रज्ञ
- खगोलीय वस्तूमधून उत्सर्जित झालेल्या गुरुत्वीय लहरी शोधण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी बनवलेली वेधशाळा

- उत्तर: 1. अभिकेंद्री बल 2. वस्तुमान  
3. जडत्व 4. वस्तूचे वजन  
5. ज्योहानेस केप्लर  
6. LIGO-Laser Interferometric Gravitational Wave Observatory

चूक की बरोबर ओळखा व चुकीची विधाने दुरुस्त करा.

[प्रत्येकी 1 गुण]

- ग्रहाची कक्षा ही लंबवर्तुळाकार असून सूर्य त्या कक्षेच्या केंद्रावर आहे.
- दोन ग्रह सूर्याभोवती फिरतात. त्यांचा आवर्तकाल आणि त्यांची किमान त्रिज्या अनुक्रमे  $T_1$ ,  $T_2$  आणि  $r_1$ ,  $r_2$  अशी आहे, तर त्यांचे गुणोत्तर  $T_1/T_2 = (r_1/r_2)^{2/3}$  असे असेल.
- गुरुत्वीय लहरींना अवकाश काळावरील लहरी असे म्हटले आहे.
- कोणत्याही समान घनता असलेल्या वस्तूचे वस्तुमानकेंद्र त्याच्या मध्यवर्ती बिंदूवर असते.
- न्यूटनच्या तिसऱ्या नियमाप्रमाणे एखाद्या वस्तूवर प्रयुक्त होत असलेल्या बलामुळे वस्तूचे त्वरण होते.
- पृथ्वी स्वतःभोवती फिरत असल्याकारणाने तिचा आकार विषुववृत्तावर थोडा चपटा आहे व ध्रुवांजवळ थोडा फुगीर आहे.
- पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या वर जात असताना गुरुत्व त्वरणाचे मूल्य वाढत जाते.
- पृथ्वीवरील एका विशिष्ट बिंदूवरील गुरुत्वीय त्वरण हे तेथील सर्व वस्तूवर सारखेच असते.
- चंद्र आणि कृत्रिम उपग्रह मुक्त पतनात असतात.
- खऱ्या अर्थाने मुक्तपतन हे हवेतच होऊ शकते.
- आरंभवेग विशिष्टवेगाएवढा असेल, तर वर फेकलेली वस्तू पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणापासून मुक्त होते.

- वेगवेगळ्या ग्रहांचा मुक्तिवेग सारखाच असतो.

उत्तर:

- चूक  
ग्रहाची कक्षा ही लंबवर्तुळाकार असून सूर्य त्या कक्षेच्या एका नाभीवर असतो.
- चूक  
दोन ग्रह सूर्याभोवती फिरतात. त्यांचा आवर्तकाल आणि त्यांच्या कक्षेची किमान त्रिज्या अनुक्रमे  $T_1$ ,  $T_2$  व  $r_1$ ,  $r_2$  अशी आहे, तर त्यांचे गुणोत्तर  $T_1/T_2 = (r_1/r_2)^{3/2}$  असे असेल.

क्लृप्ती: केप्लरचा तिसरा नियम:

$$(T_1)^2 \propto (r_1)^3 \quad \text{आणि} \quad (T_2)^2 \propto (r_2)^3$$

$$\therefore \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^{3/2}$$

- बरोबर
- बरोबर
- चूक  
न्यूटनच्या दुसऱ्या नियमाप्रमाणे एखाद्या वस्तूवर प्रयुक्त होत असलेल्या बलामुळे वस्तूचे त्वरण होते.
- चूक  
पृथ्वी स्वतःभोवती फिरत असल्याकारणाने तिचा आकार ध्रुवांजवळ थोडा चपटा आहे व विषुववृत्तावर थोडा फुगीर आहे.
- चूक  
पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या वर जात असताना गुरुत्व त्वरणाचे मूल्य कमी होत जाते.
- बरोबर
- बरोबर
- चूक  
खऱ्या अर्थाने मुक्तपतन हे निर्वातातच शक्य आहे.
- चूक  
आरंभवेग मुक्तिवेगाएवढा असेल, तर वर फेकलेली वस्तू पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणापासून मुक्त होते.
- चूक  
वेगवेगळ्या ग्रहांचा मुक्तिवेग वेगवेगळा असतो.

क्लृप्ती: मुक्तिवेग,  $v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ,

येथे,  $M$  म्हणजे वस्तुमान आणि  $R$  म्हणजे ग्रहाची त्रिज्या आहे. हे वेगवेगळ्या ग्रहांवर वेगवेगळे असते.



**गटात न बसणारा शब्द ओळखा. [प्रत्येकी 1 गुण]**

- बल, गुरुत्व त्वरण, वजन, वस्तुमान
- $v=gt, h=\frac{1}{2}gt^2, v=u+at, v^2=2gh$
- ग्रहाची कक्षा लंबवर्तुळाकार असते, ग्रहाला सूर्याशी जोडणारी सरळ रेषा ही समान कालावधीत समान क्षेत्रफळ व्यापन करते,  $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}, T^2 \propto R^3$

उत्तर:

- वस्तुमान  
वस्तुमान ही अदिश राशी आहे, तर इतर सर्व सदिश राशी आहेत.
- $v = u + at$   
 $v = u + at$  हे मूलभूत गतिशास्त्रीय समीकरण आहे, तर इतर सर्व मुक्तपतनातील वस्तूची गतिशास्त्रीय समीकरणे आहेत.
- $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$   
 $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$  हा न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत आहे, तर इतर सर्व केप्लरचे ग्रहांच्या गतिविषयीचे नियम आहेत.

**सहसंबंध पूर्ण करा. [प्रत्येकी 1 गुण]**

- गुरुत्वीय स्थिरांक : अदिश राशी :: गुरुत्वीय त्वरण : \_\_\_\_\_
- $m$  वस्तुमान असलेल्या वस्तूची पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गतिज ऊर्जा :  $\frac{1}{2}mv_{esc}^2$  ::  $m$  वस्तुमान असलेल्या वस्तूची पृथ्वीपासून अनंत अंतरावरील गतिज ऊर्जा : \_\_\_\_\_
- केप्लरचा पहिला नियम : ग्रहाची कक्षा लंबवर्तुळाकार असते :: \_\_\_\_\_ :  $T^2 \propto r^3$   
( $T$  हा ग्रहाचा आवर्तकाल व  $r$  हे सूर्यापासून त्याचे सरासरी अंतर असेल.)
- पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासूनच्या उंचीत वाढ :  $g$  चे मूल्य कमी होत जाते :: पृथ्वीच्या केंद्रावर : \_\_\_\_\_

उत्तर:

- सदिश राशी  
गुरुत्वीय स्थिरांक ही अदिश राशी आहे, तर गुरुत्वीय त्वरण ही सदिश राशी आहे.
- शून्य  
 $m$  वस्तुमान असलेल्या वस्तूची पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गतिज ऊर्जा  $\frac{1}{2}mv_{esc}^2$  असते, तर  $m$  वस्तुमान असलेल्या वस्तूची अनंत अंतरावरील गतिज ऊर्जा शून्य असते.

- केप्लरचा तिसरा नियम  
ग्रहाची कक्षा लंबवर्तुळाकार असते हा केप्लरचा पहिला नियम आहे, तर  $T^2 \propto r^3$  हा केप्लरचा तिसरा नियम आहे.
- $g$  चे मूल्य शून्य असते  
पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासूनची उंची वाढत जाते, तसे  $g$  चे मूल्य कमी होत जाते, तर पृथ्वीच्या केंद्रावर  $g$  चे मूल्य शून्य असते.

**जोड्या जुळवा.**

- \*1. खालील तक्त्यातील तीनही स्ंभांतील नोंदीमधील संबंध लक्षात घेऊन त्याप्रमाणे तक्ता परत लिहा.

I	II	III
वस्तुमान	$m/s^2$	केंद्राजवळ शून्य
वजन	kg	जडत्वाचे माप
गुरुत्व त्वरण	$Nm^2/kg^2$	संपूर्ण विश्वात सारखे
गुरुत्व स्थिरांक	N	उंचीवर अवलंबून आहे.

उत्तर:

I	II	III
वस्तुमान	kg	जडत्वाचे माप
वजन	N	केंद्राजवळ शून्य
गुरुत्व त्वरण	$m/s^2$	उंचीवर अवलंबून आहे.
गुरुत्व स्थिरांक	$Nm^2/kg^2$	संपूर्ण विश्वात सारखे

2. 'अ' गटातील नियम/ भौतिक राशींच्या 'ब' गटातील समीकरण/ संबंध यांच्याशी जोड्या जुळवा.

क्र.	'अ' गट	'ब' गट
i.	केप्लरचा तिसरा नियम	a. $\frac{GMm}{R+h}$
ii.	गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत	b. $T^2 \propto r^3$
iii.	गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा	c. $F \propto \frac{m_1m_2}{r^2}$
iv.	मुक्तिवेग	d. $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$
		e. $\frac{GM}{R^2}$

उत्तर: (i – b), (ii – c), (iii – a), (iv – d)

खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

- \*1. मुक्त पतन, गुरुत्व त्वरण, मुक्ति वेग व अभिकेंद्री बल म्हणजे काय? [प्रत्येकी 1 गुण]

उत्तर:

- मुक्तपतन:  
जेव्हा एखादी वस्तू केवळ गुरुत्वीय बलाच्या प्रभावाने गतिमान असते तेव्हा त्या गतीला मुक्तपतन म्हणतात.

ii. **गुरुत्व त्वरण:**  
पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलामुळे होणाऱ्या वस्तूच्या त्वरणास पृथ्वीचे गुरुत्व त्वरण म्हणतात.

iii. **मुक्तिवेग:**  
ज्या विशिष्ट आरंभवेगाने ग्रहाच्या किंवा चंद्राच्या पृष्ठभागावरून वर फेकलेली वस्तू त्या ग्रहाच्या किंवा चंद्राच्या गुरुत्वीय आकर्षणावर मात करू शकते, त्या आरंभवेगास मुक्तिवेग असे म्हणतात.

iv. **अभिकेंद्री बल:**  
वर्तुळाकार कक्षेत फिरणाऱ्या कोणत्याही वस्तूवर वर्तुळाच्या केंद्राच्या दिशेने प्रयुक्त होत असलेल्या बलास अभिकेंद्री बल म्हणतात.

\*2. **केप्लरचे तीन नियम लिहा. त्यामुळे, न्यूटनला आपला गुरुत्व सिद्धांत मांडण्यात कशी मदत झाली? [5 गुण]**

उत्तर: केप्लरचे तीन नियम पुढीलप्रमाणे:

i. **केप्लरचा पहिला नियम:** ग्रहाची कक्षा लंबवर्तुळाकार असून सूर्य त्या कक्षेच्या एका नाभीवर असतो.

ii. **केप्लरचा दुसरा नियम:** ग्रहाला सूर्याशी जोडणारी सरळ रेषा, ही समान कालावधीत समान क्षेत्रफळ व्यापते.

iii. **केप्लरचा तिसरा नियम:** सूर्याची परिक्रमा करणाऱ्या ग्रहाच्या आवर्तकालाचा वर्ग हा त्या ग्रहाच्या सूर्यापासूनच्या सरासरी अंतराच्या घनाला समानुपाती असतो.

iv. **केप्लरच्या नियमाच्या साहाय्याने गुरुत्वबल अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असल्याचे प्रतिपादन पुढीलप्रमाणे:**

a. वस्तुमान  $m$  व चाल  $v$  असणाऱ्या आणि सूर्यापासून  $r$  या अंतरावरून परिक्रमा करणाऱ्या ग्रहावर प्रयुक्त होणारे अभिकेंद्री बल म्हणजेच,

$$F = \frac{mv^2}{r} \quad \dots(1)$$

b. ग्रहाच्या सूर्याभोवती एक परिक्रमा करण्याचा कालावधी म्हणजे आवर्तकाल ( $T$ ) आहे. ग्रहाने एका परिक्रमेत पार केलेले अंतर म्हणजेच कक्षेचा परीघ  $2\pi r$  आहे, तर ग्रहाची चाल ( $v$ ) =  $\frac{\text{कक्षेचा परीघ (म्हणजेच पार केलेले अंतर)}}{\text{आवर्त काल}}$

$$= \frac{2\pi r}{T} \quad \dots(2)$$

c. समीकरण (1) मध्ये समीकरण (2) ठेवून,

$$F = \frac{m \left( \frac{2\pi r}{T} \right)^2}{r} = \frac{4m\pi^2 r}{T^2}$$

d.  $r^2$  ने गुणून आणि भागून,

$$F = \frac{4m\pi^2 r^3}{r^2 T^2} = \frac{4m\pi^2}{r^2} \left( \frac{r^3}{T^2} \right) \quad \dots(3)$$

e. केप्लरच्या तिसऱ्या नियमानुसार,

$$T^2 \propto r^3$$

$$\therefore \frac{T^2}{r^3} = \text{स्थिर (K)} \quad \dots(4)$$

समीकरण (3) मध्ये समीकरण (4) ठेवून

$$F = \frac{4m\pi^2}{r^2 K}$$

$$\text{परंतु, } \frac{4m\pi^2}{K} = \text{स्थिर}$$

$$\therefore F \propto \frac{1}{r^2}$$

अशाप्रकारे, केप्लरच्या तिसऱ्या नियमाच्या आधारे न्यूटनने हे सिद्ध केले, की ग्रहावर प्रयुक्त होणारे अभिकेंद्री बल, हे तो ग्रह व सूर्य यांच्यामधील अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असते. हेच गुरुत्वीय बल असून ते अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असते, असे तत्त्व त्याने मांडले.

