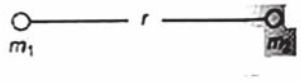
CHAPTER - 7 Gravitation गुरुत्वाकर्षण

Every object in the universe attracts every other object with a force which is called the force of gravitation. Gravitation is one of the four classes of interactions found in nature. These are (i) the gravitational force (ii) the electromagnetic force (iii) the strong nuclear force (also called the hadronic force). (iv) the weak nuclear forces. Although, of negligible importance in the interactions of elementary particles, gravity is of primary importance in the interactions of objects. It is gravity that holds the universe together.

ब्रह्माण्ड में प्रत्येक वस्तु एक दूसरे वस्तु को एक बल से आकर्षित करती है जिसे गुरुत्वाकर्षण बल कहा जाता है। गुरुत्वाकर्षण प्रकृति में पाई जाने वाली अंतःक्रियाओं के चार वर्गों में से एक है। ये हैं (i) गुरुत्वाकर्षण बल (ii) विद्युत चुम्बकीय बल (iii) प्रबल परमाणु बल (जिसे हैड्रोनिक बल भी कहा जाता है)। (iv) कमजोर परमाणु बल। यद्यपि, प्राथमिक कणों की परस्पर क्रिया में नगण्य महत्व है, वस्तुओं की परस्पर क्रिया में गुरुत्वाकर्षण का प्राथमिक महत्व है। यह गुरुत्वाकर्षण ही है जो ब्रह्मांड को एक साथ बांधे रखता है

Newton's Law of Gravitation: Gravitational force is a attractive force between two masses m_1 and m_2 separated by a distance r. The gravitational force acting between two point objects is proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them Gravitational force

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

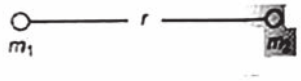


where G is a universal gravitational constant. The value of G is 6.67 X 10^{-11} Nm^2 kg^{-2} and is the same throughout the universe. The value of G is independent of the nature and size of the bodies well as the nature of the medium between them. Dimensional formula of G is $[M^{-1}L^3 T^{-2}]$.

न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का नियम: गुरुत्वाकर्षण बल r दूरी पर स्थित दो द्रव्यमान m_1 और m_2 के बीच एक आकर्षक बल है। दो बिंदु वस्तुओं के बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल उनके द्रव्यमान के गुणनफल के समानुपाती होता है और उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

गुरुत्वाकर्षण बल।

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$



जहाँ G एक सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक है। G का मान 6.67 X 10^{-11} Nm^2 kg^{-2} है और पूरे ब्रह्माण्ड में एक समान है। G का मान पिंडों की प्रकृति और आकार के साथ-साथ उनके बीच के माध्यम की प्रकृति से स्वतंत्र है।आकार G का सूत्र है $[M^{-1}L^3T^{-2}]$.

Weight:

The weight of an object is the force with which it is attracted towards the center of the Earth (or any other celestial body).

Weight (W) = mass (m) x acceleration due to gravity (g).

भार:

किसी वस्तु का भार वह बल है जिसके साथ वह पृथ्वी के केंद्र (या किसी अन्य खगोलीय पिंड) की ओर आकर्षित होती है।

भार (W) = द्रव्यमान (m) x गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण (g)।

Acceleration Due to Gravity (g):

Near the Earth's surface, the value of g is approximately 9.8 m/s^2 . It varies slightly with altitude and location.

गुरुत्वीय त्वरण (g):

पृथ्वी की सतह के निकट, g का मान लगभग 9.8 m/s^2 है। यह ऊंचाई और स्थान के साथ थोड़ा बदलता है।

Gravitational Potential Energy:

The gravitational potential energy (U) of an object is the energy it possesses due to its position in a gravitational field.

$U = -G(m_1m_2)/r$

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा:

किसी वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (U) वह ऊर्जा है जो गुरुत्वीय क्षेत्र में उसकी स्थिति के कारण होती है।

$U = -G(m_1m_2)/r$

Escape Velocity:

Escape velocity is the minimum velocity required for an object to escape the gravitational field of a planet or celestial body.

It depends on the mass and radius of the celestial body: $Ve = \sqrt{(2GM/R)}$, where M is the mass of the body, and R is its radius.

© NCERT not to be republished

पलायन वेग:

पलायन वेग किसी ग्रह या खगोलीय पिंड के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र से बचने के लिए किसी वस्तु के लिए आवश्यक न्यूनतम वेग है।

यह आकाशीय पिंड के द्रव्यमान और त्रिज्या पर निर्भर करता है: Ve =√(2GM/R), जहां M पिंड का द्रव्यमान है, और R इसकी त्रिज्या है।

Kepler's Laws of Planetary Motion:

Kepler's three laws describe the motion of planets in elliptical orbits around the Sun.

ग्रहों की गति के केपलर के नियम:

केप्लर के तीन नियम सूर्य के चारों ओर दीर्घवृतीय कक्षाओं में ग्रहों की गति का वर्णन करते हैं।

Satellites:

Artificial satellites are placed in orbit around Earth using rockets.

Geostationary satellites orbit at the same rate as Earth's rotation and are used for communication.

उपग्रह:

रॉकेट का उपयोग करके कृत्रिम उपग्रहों को पृथ्वी की कक्षा में स्थापित किया जाता है।

भूस्थैतिक उपग्रह पृथ्वी के घूमने की गति के समान गति से परिक्रमा करते हैं और संचार के लिए उपयोग किए जाते हैं।

Gravitational Potential:

Gravitational potential (V) is the potential energy per unit mass at a point in a gravitational field.

V = -GM/r, where M is the mass of the celestial body and r is the distance from its center.

गुरुत्वीय विभव:

गुरुत्वाकर्षण क्षमता (V) गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र में एक बिंदु पर प्रति इकाई द्रव्यमान की संभावित ऊर्जा है।

V = -GM/r, जहां Mआकाशीय पिंड का द्रव्यमान है और r उसके केंद्र से दूरी है।

Orbital Velocity:

Orbital velocity is the minimum velocity required for an object to stay in a stable orbit around a celestial body.

It depends on the mass and radius of the celestial body: Vo=√(GM/R).

कक्षीय वेग:

कक्षीय वेग किसी वस्तु के लिए किसी खगोलीय पिंड के चारों ओर स्थिर कक्षा में रहने के लिए आवश्यक न्यूनतम वेग है।

यह आकाशीय पिंड के द्रव्यमान और त्रिज्या पर निर्भर करता है:Vo=√(GM/R).

Weightlessness:

Astronauts in space experience apparent weightlessness because they are in freefall around Earth, just like their spacecraft.

भारहीनता:

अंतरिक्ष में अंतरिक्ष यात्री स्पष्ट भारहीनता का अनुभव करते हैं क्योंकि वे अपने अंतरिक्ष यान की तरह ही पृथ्वी के चारों ओर मुक्त रूप से गिर रहे होते हैं।

Gravitational Potential Energy in a Uniform Field: Near the Earth's surface, the gravitational potential energy of an object of mass m is U=mgh, where h is the height above the ground.

एक समान क्षेत्र में गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा: पृथ्वी की सतह के निकट, m द्रव्यमान की वस्तु की गुरुत्वाकर्षण स्थितिज ऊर्जा U=mgh, जहां h जमीन से ऊंचाई है।

Principle of Superposition of Forces: The net gravitational force on an object is the vector sum of the individual forces acting on it from all other objects.

बलों के अध्यारोपण का सिद्धांत: किसी वस्तु पर लगने वाला कुल गुरुत्वाकर्षण बल अन्य सभी वस्तुओं से उस पर लगने वाले एकल बलों का सदिश योग होता है।

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS:
बहुविकल्पीय प्रश्न:

1. Newton's universal law of gravitation applies to

(a) small bodies only
(b) planets only
(c) both small and big bodies
(d) only valid for solar system

न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का सार्वभौमिक नियम किस पर लागू होता है?

(a) केवल छोटे पिंड
(b) ग्रह
(c) छोटे और बड़े दोनों निकाय
(d) केवल सौर मंडल के लिए मान्य हैं

2. For a particle inside a uniform spherical shell, the gravitational force on the particle is

(a) infinite (b) zero
(c) $\frac{-Gm_1m_2}{r^2}$ (d) $\frac{Gm_1m_2}{r^2}$

एक समान गोलाकार खोल के अंदर एक कण के लिए, कण पर गुरुत्वाकर्षण बल क्या है?

