CBSE Class 11th Physics Important Questions Chapter 7 गुरुत्वाकर्षण

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
गुरुत्वाकर्षण और गुरुत्व से क्या समझते हो?
उत्तर-
गुरुत्वाकर्षण-ब्रह्माण्ड में स्थित किन्हीं भी दो पिण्डों के बीच लगने वाले आकर्षण बल को गुरुत्वाकर्षण कहते हैं।
गुरुत्व-कोई ग्रह (जैसे-पृथ्वी) किसी पिण्ड पर जो बल लगाता है उसे गुरुत्व कहते हैं। गुरुत्व की दिशा सदैव पृथ्वी के केन्द्र की ओर होती है।

प्रश्न 2.
न्यूटन का सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियम लिखिये।
उत्तर-
इस नियमानुसार, "ब्रह्माण्ड का प्रत्येक कण दूसरे कण को आकर्षित करता है तथा यह आकर्षण बल उनके द्रव्यमानों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

प्रश्न 3.
सार्वत्रिक गुरुत्वीय नियतांक G की परिभाषा, मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखिए।
उत्तर-
एकांक दूरी पर स्थित दो एकांक द्रव्यमानों के मध्य लगने वाला आकर्षण बल, गुरुत्वीय नियतांक (G) कहलाता है।
सूत्र- $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ से, $G = \frac{Fr^2}{m_1m_2}$

∴ G का मात्रक = $\frac{\text{न्यूटन} \times \text{मीटर}^2}{\text{किग्रा}^2}$
विमीय सूत्र- $[M^{-1}L^3T^{-2}]$

evidyarthi
https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 4.
सार्वत्रिक गुरुत्वीय नियतांक का मान 6.67×10^{-11} न्यूटन मीटर/किग्रा है। इस कथन का क्या अर्थ है ? ..
उत्तर-
इस कथन का अर्थ है कि 1 किग्रा के दो पिण्ड 1 मीटर की दूरी पर स्थित होने पर एक-दूसरे पर 6.67×10^{-11} न्यूटन का आकर्षण बल आरोपित करेंगे।

प्रश्न 5.
G को सार्वत्रिक नियतांक क्यों कहते हैं ? .
उत्तर-
चूँकि G का मान पिण्डों की प्रवृत्ति, माध्यम, स्थान, समय, ताप इत्यादि किसी भी भौतिक राशि पर निर्भर नहीं करता, अतः इसे सार्वत्रिक नियतांक कहते हैं।

प्रश्न 6.
गुरुत्वीय त्वरण किसे कहते हैं ? इसका प्रामाणिक मान कितना होता है ?
उत्तर-
गुरुत्व के कारण किसी वस्तु में उत्पन्न त्वरण को गुरुत्वीय त्वरण कहते हैं। इसका प्रामाणिक मान 9.8 मीटर/सेकण्ड^2 होता है।

प्रश्न 7.
g तथा G में संबंध लिखिए।
उत्तर-
$g = \frac{GM}{R^2}$.

प्रश्न 8.
पृथ्वी के केन्द्र पर गुरुत्वीय त्वरण का मान कितना होता है ?
उत्तर-
पृथ्वी के केन्द्र पर गुरुत्वीय त्वरण का मान शून्य होता है।

प्रश्न 9.
किसी ग्रह पर किसी पिण्ड का भार किन-किन बातों पर निर्भर करता है?
उत्तर-
किसी ग्रह पर किसी पिण्ड का भार निम्न बातों पर निर्भर करता है

- ग्रह के आकार पर,
- ग्रह की दैनिक गति पर,
- ग्रह पर पिण्ड की स्थिति पर।

प्रश्न 10.
पृथ्वी की सतह पर g के मान में परिवर्तन किस प्रकार होता है ?
उत्तर-
विषुवत् रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर g का मान बढ़ने लगता है। विषुवत् रेखा पर न्यूनतम तथा ध्रुवों पर अधिकतम् होता है।

प्रश्न 11.
g का मान कहाँ अधिकतम तथा कहाँ न्यूनतम होता है ?
उत्तर-
ध्रुवों पर g का मान अधिकतम तथा पृथ्वी के केन्द्र पर न्यूनतम (0) होता है।

प्रश्न 12.
एक पिण्ड को पृथ्वी के केन्द्र से चन्द्रमा तक ले जाते हैं। उसके भार तथा द्रव्यमान में क्या परिवर्तन होगा?
उत्तर-
पृथ्वी के केन्द्र पर भार शून्य होगा। इसके बाद भार बढ़ता जायेगा। पृथ्वी की सतह पर अधिकतम होगा। पुनः पृथ्वी सतह से ऊपर जाने पर भार कम होने लगेगा। चन्द्रमा पर वस्तु का भार पृथ्वी की सतह पर भार की तुलना में $\frac{1}{6}$ गुना रह जायेगा। द्रव्यमान पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

प्रश्न 13.
यदि पृथ्वी घूर्णन करना बन्द कर दे तो गुरुत्वीय त्वरण के मान पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
उत्तर-
यदि पृथ्वी घूर्णन गति करना बन्द कर दे तो ध्रुवों पर गुरुत्वीय त्वरण का मान वही रहेगा, किन्तु अन्य स्थानों पर बढ़ जायेगा।