\*3. **सिद्ध करा, की एका ताऱ्यापासून  $R$  अंतरावर असलेल्या ग्रहाचा परिभ्रमणकाल  $T$  आहे. जर तोच ग्रह  $2R$  अंतरावर असल्यास, त्याचा परिभ्रमणकाल  $\sqrt{8T}$  असेल. [2 गुण]**

उत्तर:

i. केप्लरच्या तिसऱ्या नियमानुसार, सूर्याची परिक्रमा करणाऱ्या ग्रहाच्या आवर्तकालाचा ( $T$ ) वर्ग हा त्या ग्रहाच्या सूर्यापासूनच्या सरासरी अंतराच्या ( $R$ ) घनाला समानुपाती असतो.

$$T^2 \propto R^3$$

$$\therefore T^2 = k(R)^3 \quad \dots(1)$$

येथे,  $k$  हा स्थिरांक आहे.

ii. जेव्हा ग्रहाचे सूर्यापासूनचे अंतर  $2R$  असेल, तेव्हा त्याचा परिभ्रमणकाल  $T'$  असेल.

$$T'^2 \propto (2R)^3$$

$$\therefore T'^2 = k(2R)^3 \quad \dots(2)$$

iii. (1) आणि (2) चा भागाकार करून,

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{(R)^3}{(2R)^3}$$

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{1}{8}$$

$$\therefore T' = \sqrt{8T}$$

अशाप्रकारे, ताऱ्यापासून  $2R$  अंतरावर असलेल्या ग्रहाचा परिभ्रमणकाल  $\sqrt{8T}$  असेल.

4. **गुरुत्व त्वरण म्हणजे काय? पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्व त्वरणासाठी समीकरण स्पष्ट करा. [3 गुण]**

उत्तर: **गुरुत्व त्वरण:**

केवळ पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलामुळे वस्तूमध्ये जे त्वरण निर्माण होते त्याला गुरुत्व त्वरण म्हणतात. ते 'g' या अक्षराने संबोधले जाते.



- गुरुत्व त्वरणाचे समीकरण:**
- समजा, 'm' वस्तुमानाची वस्तू पृथ्वीच्या केंद्रबिंदूपासून 'R' अंतरावर आहे.
  - पृथ्वीचे वस्तुमान 'M' मानल्यास वस्तू आणि पृथ्वी यांच्यातील आकर्षणाचे गुरुत्वीय बल F हे पुढीलप्रमाणे:  

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$
येथे, G हा वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक आहे.  

$$\therefore \frac{F}{m} = G \frac{M}{R^2} \quad \dots(1)$$
  - मात्र त्वरण हे गुरुत्व त्वरणाने मिळते.  

$$g = \frac{\text{बल}}{\text{वस्तुमान}} = \frac{F}{m} \quad \dots(2)$$
  - समीकरण (1) व (2) नुसार पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्व त्वरण पुढीलप्रमाणे काढता येईल.  $g = \frac{GM}{R^2}$
  - वरील समीकरणानुसार, पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्व त्वरण हे पृथ्वीचे वस्तुमान (M) आणि वस्तूच्या पृथ्वीच्या केंद्रापासूनच्या अंतरावर (R) म्हणजेच पृथ्वीच्या त्रिज्येवर अवलंबून आहे.
- 5. पृथ्वीच्या गुरुत्व त्वरण 'g' वर परिणाम करणारे घटक स्पष्ट करा. [3 गुण]**
- उत्तर:** पृथ्वीच्या गुरुत्व त्वरण 'g' वर परिणाम करणारे घटक पुढीलप्रमाणे:
- पृथ्वीचा आकार:**
    - पृथ्वीचा आकार पूर्णपणे गोलाकार नाही. तिचा आकार ध्रुवांजवळ थोडा चपटा व विषुववृत्तावर थोडा फुगीर आहे.
    - परिणामी, पृथ्वीची त्रिज्या ध्रुवांजवळ कमी आणि विषुववृत्ताजवळ जास्त आहे.
    - म्हणून, ध्रुवांवर 'g' चे मूल्य सर्वांत जास्त (9.832 m/s<sup>2</sup>) आहे, तर तेथून विषुववृत्ताकडे जात असताना ते कमी कमी होत जाते. विषुववृत्तावर 'g' चे मूल्य सर्वांत कमी (9.78 m/s<sup>2</sup>) आहे.
  - उंची:**
    - जसजसे वस्तूचे पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासूनचे अंतर वाढत जाते, तसतसे त्या वस्तूचे पृथ्वीच्या केंद्रापासूनचे अंतर (r) वाढत जाते.
    - परिणामी, उंची वाढल्याने 'g' चे मूल्य कमी होते. तथापि, पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून वस्तूची उंची पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या तुलनेत खूप कमी असल्यास त्या उंचीमुळे g मध्ये होणारा बदल अल्प असतो.
  - खोली:**
    - 'g' चे मूल्य पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सर्वाधिक असते.
    - जेव्हा वस्तूची खोली वाढते, तेव्हा वस्तू आणि पृथ्वीवरील केंद्रबिंदू यांतील अंतर (r) कमी होते.

- जसजशी वस्तू पृथ्वीच्या केंद्राजवळ जाते, तसतसा वस्तूवर गुरुत्वीय बल प्रयुक्त करणारा पृथ्वीचा भागही (M) कमी होतो.
  - अशाप्रकारे, r आणि M यांच्या मूल्यातील बदलाचा एकत्रित परिणाम म्हणून पृथ्वीच्या आत जात असताना खोलीनुसार 'g' चे मूल्य कमी होत जाते.
  - पृथ्वीच्या केंद्रबिंदूत 'g' चे मूल्य शून्य होते.
- 6. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वीय त्वरण (g) कोणत्या घटकांवर अवलंबून असते? [1 गुण]**
- उत्तर:** पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वीय त्वरण (g) हे पृथ्वीचे वस्तुमान व पृथ्वीची त्रिज्या यांवर अवलंबून असते.
- \*7. एखाद्या वस्तूचे पृथ्वीवरील वस्तुमान व वजन मंगळावरही तेवढेच असेल का? का? [2 गुण]**
- उत्तर:**
- वस्तुमान ही मूलभूत राशी असून तिचे मूल्य सगळीकडे सारखेच असते, म्हणून वस्तूचे पृथ्वीवरील वस्तुमान व मंगळावरील वस्तुमान सारखेच असेल.
  - वस्तूचे वजन हे वस्तूचे वस्तुमान आणि त्यावर प्रयुक्त गुरुत्व त्वरण यांचा गुणाकार असतो. म्हणजेच,  $W = F = mg$ .
  - वजन हे गुरुत्व त्वरणाच्या मूल्यावर (g) अवलंबून असते आणि 'g' चे मूल्य ठिकठिकाणी बदलते. ते पृथ्वी व मंगळावर वेगवेगळे असेल; त्यामुळे वस्तूचे पृथ्वीवरील वजन मंगळावरील वजनापेक्षा वेगळे असेल.
- \*8. एक दगड u वेगाने वर फेकल्यावर h उंचीपर्यंत पोहोचतो व नंतर खाली येतो. सिद्ध करा, की त्याला वर जाण्यास जितका वेळ लागतो तितकाच वेळ खाली येण्यास लागतो. [3 गुण]**
- उत्तर:**
- आपणांस माहित आहे की,  

$$v = u + at \quad \dots(1)$$
  - $$\therefore u = v - at \quad \dots(2)$$
आपणांस माहित आहे की,  

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad \dots(3)$$
समीकरण (2) आणि (3) वरून,  

$$s = (v - at)t + \frac{1}{2}at^2$$
  - $$\therefore s = vt - at^2 + \frac{1}{2}at^2 \quad \dots(4)$$
  - दगडाच्या वरच्या दिशेने होणाऱ्या गतीबाबत,  

$$s = h \text{ (उंची)}$$

$$a = -g \text{ (बलाची दिशा गतीच्या विरुद्ध दिशेने आहे, हे ऋण चिन्ह दर्शवते.)}$$

$$v = 0 \text{ (}\therefore \text{ सर्वांत उंच ठिकाणी वेग शून्य होतो.)}$$

$$t = t_1$$

हे समीकरण (4) मध्ये ठेवून,

$$\therefore h = (0)t - (-g)t_1^2 + \frac{1}{2}(-g)t_1^2$$

$$\therefore h = gt_1^2 - \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$\therefore h = \frac{1}{2}gt_1^2 \quad \dots(5)$$

iii. दगडाच्या खालच्या दिशेने होणाऱ्या गतीबाबत,  $a = g$   
 $u = 0$

( $\therefore$  सर्वोच्च उंचीवर आरंभीचा वेग शून्य असतो.)

$$s = h$$

$$t = t_2$$

हे समीकरण (3) मध्ये ठेवून,

$$h = 0 + \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$\therefore h = \frac{1}{2}gt_2^2 \quad \dots(6)$$

समीकरण (5) समीकरण (6) मध्ये घालून,

$$\frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$\therefore t_1^2 = t_2^2$$

$$\therefore t_1 = t_2$$

म्हणून दगडाने वर जाण्यासाठी घेतलेला वेळ हा खाली येण्यासाठी घेतलेल्या वेळेएवढाच आहे.

9. ऊर्जा अक्षय्यतेचा सिद्धांत वापरून पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून वस्तूच्या मुक्तिवेगाचे सूत्र मिळवा.

[3 गुण]

उत्तर: मुक्तिवेगाचे सूत्र:

i. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील मुक्तिवेगाएवढाच ( $v_{esc}$ ) आरंभवेग असणारी व  $m$  हे वस्तुमान असणारी वस्तू विचारात घेऊ.

या वस्तूच्या गतिज ऊर्जेचे सूत्र पुढीलप्रमाणे:

$$\text{गतिज ऊर्जा} = \frac{1}{2}mv_{esc}^2$$

वस्तूची स्थितिज ऊर्जा पुढीलप्रमाणे:

$$\text{स्थितिज ऊर्जा} = -\frac{GMm}{R}$$

$$\therefore \text{एकूण ऊर्जा} = E_1 = \text{गतिज ऊर्जा} + \text{स्थितिज ऊर्जा}$$

$$= \frac{1}{2}mv_{esc}^2 - \frac{GMm}{R} \quad \dots(1)$$

ii. पृथ्वीपासून अनंत अंतरावर गेल्यानंतर वस्तू पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण बलापासून मुक्त होऊन स्थिर होते.