(a) अनंत (b) शून्य
(c) $\frac{-Gm_1m_2}{r^2}$ (d) $\frac{Gm_1m_2}{r^2}$

3. The value of G varies with

© NCERT not to be republished

(a) height above the earth's surface
(b) depth below the ground
(c) radius of the planet
(d) None of these

G का मान किसके साथ बदलता है?
(a) पृथ्वी की सतह से ऊपर की ऊंचाई
(b) जमीन के नीचे गहराई
(c) ग्रह की त्रिज्या
(d) इनमें से कोई नहीं

4. Which law describes the orbits of planets around the sun?
(a) Newton's law (b) Faraday's law
(c) Kepler's law (d) Kirchoff's Law

कौन सा नियम सूर्य के चारों ओर ग्रहों की कक्षाओं का वर्णन करता है?
(a) न्यूटन का नियम (b) फैराडे का नियम
(c) केपलर का नियम (d) किरचॉफ का नियम

5. Dimensional formula for gravitational intensity is
(a) LT^2 (b) LT^{-2}
(c) LT (d) LT^{-4}

गुरुत्वाकर्षण तीव्रता के लिए आयामी सूत्र क्या है?
(a) LT^2 (b) LT^{-2}
(c) LT (d) LT^{-4}

6. Force of gravitational attraction is least
(a) at the equator
(b) at the poles
(c) at a point in between equator and any pole
(d) None of these

गुरुत्वाकर्षण आकर्षण का बल सबसे कम है
(a) भूमध्य रेखा पर
(b) ध्रुवों पर
(c) भूमध्य रेखा और किसी ध्रुव के बीच एक बिंदु पर
(d) इनमें से कोई नहीं

7. The satellite having the same time period of revolution as that of the earth is called
(a) Stationary satellite
(b) Geostationary satellite
(c) Gravitational satellite
(d) Geo satellite

पृथ्वी के समान परिक्रमण की समयावधि वाले उपग्रह को क्या कहा जाता है?
(a) स्थिर उपग्रह (b) भूस्थैतिक उपग्रह
(c) गुरुत्वीय उपग्रह (d) भू-उपग्रह

8. The term "escape velocity" is the minimum velocity required for an object to:
(a) Fall back to Earth's surface
(b) Enter a stable orbit around Earth
(c) Escape Earth's gravitational pull and move into space
(d) Travel at the speed of light

"पलायन वेग" शब्द किसी वस्तु के लिए आवश्यक न्यूनतम वेग है:
(a) पृथ्वी की सतह पर वापस गिरना
(b) पृथ्वी के चारों ओर एक स्थिर कक्षा में प्रवेश करें
(c) पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव से बचें और अंतरिक्ष में चले जाएं
(d) प्रकाश की गति से यात्रा करें

9. What happens to the gravitational force between two objects when the mass of one of the objects is doubled?
(a) The force is halved
(b) The force is doubled
(c) The force remains the same
(d) The force becomes four times greater.

दो वस्तुओं के बीच गुरुत्वाकर्षण बल का क्या होता है जब वस्तुओं में से एक का द्रव्यमान दोगुना हो जाता है?
(a) बल आधा हो जाता है
(b) बल दोगुना हो जाता है
(c) बल समान रहता है
(d) बल चार गुना अधिक हो जाता है

10. The ratio of the inertial mass to gravitational mass is equal to
(a) 0.5 (b) 1
(c) 2 (d) no fixed number

जड़त्वीय द्रव्यमान और गुरुत्वाकर्षण द्रव्यमान का अनुपात किसके बराबर है?
(a) 0.5 (b) 1
(c) 2 (d) कोई निश्चित संख्या नहीं

11. The gravitational force between two objects is F. If masses of both the objects are halved without altering the distance between them, the gravitational force would become
(a) F/4 (b) F/2
(c) F (d) 2F

दोनों वस्तुओं के बीच गुरुत्वाकर्षण बल F है। यदि दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान को उनके बीच की दूरी को बदले बिना आधा कर दिया जाता है, तो गुरुत्वाकर्षण बल क्या होगा?
(a) F/4 (b) F/2
(c) F (d) 2F

© JCERT not to be republished

12. **Two spheres of masses m and M are situated in air and the gravitational force between them is F. The space around the masses is now filled with a liquid of specific gravity 3. The gravitational force will now be**

(a) 3 F (b) F

(c) $\frac{F}{3}$ (d) $\frac{F}{9}$

द्रव्यमान m और M के दो गोले हवा में स्थित हैं और उनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल F है। द्रव्यमान के चारों ओर का स्थान अब विशिष्ट गुरुत्व 3 के तरल से भरा हुआ है।. गुरुत्वाकर्षण बल अब क्या होगा?

(a) 3 F (b) F

(c) $\frac{F}{3}$ (d) $\frac{F}{9}$

13. **Who among the following gave first the experimental value of G**

(a) Cavendish (b) Copernicus

(c) Brok Taylor (d) None of these

निम्नलिखित में से किसने पहले G का प्रयोगात्मक मान दिया?

(a) कैवेंडिश (b) कोपरनिकस

(c) ब्रोक टेलर (d) इनमें से कोई नहीं

14. **What is the ratio of gravitational force of attraction between two bodies kept in air- and the same distance apart in water?**

(a) 1:2 (b) 1:1

(c) 2:1 (d) None of above

हवा में रखे गए दो पिंडों के बीच आकर्षण के गुरुत्वाकर्षण बल और पानी में समान दूरी का अनुपात क्या है?

(a) 1:2 (b) 1:1

(c) 2:1 (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

15. **What is the SI unit of gravitational constant (G) ?**

(a) N/kg (b) m/s^2

(c) Nm^2/kg^2 (d) J/kg

गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक (G) की SI इकाई क्या है?

(a) N/kg (b) m/s^2

(c) Nm^2/kg^2 (d) J/kg

16. **Where will it be profitable to purchase one kilogram of sugar?**

(a) At poles (b) At equator

(c) At 45° latitude (d) At 40° latitude

एक किलोग्राम चीनी खरीदना कहां से लाभदायक होगा?

(a) ध्रुवों पर (b) भूमध्य रेखा पर

(c) 45° अक्षांश पर (d) 40° अक्षांश पर

17. **What is the relation between height 'h' and depth 'd' for the same change in 'g':**

(a) d = h/2 (b) d = h

(c) d = 2h (d) None of these.

'g' में समान परिवर्तन के लिए ऊंचाई 'h' और गहराई 'd' के बीच क्या संबंध है?

(a) d = h/2 (b) d = h

(c) d = 2h (d) इनमें से कोई नहीं।

18. **At sea level, a body will have minimum weight at**

(a) pole (b) equator

(c) 42° south latitude (d) 37° north latitude

समुद्र तल पर, एक शरीर का न्यूनतम वजन क्या होगा?

(a) ध्रुव (b) भूमध्य रेखा

(c) 42° दक्षिण अक्षांश (d) 37° उत्तरी अक्षांश

19. **In some region, the gravitational field is zero. The gravitational potential in this region.**

(a) must be variable (b) must be constant

(c) cannot be zero (d) must be zero

कुछ क्षेत्रों में, गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र शून्य है। इस क्षेत्र में गुरुत्वाकर्षण क्षमता।

(a) परिवर्तनीय होना चाहिए

(b) स्थिर होना चाहिए

(c) शून्य नहीं हो सकता

(d) शून्य होना चाहिए

20. **Gravitational potential at a distance r from a body of mass M is**

(a) GM/r (b) GM/r^2

(c) -GM/r (d) $-GM/r^2$

द्रव्यमान M के एक पिंड से r की दूरी पर गुरुत्वाकर्षण क्षमता क्या है?

(a) GM/r (b) GM/r^2

(c) -GM/r (d) $-GM/r^2$

21. **Earth is flattened at poles, bulged at the equator. This is due to**

(a) the angular velocity of spinning about its axis is less at equator

(b) the angular velocity of spinning about its axis is more at equator

(c) the centrifugal force is more at the equator than at the poles

(d) earth revolves around the sun in an elliptical orbit

पृथ्वी ध्रुवों पर चपटी है, भूमध्य रेखा पर उभरी हुई है। यह किसके कारण है?

(a) भूमध्य रेखा पर अपनी धुरी के चारों ओर घूमने का कोणीय वेग कम है

© JCERT not to be republished

(b) भूमध्य रेखा पर अपनी धुरी के चारों ओर घूमने का कोणीय वेग अधिक है
(c) केन्द्रापसारक बल ध्रुवों की तुलना में भूमध्य रेखा पर अधिक है
(d) पृथ्वी एक अंडाकार कक्षा में सूर्य के चारों ओर घूमती है

22. In planetary motion
(a) the angular speed remains constant
(b) the total angular momentum remains constant
(c) the linear speed remains constant
(d) neither the angular momentum nor angular speed remains constant

ग्रहों की गति में
(a) कोणीय गति स्थिर रहती है
(b) कुल कोणीय संवेग स्थिर रहता है
(c) रैखिक गति स्थिर रहती है
(d) न तो कोणीय संवेगऔर न ही कोणीय गति स्थिर रहता है

23. Kepler's second law regarding constancy of areal velocity of a planet is a consequence of the law of conservation of
(a) energy (b) angular momentum
(c) linear momentum (d) None of these

किसी ग्रह के अवास्तविक वेग की स्थिरता के संबंध में केप्लर का दूसरा नियम किसके संरक्षण के नियम का परिणाम है?
(a) ऊर्जा (b) कोणीय संवेग
(c) रैखिक संवेग (d) इनमें से कोई नहीं

24. In planetary motion, the angular momentum conservation leads to the law of
(a) orbits
(b) areas
(c) periods
(d) conservation of kinetic energy

ग्रहों की गति में, कोणीय संवेग संरक्षण किस के नियम की ओर जाता है?
(a) कक्षाएं
(b) क्षेत्र
(c) अवधि
(d) गतिज ऊर्जा का संरक्षण

25. Gravitational force between two objects is
(a) Attractive at large distances only
(b) Attractive at small distances only.
(c) Attractive at all distances
(d) Repulsive at small distances

दो वस्तुओं के बीच गुरुत्वाकर्षण बल क्या है?
(a) केवल बड़ी दूरी पर आकर्षक
(b) केवल छोटी दूरी पर आकर्षक।
(c) सभी दूरी पर आकर्षक
(d) छोटी दूरी पर प्रतिकारक

26. Who formulated the law of universal gravitation?
(a) Albert Einstein (b) Galileo Galilei
(c) Isaac Newton (d) Johannes Kepler

सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण का नियम किसने तैयार किया?
(a) अल्बर्ट आइंस्टीन (b) गैलीलियो गैलिली
(c) आइजैक न्यूटन (d) जोहान्स केपलर

27. Gravitational force is a _____ force.
(a) Contact (b) Long-range
(c) Electromagnetic (d) None of the above

गुरुत्वाकर्षण बल एक ____ बल है।
(a) संपर्क
(b) लंबी दूरी की
(c) विद्युत चुम्बकीय
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

28. What is the value of the acceleration due to gravity (g) on the surface of Earth (approximately)?
(a) 6.67×10^{-11} m/s^2 (b) 3×10^8 m/s
(c) 9.8 m/s^2 (d) 1.6×10^{-19} m/s^2

पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वाकर्षण (g) के कारण त्वरण का मान (लगभग) क्या है?
(a) 6.67×10^{-11} m/s^2 (b) 3×10^8 m/s
(c) 9.8 m/s^2 (d) 1.6×10^{-19} m/s^2

29. The escape velocity for a body projected vertically upwards from the surface of earth is 11.2 kms^{-1}. If the body is projected at an angle 45° with the vertical, the escape velocity will be
(a) $11.2/\sqrt{2}$ kms^{-1} (b) $11.2\sqrt{2}$ kms^{-1}
(c) 11.2 kms^{-1} (d) 5.6 kms^{-1}

पृथ्वी की सतह से उर्ध्वाधर रूप से ऊपर की ओर प्रक्षेपित एक पिंड का पलायन वेग 11.2 kms^{-1}है। यदि वस्तु को ऊर्ध्वाधर के साथ 45° कोण पर प्रक्षेपित किया जाता है, तो पलायन वेग क्या होगा?
(a) $11.2/\sqrt{2}$ kms^{-1} (b) $11.2\sqrt{2}$ kms^{-1}
(c) 11.2 kms^{-1} (d) 5.6 kms^{-1}

30. Average density of the earth
(a) is a complex function of g
(b) does not depend on g
(c) is inversely proportional to g
(d) is directly proportional to g

पृथ्वी का औसत घनत्व

© NCERT not to be republished

(a) g का एक काम्प्लेक्स फंगक्शन है।
(b) g पर निर्भर नहीं है
(c) g के व्युत्क्रमानुपाती है
(d) सीधे g के समानुपाती है

31. If the distance between two objects is doubled, how does the gravitational force between them change?
(a) It becomes half
(b) It becomes one fourth
(c) It remains the same
(d) It becomes twice .

यदि दो वस्तुओं के बीच की दूरी दोगुनी हो जाती है, तो उनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल कैसे बदलता है?
(a) यह आधा हो जाता है
(b) यह एक चौथाई हो जाता है
(c) यह वही रहता है
(d) यह दो गुना हो जाता है।

32. If v_o and v_e represent the orbital velocity and escape velocity of a satellite corresponding to a circular orbit of radius R, then
(a) v_e and v_o are not related
(b) $v_o = v_e/\sqrt{2}$
(c) $v_e = v_o$
(d) $v_e = \sqrt{2}\, v_o$

यदि v_o और v_e त्रिज्या R की वृत्ताकार कक्षा के अनुरूप एक उपग्रह के कक्षीय वेग और पलायन वेग का प्रतिनिधित्व करते हैं, तो
(a) v_e and v_o are not related
(b) $v_o = v_e/\sqrt{2}$
(c) $v_e = v_o$
(d) $v_e = \sqrt{2}\, v_o$

33. The escape speed of a body depends upon mass as
(a) m^0 (b) m
(c) m^2 (d) m^3

एक वस्तु का पलायन वेग द्रव्यमान पर निर्भर करती है
(a) m^0 (b) m
(c) m^2 (d) m^3

34. What is the escape velocity of Earth (approximately)?
(a) 10 m/s (b) 100 m/s
(c) 1000 m/s (d) 11.2 km/s

पृथ्वी का पलायन वेग (लगभग) क्या है?
(a) 10 m/s (b) 100 m/s
(c) 1000 m/s (d) 11.2 km/s

35. Kepler's first law of planetary motion states that planets move in:
(a) Circular orbits (b) Elliptical orbits
(c) Parabolic orbits (d) Hyperbolic orbits

केपलर के ग्रहों की गति का पहला नियम बताता है कि ग्रह किस दिशा में चलते हैं:
(a) वृत्ताकार कक्षाएं (b) दीर्घवृतीय कक्षाएं
(c) परवलयिक कक्षाएं (d) हाइपरबॉलिक कक्षाएं

36. In an elliptical orbit, where is the sun located?
(a) At the center of the ellipse
(b) At one of the foci
(c) On the major axis
(d) At the apogee

दीर्घवृतीय कक्षा में, सूर्य कहाँ स्थित है?
(a) दीर्घवृत्त के केंद्र में (b) फोकस में से एक पर
(c) प्रमुख अक्ष पर (d) एपोजी पर

37. The weight of an object on the Moon is approximately _____ of its weight on Earth.
(a) One-sixth (b) One-third
(c) One-half (d) The same as

चंद्रमा पर किसी वस्तु का वजन पृथ्वी पर उसके वजन का लगभग ____ है।
(a) छठा हिस्सा (b) एक तिहाई
(c) एक-आधा (d) वही

38. What is the SI unit of gravitational potential energy?
(a) Joule (J) (b) Newton (N)
(c) Pascal (Pa) (d) Meter (m)

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा की SI इकाई क्या है?
(a) जूल (J) (b) न्यूटन (N)
(c) पास्कल (Pa) (d) मीटर (m)

39. Which of the following best describes the gravitational force between two objects with masses "m_1" and "m_2" separated by a distance "r"?
(a) Directly proportional to "r" and inversely proportional to the square of "m_1"
(b) Inversely proportional to "r" and directly proportional to the square of "m_1"
(c) Inversely proportional to the square of "r" and directly proportional to the product of "m_1" and "m_2"
(d) Inversely proportional to the cube of "r" and directly proportional to "m_1"

निम्नलिखित में से कौन सा दो वस्तुओं के बीच गुरुत्वाकर्षण बल का सबसे अच्छा वर्णन करता है जिसका द्रव्यमान "m_1" और "m_2" है जो दूरी "r" से अलग है?

© JCERT not to be republished

(a) "r" के लिए सीधे आनुपातिक और "m_1" के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती
(b) "r" के व्युत्क्रमानुपाती और "m_1" के वर्ग के सीधे समानुपाती
(c) "r" के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती और "m_1" तथा "m_2" के गुणनफल के सीधे समानुपाती
(d) "r" के घन के व्युत्क्रमानुपाती और "m_1" के सीधे समानुपाती

40. The gravitational force acting on an object is also known as its:
(a) Mass (b) Weight
(c) Volume (d) Density

किसी वस्तु पर लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल को इसके रूप में भी जाना जाता है:
(a) द्रव्यमान (b) वजन
(c) आयतन (d) घनत्व

41. Who proposed the three laws of planetary motion?
(a) Isaac Newton (b) Galileo Galilei
(c) Johannes Kepler (d) Albert Einstein

ग्रहों की गति के तीन नियमों का प्रस्ताव किसने किया?
(a) आइजैक न्यूटन (b) गैलीलियो गैलिली
(c) जोहान्स केपलर (d) अल्बर्ट आइंस्टीन

42. What is the value of "g" at a point in space far away from any massive objects?
(a) Zero (b) 1 m/s^2
(c) 9.8 m/s^2 (d) 6.67 x $10^{-11} m/s^2$

किसी भी विशाल वस्तुओं से दूर अंतरिक्ष में एक बिंदु पर "g" का मान क्या है?
(a) शून्य (b) 1 m/s^2
(c) 9.8 m/s^2 (d) 6.67 x 10^{-11} m/s^2

43. Which of the following is an example of a natural satellite?
(a) The International Space Station (ISS)
(b) The Hubble Space Telescope
(c) The Moon
(d) A communication satellite

निम्नलिखित में से कौन सा एक प्राकृतिक उपग्रह का एक उदाहरण है?
(a) अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन (ISS)
(b) हबल स्पेस टेलीस्कोप
(c) चंद्रमा
(d) एक संचार उपग्रह

44. In an elliptical planetary orbit, the point farthest from the sun is called the:
(a) Perihelion (b) Apogee
(c) Aphelion (d) Equator

एक दीर्घवृतीय ग्रहीय कक्षा में, सूर्य से सबसे दूर के बिंदु को कहा जाता है:
(a) पेरिहेलियन (b) Apogee
(c) एफेलियन (d) भूमध्य रेखा