पदार्थाची गतिज ऊर्जा पुढीलप्रमाणे: गतिज ऊर्जा = 0

पदार्थाची स्थितिज ऊर्जा पुढीलप्रमाणे:

$$\text{स्थितिज ऊर्जा} = -\frac{GMm}{\infty} = 0$$

$$\therefore \text{एकूण ऊर्जा} = E_2 = \text{गतिज ऊर्जा} + \text{स्थितिज ऊर्जा}$$

$$= 0 \quad \dots(2)$$

iii. ऊर्जा अक्षय्यतेच्या तत्त्वानुसार,  $E_1 = E_2$

$$\frac{1}{2}mv_{esc}^2 - \frac{GMm}{R} = 0$$

$$\therefore v_{esc}^2 = \frac{2GM}{R}$$

$$\therefore v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad \dots(3)$$

iv. तसेच, आपणास माहित आहे, की गुरुत्व त्वरण पुढीलप्रमाणे काढता येते.

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\therefore GM = gR^2 \quad \dots(4)$$

v. समीकरण (3) मध्ये समीकरण (4) घालून

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2gR^2}{R}} = \sqrt{2gR} \quad \dots(5)$$

समीकरण (3) व (5) ही पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून वस्तूच्या मुक्तिवेगाची सूत्रे आहेत.

10. अवकाशयानातील प्रवाशाच्या वजनहीनतेचे कारण काय असते? [1 गुण]

उत्तर: अवकाशयानातील प्रवाशाची वजनहीनता ही त्याच्या मुक्तपतनाच्या अवस्थेमुळे असते.

शास्त्रीय कारणे लिहा.

[प्रत्येकी 2 गुण]

\*1. पृथ्वीच्या केंद्रावर 'g' चे मूल्य शून्य असते याविषयी स्पष्टीकरण लिहा.

उत्तर:

i. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्व त्वरण पुढीलप्रमाणे:  $g = \frac{GM}{R^2}$

g चे मूल्य पृथ्वीचे वस्तुमान M व त्रिज्या R यांवर अवलंबून आहे.

ii. जसजसे आपण पृथ्वीच्या आत जातो तसतशी तिची त्रिज्या (R) देखील कमी होते.

iii. अंतराबरोबरच पृथ्वीचा गुरुत्वीय बलाचा परिणाम घडवणारा भागही कमी होतो. त्यामुळे, वस्तुमान (M) चे मूल्य कमी होते.

iv. M आणि R यांच्या मूल्यातील बदलाचा एकत्रित परिणाम म्हणून पृथ्वीच्या आत जात असताना खोलीनुसार 'g' चे मूल्य शून्य होते.

v. पृथ्वीच्या केंद्रबिंदूत 'R' चे मूल्य शून्य होते, त्यामुळे पृथ्वीच्या केंद्रावर 'g' चे मूल्य शून्य असते.

2. पृथ्वीच्या आत जात असताना g चे मूल्य बदलत राहते. याचे कारण स्पष्ट करा. [जुलै 2019]

उत्तर: 'शास्त्रीय कारणे लिहा.' मधील प्रश्न क्र. 1 (ii. ते iv.) अभ्यासा.

\*3. समजा, की g चे मूल्य अचानक दुप्पट झाले, तर एका जड वस्तूला जमिनीवरून ओढून नेणे दुपटीने अधिक कठीण होईल का? का?

उत्तर:

- एखाद्या वस्तूला जमिनीवरून ओढण्यासाठी घर्षण बलाच्या विरोधात काम करणे आवश्यक असते.
  - घर्षण बल हे वजनाशी (mg) समानुपाती असते.
  - g चे मूल्य दुप्पट झाल्यास, वस्तूचे वजन दुप्पट होते, त्यामुळे घर्षण बलही दुप्पट होते.
  - त्यामुळे, वस्तू दुप्पट जड होईल. परिणामी, तिला जमिनीवरून ओढणे अधिक कठीण हाईल.
4. वस्तूचे ध्रुवावरील वजन अधिक आणि विषुववृत्तावरील वजन कमी असते.

उत्तर:

- वस्तूचे वजन ( $W = mg$ ) हे तिचे वस्तुमान आणि त्यावरील गुरुत्व त्वरणाच्या मूल्याशी समानुपाती असते.
- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील ध्रुवांवर g चे मूल्य सर्वात जास्त ( $9.832 \text{ m/s}^2$ ) आहे आणि जसजसे विषुववृत्ताकडे जावे तसतसे ते कमी ( $9.78 \text{ m/s}^2$ ) होते.

त्यामुळे, वस्तूचे वजन ध्रुवावर अधिक आणि विषुववृत्तावर कमी असते.

5. वस्तूचे वजन स्थलपरत्वे बदलते मात्र वस्तुमान सर्वत्र स्थिर राहते. [मार्च 2020] [2 गुण]

उत्तर: 'खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.' मधील प्रश्न. क्र. 7 अभ्यासा.

फरक स्पष्ट करा.

[प्रत्येकी 2 गुण]

1. \* वजन व वस्तुमान यांतील फरक काय आहे?

किंवा

वजन व वस्तुमान यांतील फरक स्पष्ट करा.

[मार्च 2023]

उत्तर:

क्र.	वस्तुमान	वजन
i.	वस्तूचे वस्तुमान म्हणजे त्यामध्ये असलेल्या द्रव्यसंचयाचे मापन होय.	एखाद्या वस्तूला पृथ्वी ज्या बलाने आकर्षित करते, त्या बलाला वजन म्हणतात.
ii.	वस्तुमान सर्वत्र सारखेच राहते.	वस्तूचे वजन ठिकाणानुसार बदलत जाते.
iii.	वस्तुमानाचे एकक (kg) हे आहे.	वजनाचे एकक न्यूटन (N) आहे.
iv.	वस्तुमान ही अदिश राशी आहे.	वजन ही सदिश राशी आहे.

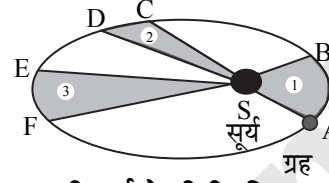
आकृतीवर आधारित प्रश्न.

1. दिलेल्या आकृतीशी संबंधित नियम लिहा.

किंवा

[मार्च 2022]

खाली दिलेल्या ग्रहाची सूर्याभोवतीची परिभ्रमण कक्षा दर्शविणाऱ्या आकृतीचे निरीक्षण करून त्यासंबंधीचे तीन नियम स्पष्ट करा. [मार्च 2020] [3 गुण]



ग्रहाची सूर्याभोवतीची परिभ्रमण कक्षा

उत्तर:

- केप्लरचा पहिला नियम: ग्रहाची कक्षा लंबवर्तुळाकार असून सूर्य त्या कक्षेच्या एका नाभीवर असतो.
- केप्लरचा दुसरा नियम: ग्रहाला सूर्याशी जोडणारी सरळ रेषा, ही समान कालावधीत समान क्षेत्रफळ व्यापते.
- केप्लरचा तिसरा नियम: सूर्याची परिक्रमा करणाऱ्या ग्रहाच्या आवर्तकालाचा वर्ग हा त्या ग्रहाच्या सूर्यापासूनच्या सरासरी अंतराच्या घनाला समानुपाती असतो.

2. चौकटीत योग्य उत्तर लिहा:



असे असताना

$$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}, \quad \text{तर } F = \boxed{\phantom{000}}$$

[मार्च 2019] [1 गुण]

उत्तर:  $\frac{Gm_1m_2}{9d^2}$



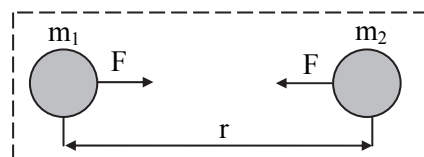
आकलन हेतू स्पष्टीकरण

$$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}, \quad F \propto \frac{1}{d^2}$$

$$\therefore d = 3d \text{ साठी,}$$

$$F = \frac{Gm_1m_2}{(3d)^2} = \frac{Gm_1m_2}{9d^2}$$

3. खालील आकृतीचे निरीक्षण करा आणि प्रश्नांची उत्तरे द्या. [5 गुण]



- वरील आकृतीवरून आपणास कोणता नियम समजतो? नियम सांगा.
- वरील नियमासाठी गणितीय समीकरण लिहा.
- जर दोन वस्तू गोलाकृती नसतील, तर बल कोणत्या दिशेत असेल?
- वस्तुमान  $m_2$  वाढून  $4m_2$  झाल्यास बलाच्या (F) मूल्यात कोणता बदल होईल?
- अंतर  $r$  दुप्पट केल्यास बलाच्या (F) मूल्यात कोणता बदल होईल? [HOTS]

उत्तर:

- दिलेल्या आकृतीनुसार, आपल्याला न्यूटनचा वैश्विक गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत समजतो.

न्यूटनचा वैश्विक गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत:

विश्वातील कोणत्याही दोन वस्तूंमधील गुरुत्वीय बल हे त्या वस्तूंच्या वस्तुमानांच्या गुणाकाराशी समानुपाती आणि त्यामधील अंतराच्या वर्गाशी व्यस्तानुपाती असते.

- या नियमासाठी गणितीय समीकरण  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
- जर दोन वस्तू गोलाकृती नसतील, तर बल त्यांच्या वस्तुमानकेंद्रांना जोडणाऱ्या रेषाखंडाच्या दिशेत असते.
- दोन वस्तूंमधील गुरुत्वीय बल पुढीलप्रमाणे:

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

वस्तुमान  $m_2$  वाढून  $4m_2$  झाले, तर बल  $F'$  पुढीलप्रमाणे:

$$F' = \frac{Gm_1 (4m_2)}{(r)^2} = 4 \frac{Gm_1 m_2}{r^2} = 4F$$

∴ बल सुरुवातीच्या बलाच्या 4 पट होईल.

- दोन वस्तूंमधील गुरुत्वीय बल पुढीलप्रमाणे:

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

दोन वस्तूंमधील अंतर दुप्पट केल्यास बल  $F'$  पुढीलप्रमाणे असेल,

$$F' = \frac{Gm_1 m_2}{(2r)^2} = \frac{Gm_1 m_2}{4r^2} = \frac{1}{4}F$$

∴ बल सुरुवातीच्या बलाच्या  $\frac{1}{4}$  होईल.

### शाब्दिक उदाहरणे

सूत्रे

#### 1. केप्लरचा तिसरा नियम:

- $T^2 \propto r^3$   
येथे,

$T$  = वस्तूच्या परिभ्रमणाचा काल (आवर्तकाल)

$r$  = वस्तूच्या वर्तुळाकार कक्षेची त्रिज्या

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$$

- येथे  $T_1, T_2$  आणि  $r_1, r_2$  हे अनुक्रमे दोन ग्रहांचे आवर्तकाल आणि सूर्याभोवतीच्या कक्षेच्या त्रिज्या आहेत.

#### 2. दोन वस्तूंमधील गुरुत्वीय बल:

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

येथे,  $m_1$  आणि  $m_2$  ही दोन वस्तूंची वस्तुमाने आहेत,

$r$  = दोन वस्तूंमधील अंतर,

$G$  = वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक.

#### 3. वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक: $G = \frac{Fr^2}{m_1 m_2}$

#### 4. गुरुत्व त्वरण:

$$\text{पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर, } g = \frac{GM}{R^2}$$

येथे,  $M$  = पृथ्वीचे वस्तुमान

$R$  = पृथ्वीची त्रिज्या

#### 5. गतिविषयक समीकरणे:

$$\text{i. } v = u + at \quad \text{ii. } s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{iii. } v^2 = u^2 + 2as$$

मुक्तपतनातील वस्तूसाठी:

$$\text{i. } v = gt \quad \text{ii. } h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{iii. } v^2 = 2gh$$

सरळ वर फेकलेल्या वस्तूसाठी:

$$\text{i. } u = -gt \text{ (ऋण चिन्ह वेग कमी होत असल्याचे दर्शवते.)}$$

$$\text{ii. } h = ut - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{iii. } u^2 = 2gh$$

येथे,  $u$  = आरंभवेग,

$v$  = अंतिमवेग,

$g$  = गुरुत्व त्वरण,

$h$  = पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून वस्तूचे अंतर.