45. Value of g is
(a) Maximum at poles
(b) maximum at equator
(c) same everywhere
(d) maximum at the centre of earth

g का मान क्या है?
(a) ध्रुवों पर अधिकतम
(b) भूमध्य रेखा पर अधिकतम।
(c) हर जगह समान
(d) पृथ्वी के केंद्र में अधिक

46. For a satellite moving in an orbit around the earth, the ratio of kinetic energy to potential energy is
(a) $\frac{1}{2}$ (b) $\frac{1}{\sqrt{2}}$
(c) 2 (d) $\sqrt{2}$

पृथ्वी के चारों ओर एक कक्षा में घूमने वाले उपग्रह के लिए , गतिज उर्जा और स्थितिज उर्जा का अनुपात होता है-
(a) $\frac{1}{2}$ (b) $\frac{1}{\sqrt{2}}$
(c) 2 (d) $\sqrt{2}$

47. Gravitational potential energy is zero at
(a) The surface of the Earth
(b) The center of the Earth
(c) An infinite distance from the Earth
(d) The Moon's surface

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा शून्य है.....पर
(a) पृथ्वी की सतह
(b) पृथ्वी का केंद्र
(c) पृथ्वी से एक अनंत दूरी
(d) चंद्रमा की सतह

48. What is the force of gravity experienced by an object of mass 10 kg on the surface of Earth (approximately)?
(a) 10 N (b) 100 N
(c) 98 N (d) 9.8 N

पृथ्वी की सतह पर 10 किलो द्रव्यमान वाली वस्तु द्वारा अनुभव किया गया गुरुत्वीय बल (लगभग) क्या है?
(a) 10 N (b) 100 N

© JCERT not to be republished

(c) 98 N (d) 9.8 N

49. Which of the following factors affects the gravitational force between two objects?

(a) The density of the objects
(b) The speed of the objects
(c) The angle between the objects
(d) The masses and the distance between the objects

निम्नलिखित में से कौन सा कारक दो वस्तुओं के बीच गुरुत्वाकर्षण बल को प्रभावित करता है?

(a) वस्तुओं का घनत्व
(b) वस्तुओं की गति
(c) वस्तुओं के बीच का कोण
(d) द्रव्यमान और वस्तुओं के बीच की दूरी

50. Which of the following quantities is a vector quantity?

(a) Gravitational potential energy
(b) Mass
(c) Gravitational force
(d) Gravitational constant

निम्नलिखित में से कौन सी राशि वेक्टर है?

(a) गुरुत्वाकर्षण क्षमता ऊर्जा
(b) द्रव्यमान
(c) गुरुत्वाकर्षण बल
(d) गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक

51. Kepler's third law is also known as

(a) Law of orbits (b) Law of areas
(c) Law of periods (d) None of these

केप्लर के तीसरे नियम को किस नाम से भी जाना जाता है?

(a) कक्षाओं का नियम (b) क्षेत्रों का नियम
(c) आवर्तकल का नियम (d) इनमें से कोई नहीं

52. The value of acceleration due to gravity on moving from equator to poles will

(a) decrease (b) increase
(c) remain same (d) become half

भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर बढ़ने पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण का मान क्या होगा?

(a) कमी (b) वृद्धि
(c) वही रहें (d) आधा हो जाए

53. When does the object in a satellite escapes to infinity?

(a) When the total energy is positive
(b) When total energy is zero
(c) Both (a) & (b)
(d) None of these

उपग्रह में वस्तु कब अनंत तक बच जाती है?

(a) जब कुल ऊर्जा सकारात्मक होती है
(b) जब कुल ऊर्जा शून्य हो
(c) दोनों (a) और (b)
(d) इनमें से कोई नहीं

54. In which of the following cases, a person feels weightless?

(a) A person standing on the moon
(b) A person sitting in an artificial satellite of earth
(c) Both (a) & (b)
(d) None of these

निम्नलिखित में से किस मामले में, एक व्यक्ति भारहीन महसूस करता है?

(a) चंद्रमा पर खड़ा व्यक्ति
(b) पृथ्वी के कृत्रिम उपग्रह में बैठा व्यक्ति
(c) दोनों (a) और (b)
(d) इनमें से कोई नहीं

55. Persons sitting in artificial satellite of the earth have

(a) zero mass
(b) zero weight
(c) certain definite weight
(d) infinite weight

पृथ्वी के कृत्रिम उपग्रह में बैठे व्यक्तियों के पास

(a) शून्य द्रव्यमान (b) शून्य वजन
(c) कुछ निश्चित वजन (d) अनंत वजन

56. Escape speed on the moon is _____ than escape speed on the earth.

(a) five times smaller (b) five times greater
(c) six times greater (d) six times smaller

चंद्रमा पर पलायन की गति पृथ्वी पर भागने की गति की तुलना में _____ है।

(a) पांच गुना छोटा (b) पांच गुना बड़ा
(c) छह गुना अधिक (d) छह गुना छोटा

57. The orbit traced by planet around a star is in general

(a) a circle (b) an ellipse
(c) a parabola (d) a straight line

एक तारे के चारों ओर ग्रह द्वारा पता लगाई गई कक्षा सामान्य रूप से क्या है?

(a) एक वृत्त (b) एक दीर्घवृत्त
(c) एक पैराबोला (d) एक सीधी रेखा

58. The escape velocity of an object projected from the surface of a given planet is independent of

(a) radius of the planet
(b) the direction of projection

© JCERT not to be republished

(c) the mass of the planet
(d) None of these

किसी दिए गए ग्रह की सतह से प्रक्षेपित किसी वस्तु का पलायन वेग किससे स्वतंत्र है?
(a) ग्रह की त्रिज्या
(b) प्रक्षेपण की दिशा क्या है
(c) ग्रह का द्रव्यमान
(d) इनमें से कोई नहीं

59. The period of a satellite in a circular orbit near a planet is independent of
(a) the mass of the planet
(b) the radius of the planet
(c) the mass of the satellite
(d) All of the above

किसी ग्रह के निकट वृत्ताकार कक्षा में उपग्रह की अवधि किससे स्वतंत्र होती है?
(a) ग्रह का द्रव्यमान
(b) ग्रह की त्रिज्या
(c) उपग्रह का द्रव्यमान कितना है
(d) उपर्युक्त सभी

60. Time period of a simple pendulum inside a satellite orbiting earth is
(a) Zero (b) ∞
(c) T (d) 2T

पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले उपग्रह के अंदर एक साधारण पेंडुलम की समय अवधि क्या है?
(a) शून्य (b) ∞
(c) T (d) 2T

61. If the distance of earth is halved from the sun, then the no. of days in a year will be
(a) 365 (b) 182.5
(c) 730 (d) 129

यदि पृथ्वी की दूरी सूर्य से आधी कर दी जाती है, तो एक वर्ष में दिनों की संख्या क्या होगी?
(a) 365 (b) 182.5
(c) 730 (d) 129

62. The force of attraction between two bodies is given by $F=Gm_1m_2/d^2$, where G
(a) is Gravitational acceleration
(b) is a function of the density of bodies
(c) is Gravitational constant
(d) None of these.

दो पिंडों के बीच आकर्षण बल, $F=Gm_1m_2/d^2$ द्वारा दिया गया है, जहां G
(a) गुरुत्वीय त्वरण है
(b) पिण्डों के घनत्व का फलन है
(c) गुरुत्वाकर्षण नियतांक है
(d) इनमे से कोई नहीं |

63. The dimensions of the gravitational constant is
(a) $[ML^3T^{-2}]$ (b) $[ML^{-3}T^{-2}]$
(c) $[M^{-1}L^3T^{-2}]$ (d) $[M^{-1}L^{-3}T^2]$

गुरुत्वाकर्षण नियतांक की विमाय हैं
(a) $[ML^3T^{-2}]$ (b) $[ML^{-3}T^{-2}]$
(c) $[M^{-1}L^3T^{-2}]$ (d) $[M^{-1}L^{-3}T^2]$

64. The expression of gravitational acceleration is:
(a) $g = GMR^2$ (b) $g = GR^2/M$
(c) $g = GR/M^2$ (d) $g = GM/R^2$

गुरुत्वीयव त्वरण का व्यंजक होता हैं :
(a) $g = GMR^2$ (b) $g = GR^2/M$
(c) $g = GR/M^2$ (d) $g = GM/R^2$

65. The escape velocity of an object on earth is 11.2 km/s . The escape velocity of an object on a planet with mass 1000 times that of earth and radius 10 times that of earth is
(a) 1.12 km/s (b) 11.2 km/s
(c) 1120 km/s (d) 112 km/s

पृथ्वी पर किसी वस्तु का पलायन वेग 11.2 किमी□/से□ हैं | पृथ्वी से 1000 गुना द्रव्यमान और 10 गुनी त्रिज्या वाले किसी ग्रह पर वस्तु का पलायन वेग होगा
(a) 1.12 किमी/से (b) 11.2 किमी/से
(c) 1120 किमी/से (d) 112 किमी/से

66. The relation between the radius R of the orbit and the time period T is
(a) R^2/T^3 = constant (b) R/T^3 = constant
(c) T^2/R^3 = constant (d) R^3/T^2 = constant

कक्षा की त्रिज्या R और समय अवधि T के बीच क्या संबंध है
(a) R^2/T^3 = constant (b) R/T^3 = constant
(c) T^2/R^3 = constant (d) R^3/T^2 = constant

67. A satellite has kinetic energy K, potential energy V and total energy E. Which of the following statements is true?
(a) K = - V/2 (b) K = V/2
(c) E = K/2 (d) E = - K/2

एक उपग्रह में गतिज ऊर्जा K, स्थितिज ऊर्जा V और कुल ऊर्जा E है। निम्नलिखित में से कौन सा कथन सत्य है?
(a) K = - V/2 (b) K = V/2
(c) E = K/2 (d) E = - K/2

68. Two bodies of masses m and 4m are placed at a distance r. The gravitational potential at a point on the line joining them where the gravitational field is zero

© JCERT not to be republished

(a) Zero (b) - 4Gm/r
(c) - 6Gm/r (d) - 9Gm/r

m और 4 m द्रव्यमान वाले दो पिंडों को r की दूरी पर रखा गया है। रेखा पर एक बिंदु पर गुरुत्वाकर्षण क्षमता जहां गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र शून्य है, क्या है?