#### 6. वस्तूची स्थितिज ऊर्जा:

- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर,

$$\text{स्थितिज ऊर्जा} = \frac{-GMm}{R}$$

- पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून  $h$  अंतरावर,

$$\text{स्थितिज ऊर्जा} = \frac{-GMm}{R+h}$$

येथे,  $m$  = वस्तूचे वस्तुमान.

#### 7. वस्तूचा मुक्तिवेग: (पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर)

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$$





**महत्त्वाची मूल्ये**

1. गुरुत्वीय स्थिरांक (G) =  $6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
2. गुरुत्वीय त्वरण (g) =  $9.8 \text{ m/s}^2$
3. पृथ्वीचे वस्तुमान =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$
4. पृथ्वीची त्रिज्या =  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$

खालील उदाहरणे सोडवा.

**प्रकार I** दोन वस्तूंमधील गुरुत्वीय बल

सूत्रे:

$$i. F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad ii. G = \frac{Fr^2}{m_1m_2}$$

- +1. महेंद्र व विराट एकमेकांपासून 1 m अंतरावर बसले आहेत. त्यांची वस्तुमाने अनुक्रमे 75 kg व 80 kg आहेत. त्यांच्यामधील गुरुत्वीय बल किती आहे?

(पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 6) [2 गुण]

उकल:

दिलेले: अंतर (r) = 1 m, वस्तुमान ( $m_1$ ) = 75 kg,  
वस्तुमान ( $m_2$ ) = 80 kg,  
गुरुत्वीय स्थिरांक (G) =  $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

शोधा: गुरुत्वीय बल (F)

$$\text{सूत्र: } F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 75 \times 80}{1^2}$$

$$\therefore F = 4.002 \times 10^{-7} \text{ N}$$

उत्तर: महेंद्र व विराटमधील गुरुत्वीय बल  $4.002 \times 10^{-7} \text{ N}$  आहे.

- +2. महेंद्रचे वस्तुमान 75 kg आहे, तर त्याच्यावरील पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलाचे परिमाण काढा.

[पृथ्वीचे वस्तुमान =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ , पृथ्वीची त्रिज्या =  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ , वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक (G) =  $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ]

(पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 7) [2 गुण]

उकल:

दिलेले: पृथ्वीचे वस्तुमान ( $m_1$ ) =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ,  
पृथ्वीची त्रिज्या (R) =  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ ,  
महेंद्रचे वस्तुमान ( $m_2$ ) = 75 kg,  
वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक (G) =  $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

शोधा: गुरुत्वीय बल (F)

$$\text{सूत्र: } F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 75 \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6)^2}$$

$$= \frac{6.67 \times 75 \times 6}{6.4 \times 6.4} \times 10 = 733 \text{ N}$$

उत्तर: महेंद्रवरील गुरुत्वीय बल 733 N.

- \*3. पृथ्वी आणि चंद्र यांचे वस्तुमान अनुक्रमे  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$  आणि  $7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$ , आहे व त्या दोन्हीमधील अंतर  $3.84 \times 10^5 \text{ km}$  आहे. त्या दोन्हीमधील गुरुत्व बल किती असेल? दिलेले :  $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

[2 गुण]

उकल:

दिलेले: पृथ्वीचे वस्तुमान ( $M_e$ ) =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ,  
चंद्राचे वस्तुमान ( $M_m$ ) =  $7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$ ,  
अंतर (r) =  $3.84 \times 10^5 \text{ km}$   
=  $3.84 \times 10^8 \text{ m}$ ,  
वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक (G) =  $6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

शोधा: गुरुत्वीय बल (F)

$$\text{सूत्र: } F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,

$$F = \frac{(6.7 \times 10^{-11}) \times (6 \times 10^{24}) \times (7.4 \times 10^{22})}{(3.84 \times 10^8)^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 6 \times 7.4}{3.84 \times 3.84} \times 10^{19}$$

$$= 2 \times 10^{20} \text{ N}$$

उत्तर: पृथ्वी व चंद्रातील गुरुत्वीय बल (F) हे  $2 \times 10^{20} \text{ N}$  आहे.

- \*4. पृथ्वीचे वस्तुमान  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$  आहे व तिचे सूर्यापासूनचे अंतर  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$  आहे. जर त्या दोन्हीमधील गुरुत्व बल  $3.5 \times 10^{22} \text{ N}$  असेल, तर सूर्याचे वस्तुमान किती? ( $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ) [2 गुण]

उकल:

दिलेले: पृथ्वीचे वस्तुमान ( $M_e$ ) =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ , गुरुत्वीय बल (F) =  $3.5 \times 10^{22} \text{ N}$ ,  
अंतर (r) =  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ ,  
गुरुत्वीय स्थिरांक (G) =  $6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

शोधा: सूर्याचे वस्तुमान ( $M_s$ )

$$\text{सूत्र: } F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,  $M_s = \frac{Fr^2}{GM_e}$

$$\therefore M_s = \frac{(3.5 \times 10^{22}) \times (1.5 \times 10^{11})^2}{6.7 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}$$

$$= \frac{7.88 \times 10^{44}}{40.2 \times 10^{13}} = 1.96 \times 10^{30} \text{ kg}$$

उत्तर: सूर्याचे वस्तुमान  $1.96 \times 10^{30} \text{ kg}$  आहे.

5. एक अंतराळयान एका विराट ताऱ्यापासून  $10^{14}$  km अंतरावर आहे. त्यांच्यातील गुरुत्वीय बल 70 N आहे. जर त्यांच्यातील बल  $7 \times 10^5$  N पर्यंत वाढले, तर त्यांच्यातील अंतर किती असेल? [2 गुण]

उकल:

दिलेले: बल ( $F_1$ ) = 70 N,  
अंतर ( $r_1$ ) =  $10^{14}$  km =  $10^{17}$  m,  
बल ( $F_2$ ) =  $7 \times 10^5$  N

शोधा: अंतर ( $r_2$ )

सूत्र:  $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,  
जेव्हा अंतर =  $r_1 = 10^{17}$  m:  
तेव्हा  $F_1 = \frac{Gm_1m_2}{(r_1)^2}$

$$\text{म्हणजेच, } 70 = \frac{Gm_1m_2}{(10^{17})^2} \quad \dots(1)$$

आता, अंतर =  $r_2$  साठी

$$F_2 = \frac{Gm_1m_2}{(r_2)^2}$$

$$7 \times 10^5 = \frac{Gm_1m_2}{r_2^2} \quad \dots(2)$$

समीकरण (1) ला (2) ने भागले असता,

$$\frac{70}{7 \times 10^5} = \frac{r_2^2}{(10^{17})^2}$$

$$\therefore r_2^2 = \frac{70}{7 \times 10^5} \times 10^{34}$$

$$\therefore r_2^2 = 10^{30} \quad \therefore r_2 = 10^{15} \text{ m}$$

$$\therefore r_2 = 10^{12} \text{ km}$$

उत्तर: तारा आणि अंतराळयानातील अंतर  $10^{12}$  km असेल.

### प्रकार II गतिविषयक समीकरणे

सूत्रे:

i. गतिविषयक समीकरणे:

$$1. \quad v = u + at$$

$$2. \quad s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$3. \quad v^2 = u^2 + 2as$$

ii. मुक्तपतनातील वस्तूसाठी:

$$1. \quad v = gt$$

$$2. \quad h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$3. \quad v^2 = 2gh$$

iii. सरळ वर फेकलेल्या वस्तूसाठी:

$$1. \quad u = -gt \text{ (ऋण चिन्ह वेग कमी होत असल्याचे दर्शविते.)}$$

$$2. \quad h = ut - \frac{1}{2}gt^2$$

$$3. \quad u^2 = 2gh$$

### स्पष्टीकरणासहित सोडवलेले उदाहरण

+ एक 3 kg वस्तुमानाचा लोहगोल 125 m उंचीवरून खाली पडला. g चे मूल्य  $10 \text{ m/s}^2$  आहे असे धरून, खालील राशींचे मूल्य काढा.

- जमिनीपर्यंत पोहोचण्यासाठी लागलेला कालावधी
- जमिनीपर्यंत पोहोचताना असलेला वेग
- अर्ध्या वेळेस असलेली त्याची उंची

विश्लेषण करा

पायरी 1: उदाहरण वाचा व दिलेल्या माहितीची तसेच उदाहरणातून काढता येणाऱ्या अनुमानांची यादी करा.

वर दिलेल्या माहितीवरून असे समजते, की लोहगोल मुक्तपतनात आहे.

लोहगोलाचे वस्तुमान ( $m$ ) = 3 kg, लोहगोलाने कापलेले अंतर ( $s$ ) = 125 m,

लोहगोल उंचावरून खाली पडतानाचा आरंभीचा वेग ( $u$ ) = 0,

मुक्तपतनातील त्वरण  $a = g = 10 \text{ m/s}^2$ .



पायरी 2: ज्या राशींचे मूल्य काढायचे आहे त्यांची नोंद करा.

- i. लागलेला वेळ (t)      ii. अंतिम वेग (v)      iii. उंची (h)

सोडवा

पायरी 3: दिलेली माहिती व ज्यांचे मूल्य काढायचे आहे त्या राशी यांनुसार योग्य गतिविषयक समीकरण निवडा.

लोहगोलाला जमिनीपर्यंत पोहोचण्यासाठी लागलेला कालावधी काढण्याकरता.

अंतर (s), आरंभीचा वेग (u), त्वरण (a) व वेळ (t) यांचा समावेश असलेले समीकरण योग्य ठरेल.

म्हणजेच,  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$  हे योग्य समीकरण आहे.

पायरी 4: माहित असलेली मूल्ये समीकरणात घाला व योग्य बीजगणितीय पद्धतीने समीकरण सोडवा.

$$125 = 0t + 12 \times 10 \times t^2 = 5t^2$$

$$\therefore t^2 = \frac{125}{5} = 25$$

$$\therefore t = 5 \text{ सेकंद}$$

पायरी 5: उत्तराचे परिमाण, चिन्ह व एकक तपासून पाहा.

लोहगोलाचा जमिनीपर्यंत पोहोचताना असलेला वेग काढण्याकरता.

पायरी (3) पुन्हा वापरा.

अंतिम वेग (v), आरंभीचा वेग (u), त्वरण (a) व वेळ (t) यांचा समावेश असलेले समीकरण योग्य ठरेल.

म्हणजेच,  $v = u + at$  हे समीकरण योग्य ठरेल.

पायरी (4) पुन्हा वापरा.

$$v = 0 + 10 \times 5$$

$$\therefore v = 50 \text{ m/s}$$

पायरी (5) पुन्हा वापरा.

लोहगोलाची अर्ध्या वेळेस असलेली उंची काढण्याकरता.

पायरी (3) पुन्हा वापरा.

अंतर (s), आरंभीचा वेग (u), त्वरण (a) व वेळ (t) यांचा समावेश असलेले समीकरण योग्य ठरेल.

म्हणजेच,  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$  हे समीकरण योग्य ठरेल.

लोहगोलाचे वरपासूनचे अंतर 's' मानू.

उदाहरणात दिलेल्या सर्व अटी लक्षात घ्या. येथे, अर्ध्या वेळेची उंची काढायची आहे.

$$\text{अर्धा वेळ} = t' = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ s}$$

पायरी (4) पुन्हा वापरा.

$$s = ut' + \frac{1}{2}at'^2$$

$$\therefore s = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times (2.5)^2 = 31.25 \text{ m.}$$

लोहगोलाचे वरपासूनचे अंतर 31.25 m आहे.

लोहगोलाची अर्ध्या वेळेस असलेली उंची काढण्याकरता,

$$h = 125 - 31.25 = 93.75 \text{ m}$$

पायरी (5) पुन्हा वापरा.

6. एक 3 kg वस्तुमानाचा लोहगोल 125 m उंचीवरून खाली जमिनीवर पडला. 'g' चे मूल्य  $10 \text{ m/s}^2$  आहे, असे धरून, खालील राशींचे मूल्य काढा.

- लोहगोल जमिनीपर्यंत पोहोचण्यासाठी लागलेला कालावधी
- लोहगोलाचा जमिनीपर्यंत पोहोचताना असलेला वेग

[डिसेंबर 2020] [3 गुण]

उत्तर: 'स्पष्टीकरणासहित सोडवलेले उदाहरण' मधील (i, ii) अभ्यासा.