(a) Zero (b) - 4Gm/r
(c) - 6Gm/r (d) - 9Gm/r

69. Two balls each of radius R, equal mass and density are placed in contact, then the force of gravitation between them is

(a) $F \propto R$ (b) $F \propto 1/R^2$
(c) $F \propto 1/R$ (d) $F \propto R^4$

त्रिज्या R, समान द्रव्यमान और घनत्व की दो गेंदों को संपर्क में रखा जाता है, तो उनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल क्या है?

(a) $F \propto R$ (b) $F \propto 1/R^2$
(c) $F \propto 1/R$ (d) $F \propto R^4$

70. If M is the mass of the earth and R is its radius, the ratio of the gravitational acceleration and the gravitational constant is

(a) M/R^2 (b) R^2/M
(c) MR^2 (d) M/R

यदि M पृथ्वी का द्रव्यमान है और R इसकी त्रिज्या है, तो गुरुत्वाकर्षण त्वरण और गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक का अनुपात क्या है?

(a) M/R^2 (b) R^2/M
(c) MR^2 (d) M/R

ANSWER OF MCQ QUESTIONS
उत्तर कुंजी:

1.c.	2.b.	3.d.	4.c.	5.b.	6.a.	7.b.
8.c.	9.b.	10.b.	11.a.	12.b.	13.a.	14.b.
15.c.	16.a.	17.c.	18.b.	19.b.	20.c.	21.c.
22.b.	23.b.	24.b.	25.c.	26.c.	27.b.	28.c.
29.c.	30.d.	31.b.	32.d.	33.a.	34.d.	35.b.
36.b.	37.a.	38.a.	39.c.	40.b.	41.c.	42.a.
43.c.	44.c.	45.a.	46.a.	47.c.	48.c.	49.d.
50.c.	51.c.	52.b.	53.c.	54.b.	55.b.	56.a.
57.b.	58.b.	59.c.	60.b.	61.d.	62.c.	63.c.
64.d.	65.d.	66.c.	67.a.	68.d.	69.d.	70.a.

VERY SHORT ANSWER TYPE QUESTIONS:
अति लघु उत्तरीय प्रश्न:

1. What is gravity?

गुरुत्व क्या है?

Ans: Gravity is the force of attraction between objects with mass.

गुरुत्व द्रव्यमान के साथ वस्तुओं के बीच आकर्षण का बल है।

2. Who formulated the law of universal gravitation

सार्वभौम गुरुत्व का नियम किसने बनाया था?

Ans: Sir Isaac Newton formulated the law of universal gravitation.

सर आइज़क न्यूटन ने सार्वभौम गुरुत्व का नियम बनाया था।

3. What does the law of universal gravitation state?

सार्वभौम गुरुत्व क्या कहता है?

Ans: It states that every mass attracts every other mass with a force proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them.

यह बताता है कि प्रत्येक द्रव्यमान हर दूसरे द्रव्यमान को उनके द्रव्यमान के गुणनफल के समानुपाती बल के साथ आकर्षित करता है और उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

4. What is the value of the gravitational constant 'G'?

गुरुत्वीय स्थिरांक 'G' का मान क्या है?

Ans: The value of 'G' is approximately

$6.67430 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$

'G' का मान लगभग

$6.67430 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$

5. What is escape velocity?

पलायन वेग क्या है?

Ans: Escape velocity is the minimum velocity needed for an object to break free from a celestial body's gravitational pull.

पलायन वेग एक खगोलीय पिंड के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव से मुक्त होने के लिए किसी वस्तु के लिए आवश्यक न्यूनतम वेग है।

6. What is weightlessness?

भारहीनता क्या है?

Ans: Weightlessness is the sensation of zero gravity experienced by astronauts in space.

भारहीनता अंतरिक्ष में अंतरिक्ष यात्रियों द्वारा अनुभव की जाने वाली शून्य गुरुत्वाकर्षण की अनुभूति है।

7. What is the gravitational acceleration on Earth's surface?

पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण क्या है?

Ans: The gravitational acceleration on Earth's

© NCERT not to be republished

surface is approximately 9.81 m/s^2

पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण लगभग 9.81 m/s^2

8. How does the mass of an object affect its gravitational force?

किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके गुरुत्वाकर्षण बल को कैसे प्रभावित करता है?

Ans: The greater the mass of an object, the stronger its gravitational force.

किसी वस्तु का द्रव्यमान जितना अधिक होता है, उसका गुरुत्वाकर्षण बल उतना ही मजबूत होता है।

9. What is Kepler's first law of planetary motion?

केप्लर का ग्रहों की गति का पहला नियम क्या है?

Ans: Kepler's first law states that planets move in elliptical orbits with the Sun at one of the foci.

केपलर का पहला नियम बताता है कि ग्रह दीर्घवृतीय कक्षाओं में सूर्य के साथ एक केंद्र में चलते हैं।

10. What causes tides on Earth?

पृथ्वी पर ज्वार का क्या कारण है?

Ans: Tides on Earth are primarily caused by the gravitational pull of the Moon and the Sun.

पृथ्वी पर ज्वार मुख्य रूप से चंद्रमा और सूर्य के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव के कारण होते हैं।

SHORT ANSWER TYPE QUESTIONS: लघु उत्तरीय प्रश्न:

1. Write an expression for the escape velocity of a body from the surface of the earth. Also give the factors on which it depends.

पृथ्वी की सतह से किसी पिंड के पलायन वेग की अभिव्यक्ति लिखिए। उन कारकों को भी बताएं जिन पर यह निर्भर करता है।

Ans: The minimum speed with which a body must be projected in order that it will escape from the earth's gravitational field is called as escape velocity. the escape velocity can be easily formulated which is:

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Putting the value of g = GM/R^2, the value of escape velocity becomes:

$$v_e = \sqrt{2gR}$$

From these two equations, it can be said that the escape velocity depends on the planet's radius and the planet's mass only and not on the body's mass.

वह न्यूनतम गति जिसके साथ किसी पिंड को प्रक्षेपित किया जाता है ताकि वह पृथ्वी को गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र से बाहर निकल पाए, पलायन वेग कहलाता है। पलायन वेग $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, g = GM/R^2 का मान रखने पर,पलायन वेग बन जाता है $v_e = \sqrt{2gR}$ इन दो समीकरणों से, यह कहा जा सकता है कि पलायन वेग केवल ग्रह की त्रिज्या और ग्रह के द्रव्यमान पर निर्भर करता है और यह पिंड के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है।

2. Define gravitational potential? Give its S.I. unit.

गुरुत्वीय विभव को परिभाषित करें? इसकी S.I. इकाई दें।

Ans: Gravitational potential at any point in gravitational field is equal to the work done per unit mass in bringing a very light body from infinity to that point. It is denoted by V_g. Gravitational potential V_g = W / m = - GM / r. Its SI unit is J/kg and it is a scalar quantity

गुरुत्वीय क्षेत्र में किसी भी बिंदु पर गुरुत्वीय विभव अनंत से उस बिंदु तक एक बहुत ही हल्के पिण्ड को लाने में प्रति इकाई द्रव्यमान में किए गए काम के बराबर है। इसे V_g द्वारा निरूपित किया जाता है।

गुरुत्वीय विभव V_g = W / m = - GM / r , इसकी SI इकाई J/kg है और यह एक अदिश राशि है |

3. Derive an expression for acceleration due to gravity at a depth 'd' below the earth's surface.

पृथ्वी की सतह के नीचे 'd' की गहराई पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण के लिए एक अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

Ans: Let M be mass of the earth, R be the radius of the earth

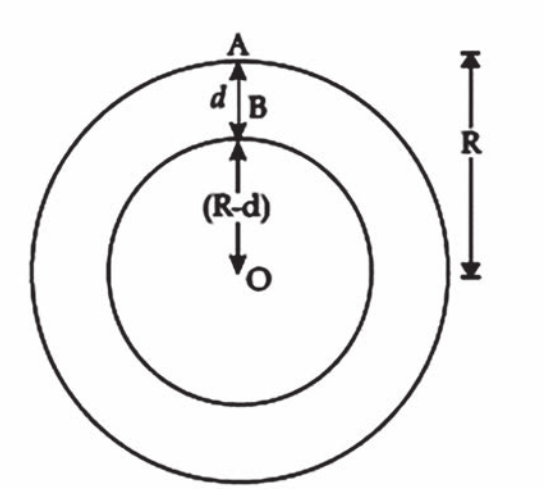
g_d be gravitational acceleration at depth 'd' from the earth surface

g be gravitational acceleration on the earth surfaces.