7. 5 kg वस्तुमानाचा धातूचा गोळा 490 मीटर उंचीवरून खाली पडल्यास जमिनीपर्यंत पोहोचण्यासाठी त्याला किती कालावधी लागेल? ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

[मार्च 2019] [2 गुण]

उकल:

दिलेले: वस्तुमान (M) = 5 kg

उंची (s) = 490m

गुरुत्व त्वरण (g) =  $9.8 \text{ m/s}^2$

शोधा: लागलेला कालावधी (t)

सूत्र:  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$

आकडेमोड: सूत्रावरून,

$$490 = (0 \times t) + \left(\frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2\right)$$

$$\therefore 490 = 4.9t^2$$

$$\therefore t^2 = \frac{490}{4.9} = 100$$

$$\therefore t = 10 \text{ सेकंद}$$

उत्तर: धातूच्या गोळ्याला जमिनीपर्यंत पोहोचण्यासाठी 10 सेकंद लागतील.

\*8. जर एका ग्रहावर एक वस्तू 5m वरून खाली घेण्यास 5 सेकंद घेत असेल, तर त्या ग्रहावरील गुरुत्व त्वरण (g) किती? [मार्च 2022, डिसेंबर 2020] [2 गुण]

उकल:

दिलेले: काल (t) = 5 s, उंची (s) = 5 m

शोधा: गुरुत्व त्वरण (g)

सूत्र:  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,

$$5 = 0 \times t + \frac{1}{2}g(5)^2$$

$$\therefore 5 = \frac{1}{2}g \times 25$$

$$\therefore g = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ m/s}^2$$

उत्तर: ग्रहाचे गुरुत्व त्वरण  $0.4 \text{ m/s}^2$  आहे.

9. जरा डोके चालवा.

महेंद्रचे त्वरण स्थिर धरल्यास वेगानुसार त्याला विराटकडे 1 सेमी सरकण्यासाठी किती वेळ लागेल? महेंद्रचे स्थिर त्वरण  $5.34 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$  माना.

(पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 6) [2 गुण]

उकल:

दिलेले: उंची (s) = 1 cm = 0.01 m,

आरंभीचा वेग (u) = 0 m/s,

त्वरण (a) =  $5.34 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$

शोधा: घेतलेला वेळ (t)

सूत्र:  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,

$$0.01 = \frac{1}{2} \times 5.34 \times 10^{-9} \times t^2$$

$$\therefore 0.01 = 2.67 \times 10^{-9} \times t^2$$

$$\therefore t^2 = \frac{0.01}{2.67 \times 10^{-9}} = 3.75 \times 10^6$$

$$\therefore t = 1936 \text{ सेकंद}$$

उत्तर: त्वरण स्थिर असताना, महेंद्रला विराटकडे 1 सेमी सरकण्यासाठी 1936 सेकंद लागतील.

10. 19.6 मीटर उंचीच्या मनोऱ्यावरून दगड खाली टाकला, तर त्या दगडाचा जमिनीवर पडण्यापूर्वीचा अंतिम वेग किती असेल? [2 गुण]

उकल:

दिलेले: उंची (h) = 19.6 m, आरंभीचा वेग (u) = 0 m/s,

शोधा: अंतिम वेग (v)

सूत्र:  $v^2 = u^2 + 2as$

आकडेमोड: खालच्या दिशेने आलेल्या दगडाच्या वेगासाठी

$$a = g, s = h, u = 0$$

सूत्रानुसार,

$$v^2 = 2 \times 9.8 \times 19.6$$

$$\therefore v^2 = 384.16$$

$$\therefore v = 19.6 \text{ m/s}$$

उत्तर: जमिनीवर पडण्यापूर्वीचा दगडाचा अंतिम वेग 19.6 m/s आहे.

+11. महेंद्र (75 kg) आणि विराट (80 kg) यांच्यातील गुरुत्वीय त्वरण  $4.002 \times 10^{-7} \text{ N}$  आहे. महेंद्र ज्या बाकावर बसला आहे तो बाक घर्षणरहित असेल, तर विराम अवस्थेतून सुरू झाल्यावर 1 सेकंदांनंतर महेंद्राचा विराटकडे सरकण्याचा वेग किती असेल? तो वेग कालानुसार बदलेल काय? कसा?

(पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 6) [3 गुण]

उकल:

दिलेले: महेंद्रवरील प्रयुक्त बल (F) =  $4.002 \times 10^{-7} \text{ N}$ ,

महेंद्रचे वस्तुमान (m) = 75 kg



शोध: वेग (v)  
 सूत्रे: i.  $F = ma$  ii.  $v = u + at$   
 आकडेमोड: सूत्र (i) नुसार,  

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4.002 \times 10^{-7}}{75} = 5.34 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$$
 महेंद्र बाकावर बसलेला आहे व त्याचा आरंभवेग शून्य आहे. ( $u = 0$ )  
 बाक घर्षणरहित आहे असे मानून सूत्र (ii) नुसार  

$$v = 0 + 5.34 \times 10^{-9} \times 1$$

$$\therefore v = 5.34 \times 10^{-9} \text{ m/s}$$
 महेंद्र विराटकडे सरकत आहे, त्यामुळे त्यांच्यातील अंतर कमी होत आहे व त्यामुळे त्यांच्यातील गुरुत्वीय बल वाढत आहे.  
 दिलेल्या वस्तुमानासाठी, गुरुत्वीय बल हे त्वरणाशी समानुपाती असल्यामुळे त्वरण वाढेल.  

$$a = \frac{F}{m}$$
 त्वरण वाढत असल्यामुळे वेगही वाढतो.  
 उत्तर: 1 सेकंदांनंतर महेंद्रचा विराटकडे सरकण्याचा वेग  $5.34 \times 10^{-9} \text{ m/s}$  असेल आणि तो काळानुसार वाढेल.

+12. 75 kg वस्तुमान असलेल्या महेंद्रवर 733 N इतके गुरुत्वीय बल कार्य करते. विराम अवस्थेतून सुरू करून तो पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलामुळे उंचीवरून खाली पडत असल्यास 1 सेकंदांनंतर महेंद्रचा वेग किती असेल?  
 (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 7) [2 गुण]

उकल: दिलेले: महेंद्रचा आरंभीचा वेग ( $u$ ) = 0, बल ( $F$ ) = 733 N, महेंद्रचे वस्तुमान ( $m$ ) = 75 kg, काल ( $t$ ) = 1 सेकंद  
 शोध: वेग (v)  
 सूत्रे: i.  $F = ma$  ii.  $v = u + at$   
 आकडेमोड: सूत्र (i) नुसार महेंद्रचे त्वरण  

$$a = \frac{F}{m} = \frac{733}{75} = 9.77 \text{ m/s}^2$$
 सूत्र (ii) नुसार महेंद्रचा 1 सेकंदांनंतरचा वेग,  

$$v = 0 + 9.77 \times 1 = 9.77 \text{ m/s}$$
 उत्तर: महेंद्र पृथ्वीच्या गुरुत्वीय बलामुळे खाली पडत असल्यास 1 सेकंदांनंतर त्याचा वेग  $9.77 \text{ m/s}$  असेल.

\*13. एक चेंडू टेबलावरून खाली पडतो व 1 सेकंदात जमिनीवर पोहोचतो.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  असेल, तर टेबलाची उंची व चेंडूचा जमिनीवर पोहोचतानाचा वेग किती असेल? [2 गुण]

उकल: दिलेले: आरंभीचा वेग ( $u$ ) = 0, गुरुत्व त्वरण ( $g$ ) =  $10 \text{ m/s}^2$ , कालावधी ( $t$ ) = 1 सेकंद  
 शोध: टेबलाची उंची (s) आणि वेग (v)  
 सूत्रे: i.  $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$  ii.  $v^2 = u^2 + 2gs$   
 आकडेमोड: सूत्र (i) वरून  

$$s = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 5 \text{ m}$$
 सूत्र (ii) वरून  

$$\therefore v^2 = 0 + 2 \times 10 \times 5$$

$$\therefore v^2 = 100$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

उत्तर: i. टेबलाची उंची 5m आहे.  
 ii. चेंडूचा जमिनीवर पोहोचतानाचा वेग 10 m/s आहे.  
 \*14. एक वर फेकलेली वस्तू 500 मीटर उंचीपर्यंत जाते. तिचा आरंभीचा वेग किती असेल? त्या वस्तूस वर जाऊन परत खाली येण्यासाठी किती वेळ लागेल?  
 $g = 10 \text{ m/s}^2$ . [जुलै 2019] [3 गुण]

उकल: दिलेले: उंची (s) = 500 m, गुरुत्व त्वरण ( $g$ ) =  $10 \text{ m/s}^2$   
 शोध: i. आरंभीचा वेग (u), ii. लागणारा वेळ (t)  
 सूत्रे: i.  $v^2 = u^2 + 2as$  ii.  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$   
 आकडेमोड: वस्तूच्या वरच्या दिशेच्या गतीमध्ये, ( $v$ ) = 0.  

$$a = -g = -10 \text{ m/s}^2$$
 सूत्र (i) नुसार,  

$$0 = u^2 + 2(-10) \times 500$$

$$\therefore u^2 = 10000$$

$$\therefore u = 100 \text{ m/s}$$
 वस्तूच्या खालच्या दिशेच्या गतीमध्ये, ( $u$ ) = 0.  

$$a = g = 10 \text{ m/s}^2$$
 सूत्र (ii) नुसार,  

$$500 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 t^2$$

$$\therefore t^2 = \frac{500}{5} = 100$$

$$\therefore t = 10 \text{ s}$$
 वस्तूला खालच्या दिशेने प्रवासासाठी लागणारा वेळ आणि वरच्या दिशेने प्रवासासाठी लागणारा वेळ सारखाच म्हणजेच 10 सेकंद आहे.  

$$\therefore \text{लागलेला एकूण वेळ} = 2 \times t = 2 \times 10 = 20 \text{ s}$$

उत्तर:

- वस्तूचा आरंभीचा वेग  $100 \text{ m/s}$ .
- दिलेल्या उंचीवर पोहोचण्यासाठी व खाली येण्यासाठी वस्तूला लागलेला वेळ  $20 \text{ s}$ .

- +15. एक टेनिसचा चेंडू वर फेकला व तो  $4.05 \text{ m}$  उंचीपर्यंत पोहोचून खाली आला. त्याचा सुरुवातीचा वेग किती होता? त्याला खाली येण्यास एकूण किती वेळ लागेल?  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

(पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 12) [3 गुण]

उकल:

 दिलेले: चेंडूने पार केलेले अंतर (s) =  $4.05 \text{ m}$ ,

$$\text{त्वरण } a = g = 10 \text{ m/s}^2$$

शोधा: i. आरंभीचा वेग (u)

ii. लागलेला वेळ (t)

 सूत्रे: i.  $v^2 = u^2 + 2as$ 

ii.  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

 आकडेमोड: चेंडू वर जाताना  $v = 0$ .

$$a = -g = -10 \text{ m/s}^2$$

सूत्र (i) नुसार,

$$0 = u^2 + 2(-10) \times 4.05$$

$$\therefore u^2 = 81$$

$$\therefore u = 9 \text{ m/s}$$

 चेंडू खाली येताना,  $u = 0$ .

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

सूत्र (ii) नुसार,

$$4.05 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 t^2$$

$$\therefore t^2 = \frac{4.05}{5} = 0.81$$

$$\therefore t = 0.9 \text{ s}$$

 चेंडूला वर जाण्यासाठी व खाली येण्यासाठी सारखाच वेळ लागेल, म्हणजे,  $0.9$  सेकंद.

$$\therefore \text{लागलेला एकूण वेळ} = 2 \times 0.9 = 1.8 \text{ s}$$

उत्तर:

- चेंडूचा आरंभीचा वेग  $9 \text{ m/s}$  आहे.
- चेंडूला जमिनीवर पोहोचण्यासाठी लागलेला एकूण वेळ  $1.8 \text{ s}$ .

प्रकार III → गुरुत्वीय त्वरण (g)

$$\text{सूत्र: पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर, } g = \frac{GM}{R^2}$$

- \*16. एका वस्तूचे वस्तुमान व पृथ्वीवरील वजन अनुक्रमे  $5 \text{ kg}$  आणि  $49 \text{ N}$  आहेत. जर चंद्रावर  $g$  चे मूल्य पृथ्वीच्या एक षष्ठांश असेल, तर त्या वस्तूचे वस्तुमान व वजन चंद्रावर किती असेल? [2 गुण]

उकल:

 दिलेले: पृथ्वीवरील वस्तुमान ( $m_e$ ) =  $5 \text{ kg}$ ,

$$\text{पृथ्वीवरील वजन } (W_e) = 49 \text{ N},$$

$$\text{चंद्रावरील गुरुत्व त्वरण } (g_m)$$

$$= 9.8/6 = 1.63 \text{ m/s}^2$$

 शोधा: चंद्रावरील वस्तुमान ( $m_m$ ), चंद्रावरील वजन ( $W_m$ )

$$\text{सूत्र: } W_m = m_m g_m$$

 आकडेमोड: वस्तूचे वस्तुमान हे गुरुत्वाकर्षणावर अवलंबून नसते आणि ते बदलणार नाही. म्हणजेच, वस्तूचे वस्तुमान चंद्रावरही  $5 \text{ kg}$  राहिल.

सूत्रानुसार,

$$W_m = 5 \times 1.63$$

$$\therefore W_m = 8.15 \text{ N}$$

 उत्तर: वस्तूचे चंद्रावरील वस्तुमान  $5 \text{ kg}$  आणि वजन  $8.15 \text{ N}$  असेल.

17. सांगा पाहू! (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 8)

 जर पृथ्वीचे वस्तुमान दुप्पट असते व त्रिज्या अर्धी असती, तर  $g$  चे मूल्य किती असते?

किंवा

पृथ्वीचे वस्तुमान दुप्पट व त्रिज्या अर्धी असती, तर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर 'g' चे मूल्य किती असेल?

[मार्च 2019] [3 गुण]

उकल:

 दिलेले: पृथ्वीचे वस्तुमान  $M' = 2M$ , पृथ्वीची त्रिज्या  $R' = \frac{R}{2}$ 

 शोधा: गुरुत्व त्वरण ( $g'$ )

$$\text{सूत्र: } g = \frac{GM}{R^2}$$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,

$$g' = \frac{G \times M'}{(R')^2} = \frac{G \times 2M}{\left(\frac{R}{2}\right)^2}$$

$$g' = \frac{G \times 2M \times 4}{R^2}$$

$$\therefore g' = 8g = 8 \times 9.8$$

 $\therefore g$  चे मूल्य  $78.4 \text{ m/s}^2$  म्हणजे, मूळ  $g$  च्या मूल्याच्या 8 पट असेल.

 उत्तर: जर पृथ्वीचे वस्तुमान दुप्पट असते व त्रिज्या अर्धी असती, तर  $g$  चे मूल्य  $78.4 \text{ m/s}^2$  असेल.

- \*18. ग्रह 'क' ची त्रिज्या 'ख' ग्रहाच्या त्रिज्येच्या अर्धी आहे. 'क' चे वस्तुमान  $M_A$  आहे. जर 'ख' ग्रहावरील  $g$  चे मूल्य 'क' ग्रहावरील मूल्याच्या अर्धे असेल, तर 'ख' ग्रहाचे वस्तुमान किती असेल? [2 गुण]



उकल:

दिलेले:

ग्रह 'क' साठी :

$$\text{वस्तुमान} = M_A, \text{ त्रिज्या } R_A = \frac{R_B}{2},$$

$$\text{गुरुत्व त्वरण} = g_A$$

ग्रह 'ख' साठी :

$$\text{त्रिज्या} = R_B, \text{ गुरुत्व त्वरण} = g_B = \frac{g_A}{2}$$

शोधा:

'ख' ग्रहाचे वस्तुमान ( $M_B$ )

सूत्र:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

आकडेमोड:

सूत्रानुसार,

$$\frac{M_A}{M_B} = \frac{g_A R_A^2}{G} \times \frac{G}{g_B R_B^2} = \frac{g_A R_B^2}{4} \times \frac{2}{g_A R_B^2}$$

.... [ $R_A$  आणि  $g_B$  ची किंमत घालू.]

$$\therefore \frac{M_A}{M_B} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore M_B = 2M_A$$

उत्तर: ग्रह 'ख' चे वस्तुमान  $2M_A$  असेल.

- +19. जर एका व्यक्तीचे वजन पृथ्वीवर 750 N असेल, तर चंद्रावर तिचे वजन किती असेल? (चंद्राचे वस्तुमान पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या  $\frac{1}{81}$  पट आहे, तर त्याची त्रिज्या पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या  $\frac{1}{3.7}$  पट आहे.) (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 10) [2 गुण]

उकल:

दिलेले:

पृथ्वीवरील वजन = 750 N

पृथ्वीवरील वस्तुमान ( $M_E$ ) आणि चंद्रावरील

$$\text{वस्तुमान } (M_M) \text{ यांचे गुणोत्तर} = \frac{M_E}{M_M} = 81$$

पृथ्वीची त्रिज्या ( $R_E$ ) आणि चंद्राची त्रिज्या ( $R_M$ )

$$\text{यांचे गुणोत्तर} = \frac{R_E}{R_M} = 3.7$$

शोधा:

चंद्रावरील वजन ( $W$ )

सूत्र:

$$\text{वजन} = mg = \frac{mGM}{R^2}$$

आकडेमोड:

पृथ्वीवरील वजन

$$mg = 750 = \frac{mGM_E}{R_E^2}$$

$$\therefore m = \frac{750R_E^2}{GM_E} \quad \dots(1)$$

चंद्रावरील वजन

$$W_{\text{moon}} = \frac{mGM_M}{R_M^2} \quad \dots(2)$$

समीकरण (1) समीकरण (2) मध्ये घालून

$$W_{\text{moon}} = \frac{750R_E^2}{GM_E} \times \frac{GM_M}{R_M^2}$$

$$= 750 \frac{R_E^2}{R_M^2} \times \frac{M_M}{M_E}$$

$$= 750 \times (3.7)^2 \times \frac{1}{81}$$

$$\therefore W_{\text{moon}} = 126.8 \text{ N}$$

उत्तर: व्यक्तीचे चंद्रावरील वजन 126.8 N आहे.

20. जरा डोके चालवा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 10)

समजा, तुम्ही एका उंच शिडीवर उभे आहात. पृथ्वीच्या केंद्रापासूनचे तुमचे अंतर  $2R$  असल्यास तुमचे वजन किती असेल?

किंवा

समजा, एक व्यक्ती एका उंच शिडीवर उभी आहे. पृथ्वीच्या केंद्रापासून त्याचे अंतर  $2R$  असल्यास त्याचे वजन किती असेल? [2 गुण]

उकल:

दिलेले:

$$h = R \quad (\because \text{पृथ्वीच्या केंद्रापासूनचे अंतर } 2R \text{ आहे.})$$

शोधा:

वजन ( $W$ )

सूत्रे:

i. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर

$$W = mg = \frac{GMm}{R^2}$$

ii. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ( $h$ ) उंचीवर

$$W = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

आकडेमोड:

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर,

सूत्र (i) नुसार

$$W = \frac{GMm}{R^2} \quad \dots(1)$$

पृथ्वीच्या केंद्रापासून  $2R$  अंतरावर,

सूत्र (ii) नुसार

$$W' = \frac{GMm}{(R+R)^2} = \frac{GMm}{4R^2} \quad \dots(2)$$

समीकरण (2) ला समीकरण (1) ने भागून

$$\frac{W'}{W} = \frac{R^2}{4R^2}$$

$$\therefore W' = \frac{1}{4} W$$

उत्तर: पृथ्वीच्या केंद्रापासून  $2R$  अंतरावर असतानाचे व्यक्तीचे वजन

तिच्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वजनाच्या  $\frac{1}{4}$  पट होईल.

प्रकार IV > मुक्तिवेग

$$\text{सूत्र: } v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$$

- +21. चंद्राचे वस्तुमान आणि त्रिज्या अनुक्रमे  $7.34 \times 10^{22}$  kg आणि  $1.74 \times 10^6$  m आहे. चंद्रावरील मुक्तिवेग काढा. (दिलेले: ( $G$ ) =  $6.67 \times 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>) (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 14) [मार्च 2023] [3 गुण]

उकल:

दिलेले: वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक (G)  
 $= 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,  
 चंद्राचे वस्तुमान (M)  
 $= 7.34 \times 10^{22} \text{ kg}$ ,  
 चंद्राची त्रिज्या (R) =  $1.74 \times 10^6 \text{ m}$ .

 शोधा: मुक्तिवेग ( $v_{\text{esc}}$ )

सूत्र: 
$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

आकडेमोड: सूत्रानुसार,

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 7.34 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^6}}$$

$$= \sqrt{\frac{97.9 \times 10^5}{1.74}}$$

$$\therefore v_{\text{esc}} = 2372 \text{ m/s} = 2.372 \text{ km/s}$$

उत्तर: चंद्रावरील मुक्तिवेग 2.372 km/s असेल.

22. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून वस्तूचा मुक्तिवेग 11.2 km/s आहे. चंद्राचे वस्तुमान पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या 1/81 पट आहे. चंद्राची त्रिज्या पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या 1/3.7<sup>th</sup> पट आहे, तर वस्तूचा चंद्राच्या पृष्ठभागावरून मुक्तिवेग सांगा. [2 गुण]

उकल:

दिलेले: पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून मुक्तिवेग ( $v_{\text{esc}}$ )  
 $= 11.2 \text{ km/s}$ ,  
 चंद्र आणि पृथ्वीच्या वस्तुमानाचे गुणोत्तर ( $M_m/M_e$ )  
 $= 1/81$ ,  
 चंद्र आणि पृथ्वीच्या त्रिज्येचे गुणोत्तर ( $R_m/R_e$ ) = 1/3.7

 शोधा: मुक्तिवेग ( $v_{\text{esc}}$ )<sub>m</sub>

सूत्रे: i. 
$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM_e}{R_e}}$$
 ii. 
$$(v_{\text{esc}})_m = \sqrt{\frac{2GM_m}{R_m}}$$

आकडेमोड: सूत्र (i) आणि (ii) नुसार

$$\frac{(v_{\text{esc}})_m}{v_{\text{esc}}} = \sqrt{\frac{M_m \times R_e}{M_e \times R_m}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{81} \times 3.7} = 0.214$$

$$\therefore (v_{\text{esc}})_m = v_{\text{esc}} \times 0.214 = 11.2 \times 0.214$$

$$= 2.39 \text{ km/s}$$

उत्तर: चंद्राच्या पृष्ठभागावरील मुक्तिवेग 2.39 km/s.

सरावासाठी उदाहरणे

1. पृथ्वी व गुरू यांचे वस्तुमान अनुक्रमे  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$  व  $1.9 \times 10^{27} \text{ kg}$  आहे. त्यांच्यातील अंतर  $6.2 \times 10^{11} \text{ m}$  आहे. दोघांमधील गुरुत्वीय आकर्षणबल काढा.  
 $(G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2})$  [2 गुण]

 उत्तर:  $1.98 \times 10^{18} \text{ N}$ 

2. एका ग्रहाचे वस्तुमान पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या 6 पट आहे आणि त्याची त्रिज्या पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या 3 पट आहे. पृथ्वीवरील गुरुत्व त्वरण  $9.8 \text{ m/s}^2$  असेल, तर त्या ग्रहावरील 'g' चे मूल्य किती असेल? [2 गुण]

 उत्तर:  $6.53 \text{ m/s}^2$ 

3. एका ग्रहावर 40 मीटर उंचीवरून फेकलेल्या वस्तूला जमिनीवर पोहोचण्याकरता 15 सेकंद लागतात, तर त्या ग्रहावरील g चे मूल्य किती असेल? [2 गुण]

 उत्तर:  $0.35 \text{ m/s}^2$ 

4. एक चेंडू टेबलावरून पडतो व 10 सेकंदांत जमिनीवर पोहोचतो. जर  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , तर चेंडूचा जमिनीवर पोहोचतानाचा वेग व टेबलाची उंची काढा. [2 गुण]

उत्तर: 100 m/s, 500m

5. एक वर फेकलेली वस्तू 320 मीटर उंचीपर्यंत जाते. तिचा आरंभीचा वेग किती असेल? त्या वस्तूला वर जाऊन परत पृथ्वीवर येण्यासाठी किती वेळ लागेल?