ρ be the density of the earth.

'B' be the point inside the earth at depth 'd' from earth surfaces.

© JCERT not to be republished



∴ OA−OB = d , ∴ OB = R−d ----(1) (since OA = R)

$g = GM/R^2$

$\therefore g = G(4/3\pi R^3)\rho/R^2$

$\therefore g = 4G\pi R\rho/3$ ----------(2)

g_d = acceleration due to gravity at depth 'd'

g_d =G×Mass of the sphere with radius OB/ OB^2

$\therefore g_d = G(4/3\pi\ OB^3)\rho\ /OB^2$

$\therefore g_d = 4G\pi\ OB\ \rho/3$ ----------(3)

Dividing eq. (3) by eq(2)

$g_d / g = OB / R = R-d / R$

$\therefore g_d = g\ (1-\ d/R)$

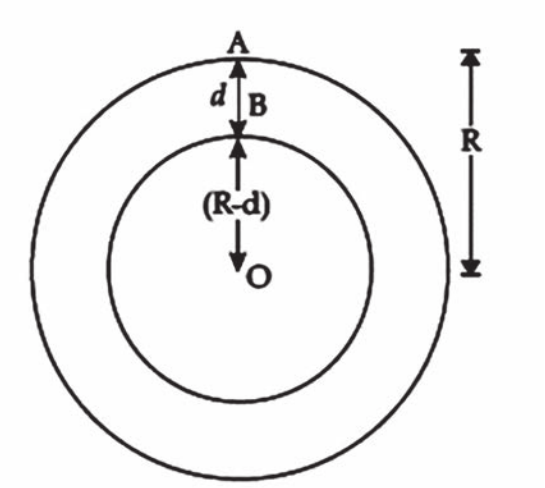
मान लीजिए कि M पृथ्वी का द्रव्यमान है, R पृथ्वी की त्रिज्या है

g_d पृथ्वी की सतह से 'd' गहराई पर गुरुत्वीय त्वरण ।

g पृथ्वी की सतहों पर गुरुत्वीय त्वरण ।

ρ पृथ्वी का घनत्व हो।

'B' पृथ्वी की सतहों से गहराई 'd' पर पृथ्वी के अंदर का बिंदु है।



∴ OA−OB = d , ∴ OB = R−d ----------(1)
(चूंकि OA = R)

$g = GM / R^2$

$\therefore g = G(4/3\pi R3)\rho/R2$

$\therefore g = 4G\pi R\rho/3$ ----------(2)

g_d = गहराई पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण 'd'

g_d =G×OB त्रिज्या वाले गोले का द्रव्यमान / OB^2

$\therefore g_d = G(4/3\pi OB^3)\rho\ /\ OB^2$

$\therefore g_d = 4G\pi\ OB\ \rho\ /\ 3$ ----------(3)

समीकरण (3) को समीकरण (2) से विभाजित करना।

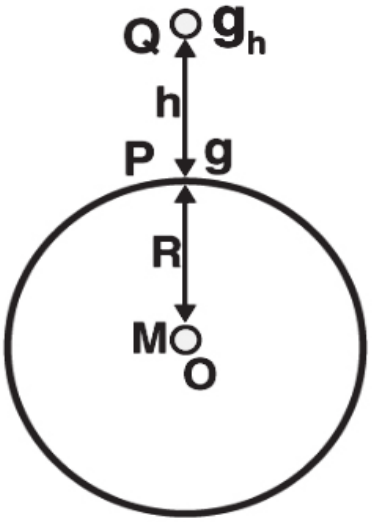
$g_d / g = OB / R = R-d / R$

$\therefore g_d = g\ (1-d / R)$

4. Derive an expression for acceleration due to gravity at a height 'h' above the earth's surface.

पृथ्वी की सतह से 'h' ऊंचाई पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण के लिए एक अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

Ans: Variation of g with height



Consider a test mass (m) at a height (h) from the surface of the earth. Now, the force acting on the test mass due to gravity is

$F = GMm/(R+h)^2$ .....(1)

Where M is the mass of the earth, and R is the radius of the earth. The acceleration due to gravity at a certain height is 'h', then

$mg_h = GMm/(R+h)^2$

$\Rightarrow g_h = GM/[R^2(1+\ h/R)^2]$ . . . . . (2)

The acceleration due to gravity on the surface of the earth is given by

$g = GM/R^2$ . . . . . (3)

On dividing equations (3) and (2), we get

© JCERT not to be republished

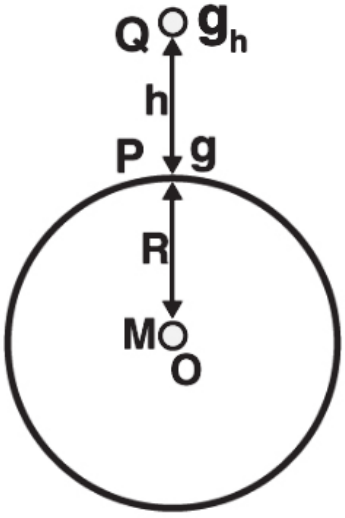
$g_h = g(1+h/R)^{-2}$. . . . . (4)

This is the acceleration due to gravity at a height above the surface of the earth. Observing the above formula, we can say that the value of g decreases with an increase in the height of an object, and the value of g becomes zero at an infinite distance from the earth.

From equation (4)

when h << R, the value of g at height 'h' is given by $g_h = g(1 - 2h/R)$

ऊंचाई के साथ g की भिन्नता



पृथ्वी की सतह से ऊंचाई (h) पर एक परीक्षण द्रव्यमान (m) पर विचार करें। अब, गुरुत्वाकर्षण के कारण परीक्षण द्रव्यमान पर कार्य करने वाला बल

$F = GMm/(R+h)^2$ .....(1)

जहां M पृथ्वी का द्रव्यमान है, और R पृथ्वी की त्रिज्या है। एक निश्चित ऊंचाई पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण 'h' है, तो

$mg_h = GMm/(R+h)^2$

$\Rightarrow g_h = GM/[R^2(1+ h/R)^2]$ . . . . . (2)

पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण

$g = GM/R^2$ . . . . . (3)

समीकरणों (3) और (2) को विभाजित करने पर, हमें प्राप्त होता है

$g_h = g(1+h/R)^{-2}$. . . . . (4)

यह पृथ्वी की सतह से ऊपर की ऊंचाई पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण है। उपरोक्त सूत्र को देखते हुए, हम कह सकते हैं कि किसी वस्तु की ऊंचाई में वृद्धि के साथ g का मान घटता है, और g का मान पृथ्वी से अनंत दूरी पर शून्य हो जाता है।

समीकरण (4) से।

जब h << R होता है, तो ऊंचाई 'h' पर g का मान $g_h = g(1 - 2h/R)$ द्वारा दिया जाता है

5. Explain Kepler's laws of planetary motion.

केप्लर के ग्रहों की गति के नियमों को स्पष्ट कीजिए।

Ans: Kepler's laws of planetary motion can be stated as follows:

Kepler's First Law - The Law of Orbits

According to Kepler's first law, "All the planets revolve around the sun in elliptical orbits having the sun at one of the foci".

Kepler's Second Law - The Law of Equal Areas

Kepler's second law states, "The radius vector drawn from the sun to the planet sweeps out equal areas in equal intervals of time".

Kepler's Third Law - The Law of Periods

According to Kepler's law of periods,"The square of the time period of revolution of a planet around the sun in an elliptical orbit is directly proportional to the cube of its semi-major axis".

$$T^2 \propto a^3$$

केप्लर के ग्रहों की गति के नियम इस प्रकार बताए जा सकते हैं:

केप्लर का पहला नियम - कक्षाओं का नियम

केप्लर के पहले नियम के अनुसार, "सभी ग्रह सूर्य के चारों ओर दीर्घवृतीय कक्षाओं में घूमते हैं, जिसमें सूर्य एक केंद्र पर होता है"।

केपलर का दूसरा नियम - समान क्षेत्रों का नियम

केप्लर का दूसरा नियम कहता है, "सूर्य से ग्रह तक खींचा गया त्रिज्या वेक्टर समय के समान अंतराल में समान क्षेत्रों को पार करता है"।

केप्लर का तीसरा नियम - आवर्तकाल का नियम

केप्लर के काल नियम के अनुसार, "एक दीर्घवृतीय कक्षा में सूर्य के चारों ओर एक ग्रह की परिक्रमा की आवर्तकाल का वर्ग सीधे उसके अर्ध-प्रमुख अक्ष के घन के समानुपाती होता है"।

$$T^2 \propto a^3$$

LONG ANSWER TYPE QUESTIONS:
दीर्घ उत्तरीय प्रश्न:

1. Define gravitational potential energy? Obtain an expression for it for a body of mass m lying at a distance r from the centre of earth.

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा को परिभाषित करें? पृथ्वी के केंद्र से r की दूरी पर स्थित द्रव्यमान m के एक पिंड के लिए गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा की अभिव्यक्ति प्राप्त करें।

© NCERT not to be republished

Ans: When a body of mass (m) is moved from infinity to a point inside the gravitational influence of a source mass (M) without accelerating it, the amount of work done in displacing it into the source field is stored in the form of potential energy. This is known as gravitational potential energy. It is represented by the symbol U_g.

Derivation of Gravitational Potential Energy Equation

Consider a source mass 'M' is placed at a point along the x-axis; initially, a test mass 'm' is at infinity. A small amount of work done in bringing it without acceleration through a very small distance (dx) is given by

dw = Fdx

Here, F is an attractive force, and the displacement is towards the negative x-axis direction, so F and dx are in the same direction. Then,

$dw = (GMm/x^2)dx$

Integrating on both sides

$$w = \int_{\infty}^{r} \frac{GMm}{x^2} dx$$
$$w = -[\frac{GMm}{x}]_{\infty}^{r}$$
$$w = -[\frac{GMm}{r} - (\frac{-GMm}{\infty})]$$
$$w = \frac{-GMm}{r}$$

Since the work done is stored as its potential energy U, the gravitational potential energy at a point which is at a distance 'r' from the source mass is given by;

$U_g = -GMm/r$

If a test mass moves from a point inside the gravitational field to the other point inside the same gravitational field of source mass, then the change in potential energy of the test mass is given by;

$$\Delta U_g = GMm \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)$$

If $r_i > r_f$ then ΔU_g is negative.

जब द्रव्यमान (m) के एक पिंड को स्रोत द्रव्यमान (M) के गुरुत्वाकर्षण प्रभाव के अंदर अनंत से एक बिंदु तक बिना गति किए ले जाया जाता है, तो इसे स्रोत क्षेत्र में विस्थापित करने में किए गए कार्य की मात्रा को स्थितिज उर्जा के रूप में संग्रहित किया जाता है । इसे गुरुत्वाकर्षण स्थितिज ऊर्जा के रूप में जाना जाता है। इसे प्रतीक U_g द्वारा दर्शाया जाता है.

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा समीकरण की व्युत्पत्ति

विचार करें कि एक स्रोत द्रव्यमान 'M' को x-अक्ष के अनुदिश एक बिंदु पर रखा गया है; प्रारंभ में, एक परीक्षण द्रव्यमान 'm' अनंत पर है। इसे बिना त्वरण के बहुत कम दूरी (dx) तक लाने में किए गए कार्य की थोड़ी मात्रा इस प्रकार दी गई है

dw = F dx

यहाँ, F एक आकर्षक बल है, और विस्थापन ऋणात्मक x-अक्ष दिशा की ओर है, इसलिए F और dx एक ही दिशा में हैं। तब,

$dw = (GMm/x^2)dx$

दोनों तरफ से समाकलन करने पर

$$w = \int_{\infty}^{r} \frac{GMm}{x^2} dx$$
$$w = -[\frac{GMm}{x}]_{\infty}^{r}$$
$$w = -[\frac{GMm}{r} - (\frac{-GMm}{\infty})]$$
$$w = \frac{-GMm}{r}$$

चूँकि किया गया कार्य इसकी स्थितिज ऊर्जा U के रूप में संग्रहीत होता है, स्रोत द्रव्यमान से 'r' दूरी पर स्थित एक बिंदु पर गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा इस प्रकार दी जाती है;

$U_g = -GMm/r$

यदि एक परीक्षण द्रव्यमान गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र के अंदर एक बिंदु से स्रोत द्रव्यमान के समान गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र के अंदर दूसरे बिंदु तक जाता है, तो परीक्षण द्रव्यमान की स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन इस प्रकार दिया जाता है;

$$\Delta Ug = GMm \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)$$

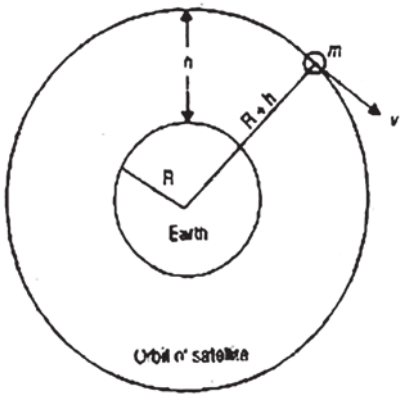
यदि $r_i > r_f$ फिर ΔU_g नकारात्मक है.

2. Derive expressions for the orbital velocity and energy of a satellite.

किसी उपग्रह के कक्षीय वेग और ऊर्जा के लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें।

Ans: **Orbital Velocity:-** Orbital velocity of a satellite is the velocity required to put the satellite into its orbit around the earth. let us consider a satellite of mass m revolving around the Earth in a circular orbit of radius r at a height h from the surface of the Earth. Suppose M and R are the mass and radius of the Earth respectively, then r = R + h.

© JCERT not to be republished



To revolve the satellite, a centripetal force of

$$\frac{mv^2_o}{r}$$

is needed which is provided by the gravitational force

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

between the satellite and the Earth.

Therefore, equating both the equations, we get

$$\frac{mv^2_o}{r} = G\frac{Mm}{r^2}$$

$$v_0^2 = \frac{GM}{r} = \frac{GM}{R+h}$$

Simplifying the above equation further, we get

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$ .....(eqn 1)

But

GM = gR^2 , where g is the acceleration due to gravity.

Therefore,

$$v_0 = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$$

Simplifying the above equation, we get

$$v_0 = R\sqrt{\frac{g}{R+h}}$$

Let g' be the acceleration due to gravity in the (at a height h from the surface)

$$g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$$ Simplifying further, we get

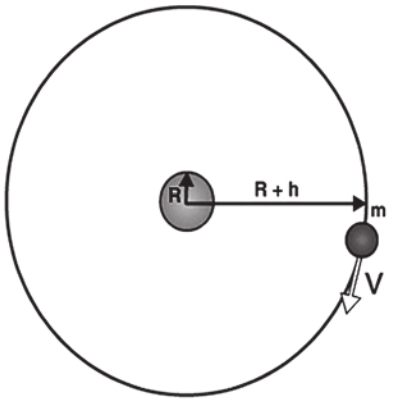
$$\frac{GM}{(R+h)} = g'(R+h) = g'r$$ .....(eqn 2)

Substituting (2) in (1), we get

$$v_0 = \sqrt{g'r} = \sqrt{g'(R+h)}$$

The Energy of A Circularly Orbiting Satellite

The motion of a satellite around the Earth is considered to be circular. Now we will derive the expression for the kinetic energy, potential energy, and the total mechanical energy of an object orbiting in a circular path around the Earth.



For a satellite orbiting the earth, the tangential velocity can be given as

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

Where M is the mass of the earth, R is the radius of the earth, h is the height from the surface of the earth where an object is kept.

So, the kinetic energy of the satellite (mass m) in a circular orbit with speed v can be written as

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GmM}{2(R+h)}$$

As per our assumption, the gravitational potential energy at infinity is considered to be zero, so, the potential energy at distance (R +h) from the center of the earth can be written as

$$PE = -\frac{GmM}{(R+h)}$$

The kinetic energy here is positive whereas the potential energy is negative. However, in magnitude, the kinetic energy is half the potential energy, so the total energy E is

$$E = KE + PE = \frac{GmM}{2(R+h)} - \frac{GmM}{(R+h)} = -\frac{GmM}{2(R+h)}$$

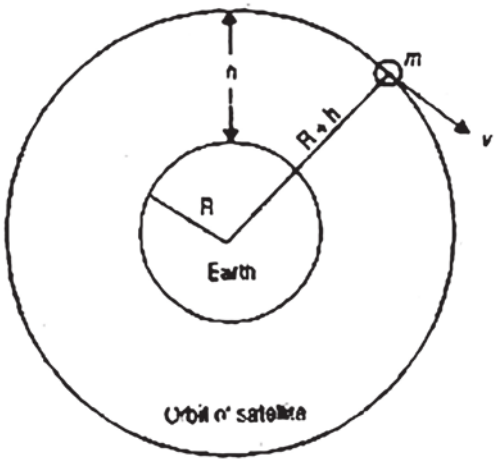
The total energy of a circularly orbiting satellite is thus negative. The potential energy being negative but twice is the magnitude of the positive kinetic energy.

$$|E| = |KE| = \frac{1}{2}|PE|$$

कक्षीय वेग:- किसी उपग्रह का कक्षीय वेग उपग्रह को पृथ्वी के चारों ओर उसकी कक्षा में स्थापित करने के लिए आवश्यक वेग है। m द्रव्यमान के एक उपग्रह पर विचार करें जो r त्रिज्या की वृत्ताकार कक्षा में पृथ्वी के चारों ओर घूम रहा है तथा पृथ्वी की सतह से h ऊंचाई

© JCERT not to be republished

पर है | माना M और R क्रमशः पृथ्वी का द्रव्यमान और त्रिज्या हैं r = R + h .