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

[3 गुण]

उत्तर: 80 m/s, 16s

6. एक वस्तू क्षितिज लंब दिशेत सरळ वर फेकली असता 10 m उंचीवर पोहोचते, तर

i. वस्तू वर फेकण्याचा वेग काढा.

 ii. कमाल उंचीवर पोहोचण्यासाठी वस्तूला लागलेला वेळ काढा. ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ) [3 गुण]

 उत्तर: i.  $14 \text{ ms}^{-1}$  ii. 1.43 s

7.  $9.8 \text{ m/s}$  या वेगाने सरळ वर फेकलेल्या वस्तूने गाठलेली कमाल उंची काढा. ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ) [2 गुण]

उत्तर: 4.9 m

8. 0.15 kg वस्तुमानाचे सफरचंद झाडावरून खाली पडले. सफरचंदाचे पृथ्वीच्या दिशेने झालेले त्वरण किती? तसेच, पृथ्वीचे सफरचंदाकडे झालेले त्वरण किती असेल? [दिलेली माहिती: पृथ्वीचे वस्तुमान =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ,

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^{-2}.$$

[3 गुण]

 उत्तर:  $9.8 \text{ m/s}^2, 2.44 \times 10^{-25} \text{ m/s}^2$





9. एका वस्तूचे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वजन 400 N आहे. पृथ्वीच्या  $\frac{1}{6}$  पट वस्तुमान असलेल्या आणि  $\frac{1}{2}$  पट त्रिज्या असलेल्या ग्रहावर तिचे वजन किती असेल? [2 गुण]

उत्तर: 266.67 N

10. मंगळाच्या पृष्ठभागावरून पदार्थाचा मुक्तिवेग काढा. [मंगळाची त्रिज्या = 3392 km, मंगळावरील गुरुत्व त्वरण  $g_{\text{Mars}} = 3.724 \text{ m/s}^2$ ] [2 गुण]

उत्तर: 5 km/s



### पाठातील प्रश्न

#### 1. पाठातील प्रश्न. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 1)

सफरचंदे (क्षितिजलंब दिशेने) सरळ खालीच का पडतात? तिरकी का पडत नाहीत? किंवा क्षितिजसमान रेषेत का जात नाहीत? [2 गुण]

उत्तर:

पृथ्वी ज्या बलाने वस्तूला आकर्षित करते ते बल पृथ्वीच्या केंद्राच्या दिशेने असते. म्हणूनच, गुरुत्वीय बलामुळे पडणाऱ्या वस्तूची दिशा पृथ्वीच्या केंद्राच्या दिशेने वरून खाली असते.

म्हणून, पृथ्वीवर पडणारी वस्तू क्षितिजलंब दिशेत सरळ खाली पडते. तिरकी किंवा क्षितिजसमान रेषेत जात नाही.

#### 2. पाठातील प्रश्न (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 1)

- i. जर गुरुत्वाकर्षण बल वेगवेगळ्या उंचीवर असलेल्या सफरचंदांवर प्रयुक्त होत असेल, तर ते सफरचंदांहून बऱ्याच अधिक उंचीवर, पृथ्वीपासून खूप दूरवर असलेल्या चंद्रासारख्या वस्तूंवरही, प्रयुक्त होत असेल का?

उत्तर: होय, गुरुत्वीय बल बऱ्याच अधिक उंचीवर आणि पृथ्वीपासून दूर असलेल्या वस्तूंवरही प्रयुक्त होते. जसे, चंद्र.

- ii. ते सूर्य, ग्रह अशा चंद्राहून अधिक दूरवरच्या खगोलीय वस्तूंवरही प्रयुक्त होत असेल का?

उत्तर: होय, गुरुत्वीय बल सूर्य आणि इतर ग्रहांवरही प्रयुक्त होते.

#### 3. करून पाहूया. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 2)

एक दगड एका दोरीच्या टोकाला बांधा. दोरीचे दुसरे टोक हातात धरून पाठ्यपुस्तकातील आकृती क्र. 1.2 (अ) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे फिरवा, जेणेकरून दगड एका वर्तुळावरून फिरेल.

- i. त्या दगडावर तुम्ही काही बल प्रयुक्त करत आहात का?  
ii. त्याची दिशा कोणती आहे?  
iii. हे बल प्रयुक्त न होण्यासाठी तुम्ही काय कराल?  
iv. व असे केल्यास दगडावर काय प्रभाव पडेल?

उत्तर:

- i. होय, मी दगडावर बल प्रयुक्त करत आहे.  
ii. दगड फिरत असलेल्या वर्तुळाकार कक्षेच्या केंद्राच्या दिशेने बल कार्य करत आहे.  
iii. दोरी हातातून सोडल्यावर बल प्रयुक्त होणे थांबेल.  
iv. दोरी सोडल्यावर दगडाच्या स्थानाशी असणाऱ्या स्पर्शिकेच्या दिशेने तो दगड सरळ रेषेत फेकला जाईल.

[टीप: या कृतीच्या प्रात्यक्षिकाकरता विद्यार्थ्यांनी सोबत दिलेला Q. R. Code *Quill - The Padhai App* द्वारे स्कॅन करून व्हिडिओ पाहावा.]



#### 4. पाठातील प्रश्न (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 2)

- i. चंद्रावर काही बल सतत प्रयुक्त होत असेल का?  
ii. या बलाची दिशा कोणती असेल?  
iii. जर असे बल नसते, तर चंद्राची गती कशी राहिली असती?  
iv. आपल्या सूर्यमालेतील इतर ग्रह सूर्याभोवती असेच भ्रमण करतात का?  
v. त्यांवरही असे बल प्रयुक्त होत असते का? त्याची दिशा कोणती असेल? [HOTS]

उत्तर:

- i. चंद्रावर अभिकेंद्री बल नावाचे बल सतत प्रयुक्त होत असते.  
ii. हे बल पृथ्वीच्या केंद्राकडे प्रयुक्त असते.  
iii. चंद्रावर जर कोणतेही बल प्रयुक्त नसले, तर तो त्या वर्तुळाच्या स्पर्शिकेच्या दिशेने सरळ रेषेत जाईल.  
iv. होय, इतर ग्रह सूर्याभोवती अशाच प्रकारे भ्रमण करतात.  
v. इतर ग्रहांवर सूर्याचे अभिकेंद्री बल प्रयुक्त असल्यामुळे ते सूर्याभोवती भ्रमण करतात. बलाची दिशा ही सूर्याच्या केंद्राकडे असते.



#### आकलन हेतू स्पष्टीकरण

अभिकेंद्री म्हणजे केंद्राकडे जाणारे, म्हणजेच या बलामुळे वस्तू वर्तुळाच्या केंद्राकडे जाण्याचा प्रयत्न करते. म्हणूनच या स्थितीत पृथ्वीने चंद्रावर प्रयुक्त केलेल्या गुरुत्व बलाला अभिकेंद्री बल म्हटले जाते.

5. जरा डोके चालवा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 4)  
पाठ्यपुस्तकातील आकृती 1.4 मधील ESF चे क्षेत्रफळ ASB एवढेच असल्यास EF बद्दल काय सांगता येईल?

उत्तर: केप्लरच्या दुसऱ्या नियमानुसार, जर ESF चे क्षेत्रफळ = ASB चे क्षेत्रफळ असेल, तर AB आणि EF हे ग्रहांनी समान कालावधीत पार केलेले अंतर आहे.



#### आकलन हेतू स्पष्टीकरण

अंतर AB हे अंतर EF पेक्षा खूप मोठे आहे. याचा अर्थ, ग्रहाला A आणि B दरम्यान E आणि F दरम्यानच्या गतीपेक्षा अधिक वेगाने जावे लागते. परिणामी, हा ग्रह सूर्याजवळच्या त्याच्या कक्षेत (A ते B) वेगाने फिरतो आणि सूर्यापासून दूर असताना (E ते F) तुलनेने हळू फिरतो. A ते B पर्यंतच्या अंतरामध्ये ग्रह सूर्याच्या सर्वात जवळ असलेल्या बिंदूचा समावेश आहे. या बिंदूला उपभू (perihelion) म्हणतात. E ते F या अंतरात ग्रह सूर्यापासून सर्वात दूर असलेल्या बिंदूचा समावेश आहे. या बिंदूला अपभू (aphelion) असे म्हणतात.

6. जरा डोके चालवा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 4)  
सिद्ध करा, की SI एकक प्रणालीत G चे एकक  $\text{Nm}^2 / \text{kg}^2$  आहे.

उत्तर:

- न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुसार,  
$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$
  
$$\therefore G = \frac{Fr^2}{m_1m_2} \dots(1)$$
- SI एकक प्रणालीत बल हे न्यूटन (N) या एककात, अंतर हे मीटर (m) आणि वस्तुमान हे किलोग्रॅम (kg) या एककात मोजतात.
- समीकरण (1) मध्ये घालून  
G चे एकक =  $\frac{\text{newton} \times (\text{metre})^2}{\text{kg} \times \text{kg}}$
- म्हणूनच, SI एकक प्रणालीत,  
G चे एकक =  $\frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$  किंवा  $\text{newton m}^2 \text{kg}^{-2}$

7. पाठातील प्रश्न. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 5)  
गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सांगताना बल हे अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असल्याचे प्रतिपादन न्यूटनने कशाच्या आधारे केले?

उत्तर: न्यूटनने गुरुत्वाकर्षणाचा नियम सांगताना बल अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असल्याचे केप्लरच्या तिसऱ्या नियमाच्या आधारे स्पष्ट केले. केप्लरच्या तिसऱ्या नियमानुसार: 'सूर्याची परिक्रमा करणाऱ्या ग्रहाच्या आवर्तकालाचा वर्ग हा ग्रहाच्या सूर्यापासूनच्या सरासरी अंतराच्या घनाला समानुपाती असतो. म्हणजेच,  $T^2 \propto r^3$ .

8. जरा डोके चालवा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 5)  
टेबलावरील दोन वस्तूंमध्ये वा तुमच्या व तुमच्या शेजारी बसलेल्या तुमच्या मित्रामध्ये गुरुत्वीय बल असेल काय? जर असेल, तर तुम्ही दोघे एकमेकांकडे सरकले का जात नाही?

उत्तर:

- होय. टेबलावरील दोन वस्तूंमध्ये वा मी आणि माझ्या शेजारी बसलेल्या मित्रामध्ये गुरुत्वीय बल असते.
- पृथ्वीवरील कोणत्याही दोन वस्तूंमधील गुरुत्वाकर्षण बल हे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण बलाच्या तुलनेत अगदी नगण्य असते. त्यामुळे, टेबलावरील दोन वस्तूंमध्ये वा तुमच्या व तुमच्या शेजारी बसलेल्या तुमच्या मित्रामध्ये गुरुत्वीय बल असले तरी दोघे एकमेकांकडे सरकत नाहीत.



#### आकलन हेतू स्पष्टीकरण

कोणत्याही दोन वस्तूंमधील गुरुत्वीय बल  $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

येथे,

$F$  = कोणत्याही दोन वस्तूंमधील बल न्यूटनमध्ये

$G$  = वैश्विक गुरुत्वीय स्थिरांक; तो

$6.67 \times 10^{-11} \text{ N-m}^2 / \text{kg}^2$  असा लिहिला जातो.

$m_1$  आणि  $m_2$  = दोन वस्तूंची वस्तुमाने  $\text{kg}$  मध्ये

$r$  = दोन वस्तूंमधील अंतर मीटर (m) मध्ये

9. पाठातील प्रश्न. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 7)  
क्षितिजलंब दिशेत सरळ वर फेकलेल्या दगडाचा वेग एकसमान असेल काय, की तो कालानुसार बदलेल? कशा प्रकारे बदलेल? तो दगड सतत वर का जात नाही? थोड्या उंचीवर जाऊन तो परत खाली का पडतो? त्याची कमाल उंची कशावर अवलंबून असते?