उपग्रह की परिक्रमा करने के लिए एक अभिकेन्द्रीय बल

$$\frac{mv^2_o}{r}$$

की आवश्यकता होती है जो गुरुत्वाकर्षण बल

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

द्वारा प्रदान की जाती है|

इसलिए, दोनों समीकरणों को बराबर करने पर, हम पाते हैं

$$\frac{mv^2_o}{r} = G\frac{Mm}{r^2}$$

$$v_0^2 = \frac{GM}{r} = \frac{GM}{R+h}$$

उपरोक्त समीकरण को और सरल करने पर, हम पाते हैं

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$ .....(समीकरण 1)

लेकिन

GM = gR^2 , जहां g गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण है।

इसलिए,

$$v_0 = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$$

उपरोक्त समीकरण को सरल करने पर, हम पाते हैं

$$v_0 = R\sqrt{\frac{g}{R+h}}$$

माना कि (सतह से h ऊंचाई पर) गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण g' है

$$g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$$ आगे सरल करने पर, हम पाते हैं

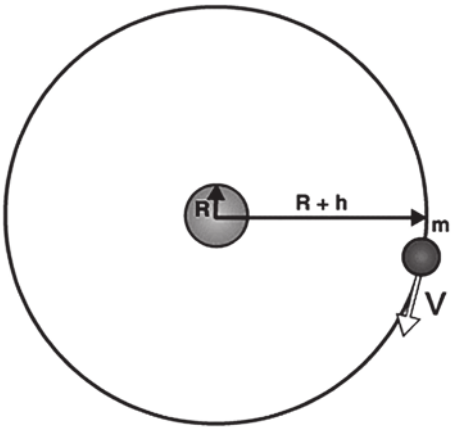
$$\frac{GM}{(R+h)} = g'(R+h) = g'r$$ .....(समीकरण 2)

(2) को (1) में प्रतिस्थापित करने पर, हमें प्राप्त होता है

$$v_0 = \sqrt{g'r} = \sqrt{g'(R+h)}$$

गोलाकार परिक्रमा करने वाले उपग्रह की ऊर्जा

पृथ्वी के चारों ओर उपग्रह की गति गोलाकार मानी जाती है। अब हम पृथ्वी के चारों ओर वृत्ताकार पथ में परिक्रमा कर रही किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा और कुल यांत्रिक ऊर्जा के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त करेंगे।



पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले उपग्रह के लिए, स्पर्शरेखीय वेग इस प्रकार दिया जा सकता है

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

जहाँ M पृथ्वी का द्रव्यमान है, R पृथ्वी की त्रिज्या है, h पृथ्वी की सतह से ऊँचाई है जहाँ कोई वस्तु रखी गई है।

तो, उपग्रह की गतिज ऊर्जा (द्रव्यमान m) गति v के साथ एक गोलाकार कक्षा में इसे इस प्रकार लिखा जा सकता है

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GmM}{2(R+h)}$$

हमारी धारणा के अनुसार, अनंत पर गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा शून्य मानी जाती है, इसलिए, पृथ्वी के केंद्र से दूरी (R +h) पर स्थितिज ऊर्जा को इस प्रकार लिखा जा सकता है

$$PE = -\frac{GmM}{(R+h)}$$

यहाँ गतिज ऊर्जा धनात्मक है जबकि स्थितिज ऊर्जा नकारात्मक है. हालाँकि, परिमाण में, गतिज ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा की आधी है, इसलिए कुल ऊर्जा E है

$$E = KE + PE = \frac{GmM}{2(R+h)} - \frac{GmM}{(R+h)} = -\frac{GmM}{2(R+h)}$$

एक वृत्ताकार परिक्रमा उपग्रह की कुल ऊर्जा इस प्रकार नकारात्मक है| स्थितिज ऊर्जा नकारात्मक है लेकिन धनात्मक गतिज ऊर्जा का परिमाण का दोगुना है।

$$|E| = |KE| = \frac{1}{2}|PE|$$

3. i) Show that Kepler's Second law is the law of conservation of angular momentum.

ii) How do Kepler's laws lead to Newton's universal law of gravitation?

© JCERT not to be republished

i) दिखाएँ कि केप्लर का दूसरा नियम कोणीय गति के संरक्षण का नियम है।

ii) केप्लर के नियम न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के सार्वभौमिक नियम की ओर कैसे ले जाते हैं?

Ans: **i) Kepler's Second law:** The second law states that the areal velocity is constant i.e. the area covered by the radius vector is the same in equal intervals of time. If the velocity and radius at the time t is v_1 and r_1 while at another place these are v_2 and r_2 in the same time, then the area covered by the planet in these intervals are

$\frac{1}{2}v_1r_1$ and $\frac{1}{2}v_2r_2$.

$\therefore \quad \frac{1}{2}mv_1r_1 = \frac{1}{2}mv_2r_2$

(Area of triangle = $\frac{1}{2}$ base × height)

So that, $\frac{1}{2}v_1r_1 = \frac{1}{2}v_2r_2$

or $mv_1r_1 = mv_2r_2$

or $L_1 = L_2$

This shows that the law leads to the conservation of angular momentum law.

ii) Kepler's laws are applicable to the motion of planets around the Sun. Almost all planets revolve around the Sun in nearly circular orbits.

Let m = mass of a planet.

M = mass of Sun.

r = radius of the circular orbit of the planet, around the Sun.

v = linear velocity of the planet in its orbit.

T = Time period of the planet. The centripetal force required by the planet is

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

But v = circumference of the orbit / period of revolution

$$= \frac{2\pi r}{T}$$

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

According to Kepler's 3rd law.

$T^2 \propto r^3$ or $T^2 = kr^3$

$$\therefore F = \frac{4\pi^2 mr}{kr^3} = \frac{4\pi^2 m}{kr^2} \text{.....(1)}$$

This centripetal force is provided by the force of attraction between the Sun and the planet. According to Newton, the force of attraction between the planet and the Sun is mutual.

$\therefore \quad \frac{4\pi^2}{k} \propto$ mass of Sun

or $\frac{4\pi^2}{k} \propto M$

or $\frac{4\pi^2}{k} = GM$ .... (*ii*)

$\therefore$ From (*i*) and (*ii*), we get

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

which is Newton's law of gravitation.

i) केप्लर का दूसरा नियम:केप्लर के दूसरे नियम में कहा गया है कि ग्रह का क्षेत्रीय वेग स्थिर है अर्थात त्रिज्या वेक्टर द्वारा कवर किया गया क्षेत्र समय के समान अंतराल में समान है। यदि समय t मे वेग और त्रिज्या v_1 और r_1 है जबकि किसी अन्य स्थान पर ये उसी समय में v_2 और r_2 हैं, तो इन अंतरालों में ग्रह द्वारा कवर किया गया क्षेत्र है

$\frac{1}{2}v_1r_1$ and $\frac{1}{2}v_2r_2$.

$\therefore \quad \frac{1}{2}mv_1r_1 = \frac{1}{2}mv_2r_2$

(Area of triangle = $\frac{1}{2}$ base × height)

So that, $\frac{1}{2}v_1r_1 = \frac{1}{2}v_2r_2$

or $mv_1r_1 = mv_2r_2$

or $L_1 = L_2$

इससे पता चलता है कि यह कानून कोणीय गति कानून के संरक्षण की ओर ले जाता है।

ii) केप्लर के नियम सूर्य के चारों ओर ग्रहों की गति पर लागू होते हैं। लगभग सभी ग्रह सूर्य के चारों ओर लगभग गोलाकार कक्षाओं में घूमते हैं।

माना m = किसी ग्रह का द्रव्यमान।

M = सूर्य का द्रव्यमान.

r = सूर्य के चारों ओर ग्रह की गोलाकार कक्षा की त्रिज्या।

v = अपनी कक्षा में ग्रह का रैखिक वेग।

T = ग्रह की परिक्रमण अवधि .

ग्रह के लिए आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल है

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

लेकिन v = कक्षा की परिधि/परिक्रमण की अवधि

$$= \frac{2\pi r}{T}$$

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

According to Kepler's 3rd law.

$T^2 \propto r^3$ or $T^2 = kr^3$

$$\therefore F = \frac{4\pi^2 mr}{kr^3} = \frac{4\pi^2 m}{kr^2} \text{.....(1)}$$

यह अभिकेन्द्रीय बल सूर्य और ग्रह के बीच आकर्षण

© JCERT not to be republished

बल द्वारा प्रदान किया जाता है। न्यूटन के अनुसार, ग्रह और सूर्य के बीच आकर्षण बल परस्पर है।

$$\therefore \quad \frac{4\pi^2}{k} \propto \text{mass of Sun}$$

$$\text{or} \quad \frac{4\pi^2}{k} \propto M$$

$$\text{or} \quad \frac{4\pi^2}{k} = GM \qquad \ldots\ldots (ii)$$

$\therefore$ From (i) and (ii), we get

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

जो कि न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का नियम है।

© JCERT not to be republished