उत्तर:

- क्षितिजलंब दिशेत सरळ वर फेकलेल्या दगडाचा वेग कालानुसार हळूहळू कमी होईल व शेवटी शून्य होईल.
- पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण बल त्या दगडाला सतत खाली खेचते असते. सतत खाली खेचले गेल्याने एका विशिष्ट उंचीवर पोहोचल्यानंतर दगडाचा वेग शून्य होतो.
- दगडाची कमाल उंची ही तो दगड वर फेकतानाच्या आरंभवेगावर अवलंबून असते.



10. जरा डोके चालवा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 7)  
न्यूटनच्या सिद्धांताप्रमाणे प्रत्येक वस्तू प्रत्येक इतर वस्तूला आकर्षित करते. म्हणजे पृथ्वी सफरचंदाला स्वतःकडे खेचते, तसेच सफरचंदही पृथ्वीला तेवढ्याच बलाने स्वतःकडे खेचते. मग सफरचंद पृथ्वीवर का पडते, पृथ्वी सफरचंदाकडे का सरकत नाही? [2 गुण]

उत्तर: सफरचंदाच्या वस्तुमानाशी तुलना करता पृथ्वीचे वस्तुमान प्रचंड आहे. त्यामुळे, सफरचंदाच्या त्वरणाशी तुलना करता पृथ्वीवर निर्माण झालेले त्वरण इतके अत्यल्प आहे, की ते लक्षातही घेतले जाऊ शकत नाही. त्यामुळे, सफरचंद पृथ्वीकडे वेगाने सरकल्याचे दिसते; परंतु पृथ्वी सफरचंदाकडे सरकल्याचे दिसत नाही.

11. पाठातील प्रश्न. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 7)

चंद्र व कृत्रिम उपग्रह पृथ्वीभोवती फिरतात. पृथ्वी त्यांना स्वतःकडे आकर्षित करते; परंतु सफरचंदाप्रमाणे ते पृथ्वीवर खाली पडत नाहीत, असे का होते?

उत्तर: चंद्र आणि कृत्रिम उपग्रहांना पृथ्वी स्वतःकडे आकर्षित करत असली तरी त्यांच्या कक्षेतील वेगामुळे ते पृथ्वीवर पडत नाहीत.

12. विचार करा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 8)

i. पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण नसते, तर काय झाले असते?

उत्तर: पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण नसते, तर

- सर्व वस्तू एकमेकांकडे किंवा पृथ्वीकडे कधीही खेचल्या गेल्या नसत्या. या वस्तू व माणसे पृथ्वीकडे खेचली न गेल्यामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून दूर अंतराळात तरंगत राहिल्या असत्या.
- पृथ्वीवरील महत्त्वाचे घटक जसे वातावरण, महासागरांचे व समुद्राचे पाणी, हे सर्वही अंतराळात तरंगले असते.
- चंद्राने पृथ्वीभोवती परिभ्रमण करणे थांबवले असते आणि तो अंतराळात फिरत राहिला असता.

ii. G चे मूल्य दुप्पट असते, तर काय झाले असते?

उत्तर: G चे मूल्य दुप्पट असते, तर

- गुरुत्वाकर्षणामुळे वस्तूचे त्वरण मूल्यही दुप्पट झाले असते.
- पृथ्वीवरील प्रत्येक पदार्थाचे वजन दुप्पट झाले असते. त्यामुळे, वस्तू उचलण्यासारखी साधी कामे करणेही अवघड झाले असते.
- वातावरणातील हवेचा दाब वाढल्याने वातावरणात बदल झाला असता. हवेच्या दाबातील या बदलाची प्रतिक्रिया म्हणून माणसाचा रक्तदाबही वाढला असता, ज्यामुळे पृथ्वीवर टिकाव धरणे अवघड झाले असते.
- पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या कक्षेवर परिणाम झाला असता. त्याने वातावरणात प्रलयकारी बदल झाले असते.

13. पाठातील प्रश्न. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 8)

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सर्व ठिकाणी g चे मूल्य समान असेल काय? [1 गुण]

उत्तर: नाही, पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सर्व ठिकाणी g चे मूल्य समान नसेल.

14. विचार करा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 9)

i. पृथ्वीच्या आत जाताना गुरुत्वाकर्षण बलाच्या दिशेत काही फरक पडेल का? [1 गुण]

उत्तर: गुरुत्वाकर्षण बलाच्या दिशेमध्ये कोणताही बदल होणार नाही. गुरुत्वाकर्षण बल नेहमी खालच्या दिशेने पृथ्वीच्या केंद्राकडे कार्य करते.

ii. पृथ्वीच्या केंद्रावर g चे मूल्य किती असेल? [1 गुण]

उत्तर: पृथ्वीच्या केंद्रावर g चे मूल्य शून्य असते.

15. जरा डोके चालवा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 10)

पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून उंच गेल्यास तुमचे वजन स्थिर राहिल का?

उत्तर: नाही, पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून उंच जावे तसे वजन स्थिर न राहता ते कमी होऊ लागते.

[टीप: पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून उंचीच्या संदर्भात g च्या मूल्यातील फरक पाहण्यासाठी तुमच्या पाठ्यपुस्तकातील 'तक्ता 1.7' पाहा.]

16. करून पाहा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 11)

एक लहान दगड हातात धरा. त्यावर कोणकोणती बले प्रयुक्त होत आहेत? आता तो दगड हळूच सोडून द्या. तुम्हांला काय आढळेल? तुम्ही सोडून दिल्यावर त्या दगडावर कोणते बल प्रयुक्त झाले?

उत्तर:

- जेव्हा आपण दगड हातात धरलेला असतो तेव्हा त्याच्यावर प्रयुक्त होणारे पृथ्वीचे गुरुत्वीय बल त्याला खाली आकर्षित करते आणि हाताचे बल त्याला वर खेचत असते.
- दगड सोडल्यावर तो खाली पडतो.
- जेव्हा दगड सोडला जातो तेव्हा दगडावर गुरुत्वीय बल आणि गुरुत्वीय बलास विरोध करणारे बल वरच्या दिशेने प्रयुक्त होत असते.
- दगड ज्या माध्यमात सोडला आहे ते माध्यम जर हवा असेल, तर दगडाच्या गतीला विरोध करणारे हवेचे घर्षणबल दगडावर प्रयुक्त होते.

[टीप: ही संकल्पना समजून घेण्यासाठी विद्यार्थ्यांनी सोबत दिलेला Q. R. Code Quill - The Padhai App द्वारे स्कॅन करून व्हिडिओ पाहावा.]



17. जरा डोके चालवा. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 12)  
 न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाप्रमाणे अधिक वस्तुमान असलेल्या वस्तूवर पृथ्वीचे गुरुत्वीय बल अधिक असते. मग ती वस्तू कमी वस्तुमान असलेल्या वस्तूहून अधिक वेगाने खाली का पडत नाही?

उत्तर:

- i. एखाद्या वस्तूवर केवळ पृथ्वीचे गुरुत्वीय बल प्रयुक्त झाल्याने तिचे जे त्वरण होते, त्यास गुरुत्व त्वरण म्हणतात.  
 ते  $g = \frac{GM}{R^2}$  या सूत्राने काढता येते.
- ii.  $g$  चे मूल्य पृथ्वीचे (गुरुत्वीय आकर्षण प्रयुक्त करणाऱ्या ग्रहाचे) वस्तुमान (M) आणि त्रिज्या (R) यांवर अवलंबून असते. म्हणून ते पृथ्वीवरील कोणत्याही वस्तूसाठी समान असते. वस्तूच्या कुठल्याही गुणधर्मावर ते अवलंबून नसते. त्यामुळे, अधिक वस्तुमान असलेली वस्तू आणि त्यापेक्षा कमी वस्तुमान असलेली वस्तू दोन्ही एकाच वेगाने खाली पडतात.

18. पाठातील प्रश्न. (पाठ्यपुस्तक पृष्ठ क्र. 14)  
 अवकाशयानातील प्रवासी व वस्तू तरंगत आहेत असे दिसून येते. हे कशामुळे होते?

किंवा

अंतराळवीर आणि अंतराळयानातील वस्तू तरंगत असल्याचे भासते.

उत्तर:

- i. अवकाशयान पृथ्वीपासून उंचावर असले तरीही तेथे  $g$  चे मूल्य शून्य असत नाही.
- ii. अवकाश स्थानकावर  $g$  चे मूल्य पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील मूल्याच्या तुलनेत केवळ 11% ने कमी असते. त्यामुळे अवकाशयानांची उंची हे वजनहीनतेचे कारण नसते.
- iii. त्यांची वजन विरहीत अवस्था ही त्यांच्या व अवकाशयानांच्या मुक्त पतनाच्या अवस्थेमुळे असते. यानाच्या कक्षेतील वेगामुळे जरी ते प्रत्यक्षात पृथ्वीवर पडत नसले तरी त्यांच्यावर केवळ गुरुत्वीय बलच प्रयुक्त होत असल्याने ते मुक्त पतनच करीत असतात.
- iv. मुक्त पतनाचा वेग वस्तूच्या गुणधर्मावर अवलंबून नसल्याने प्रवासी, यान व त्यातील वस्तू समान वेगाने मुक्त पतन करीत असतात.

म्हणूनच, अवकाशयानातील प्रवासी व वस्तू तरंगत आहेत असे दिसून येते.



## AVAILABLE NOTES FOR STD. X:

(Eng., Mar. & Semi Eng. Med.)

### PERFECT SERIES

- English Kumarbharati
- मराठी अक्षरभारती
- हिंदी लोकभारती
- हिंदी लोकवाणी
- आमोद: सम्पूर्ण-संस्कृतम्
- आनन्द: संयुक्त-संस्कृतम्
- History and Political Science
- Geography
- Mathematics (Part - I)
- Mathematics (Part - II)
- Science and Technology (Part - 1)
- Science and Technology (Part - 2)

### PRECISE SERIES

- Science and Technology (Part - 1)
- Science and Technology (Part - 2)
- History, Political Science and Geography

### PRECISE SERIES

- My English Coursebook
- मराठी कुमारभारती
- इतिहास व राज्यशास्त्र
- भूगोल
- गणित (भाग - I)
- गणित (भाग - II)
- विज्ञान आणि तंत्रज्ञान (भाग - १)
- विज्ञान आणि तंत्रज्ञान (भाग - २)

### WORKBOOK

- English Kumarbharati
- मराठी अक्षरभारती
- हिंदी लोकभारती
- Mathematics (Part - I)
- Mathematics (Part - II)
- My English Coursebook
- मराठी कुमारभारती

### Additional Titles: (Eng., Mar. & Semi Eng. Med.)

- ▶ Grammar & Writing Skills Books (Std. X)
  - Marathi • Hindi • English
- ▶ Hindi Grammar Worksheets
- ▶ 3 in 1 Writing Skills
  - English (HL) • Hindi (LL) • Marathi (LL)
- ▶ 3 in 1 Grammar (Language Study) & Vocabulary
  - English (HL) • Hindi (LL) • Marathi (LL)
- ▶ SSC 54 Question Papers & Activity Sheets With Solutions
- ▶ आमोद: (सम्पूर्ण-संस्कृतम्) –  
SSC 11 Activity Sheets With Solutions
- ▶ हिंदी लोकवाणी (संयुक्त), संस्कृत-आनन्द: (संयुक्तम्) –  
SSC 12 Activity Sheets With Solutions
- ▶ IQB (Important Question Bank)
- ▶ Mathematics Challenging Questions
- ▶ Geography Map & Graph Practice Book
- ▶ A Collection of Board Questions With Solutions

Marketed by:

**Target Publications® Pvt. Ltd.**  
Transforming lives through learning



Scan the QR code to buy e-book version of Target's Notes on Quill - The Padhai App



Visit Our Website



Explore our range of  
**STATIONERY**

📍 B2, 9<sup>th</sup> Floor, Ashar, Road No. 16/Z, Wagle Industrial Estate, Thane (W)-400604 | 📞 88799 39712 / 14 | 📞 88799 39713 / 15

🌐 www.targetpublications.org 📧 mail@targetpublications.org