प्रश्न 14.
किसी पिण्ड के जड़त्वीय तथा गुरुत्वीय द्रव्यमान को परिभाषित कीजिए।
उत्तर-
जड़त्वीय द्रव्यमान-जड़त्व के आधार पर परिभाषित द्रव्यमान को जड़त्वीय द्रव्यमान कहते हैं। गुरुत्वीय द्रव्यमान-गुरुत्व के आधार पर परिभाषित द्रव्यमान को गुरुत्वीय द्रव्यमान कहते हैं।

प्रश्न 15.
जड़त्वीय तथा गुरुत्वीय द्रव्यमान में क्या संबंध होता है ?
उत्तर-
जड़त्वीय द्रव्यमान, गुरुत्वीय द्रव्यमान के तुल्य होता है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 16.
अनंत पर गुरुत्वीय विभव का मान कितना होता है ?
उत्तर-
अनंत पर गुरुत्वीय विभव का मान शून्य होता है।

प्रश्न 17.
गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता किसे कहते हैं ? इसका मात्रक लिखिए।
उत्तर-
गुरुत्वीय क्षेत्र के किसी बिन्दु पर रखा एकांक द्रव्यमान का पिण्ड जितने बल का अनुभव करता है उसे उस बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं। इसका SI मात्रक न्यूटन /मीटर है।

प्रश्न 18.
गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा को परिभाषित कीजिए।
उत्तर-
किसी पिण्ड को अनन्त से किसी अन्य पिण्ड के गुरुत्वीय क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाने में जितना कार्य करना पड़ता है, उसे उस बिन्दु पर गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। चूँकि यह किसी पिण्ड पर पृथ्वी द्वारा आरोपित आकर्षण बल के कारण होती है अतः इसका मान ऋणात्मक होता है।

प्रश्न 19.
किसी वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा -6.4×10^6 जूल है। इस कथन का क्या तात्पर्य है?
उत्तर-
इसका अर्थ है कि वस्तु को गुरुत्वीय क्षेत्र से बाहर फेंकने के लिए 6.4×10^6 जूल ऊर्जा की आवश्यकता होगी।

प्रश्न 20.
भूमध्य रेखा पर किसी वस्तु का भार, ध्रुवों पर उसी वस्तु के भार की अपेक्षा कम क्यों होता है ?
उत्तर-
भूमध्य रेखा पर किसी वस्तु का भार, ध्रुवों पर उसी वस्तु के भार की अपेक्षा कम होता है क्योंकि भूमध्य रेखा पर गुरुत्वीय त्वरण g का मान ध्रुवों की अपेक्षा कम होता है तथा भार = द्रव्यमान × गुरुत्वीय त्वरण।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 21.
पलायन वेग को परिभाषित कीजिए।
उत्तर-
पलायन वेग वह न्यूनतम वेग है, जिससे किसी पिण्ड को पृथ्वी की सतह से ऊपर की ओर फेंके जाने पर वह गुरुत्वीय क्षेत्र को पार कर जाता है, पृथ्वी पर वापस नहीं आता।

प्रश्न 22.
पृथ्वी तल पर पलायन वेग का मान कितना होता है ?
उत्तर-
पृथ्वी तल पर पलायन वेग का मान 11.2 किमी प्रति सेकण्ड होता है।

प्रश्न 23.
चन्द्रमा के तल पर पलायन वेग का मान कितना होता है ?
उत्तर-
चन्द्रमा के तल पर पलायन वेग का मान 2.4 किमी / सेकण्ड होता है।

प्रश्न 24.
कक्षीय चाल और पलायन वेग में क्या संबंध होता है ?
उत्तर-
पलायन वेग = $\sqrt{2}$ × कक्षीय चाल।

प्रश्न 25.
किसी ग्रह पर किसी गैस का रुकना किस बात पर निर्भर करता है ?
उत्तर-
यदि ग्रह का पलायन वेग किसी गैस के माध्य तापीय वेग से कम है तो उस ग्रह में वह गैस नहीं ठहर सकती, पलायन कर जाती है।

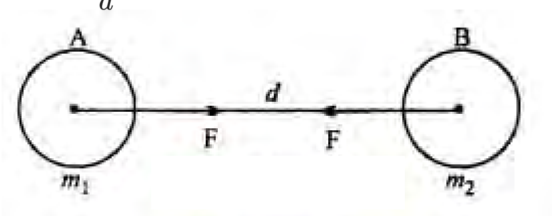
प्रश्न 26.
भू-स्थायी या तुल्यकाली उपग्रह को परिभाषित कीजिये।
उत्तर-
ऐसा उपग्रह जो पृथ्वी के अक्ष के लंबवत् तल में पश्चिम से पूरब की ओर पृथ्वी की परिक्रमा करता है तथा जिसका परिक्रमण काल पृथ्वी के परिक्रमण काल (24 घंटे) के बराबर होता है, तुल्यकाली उपग्रह कहलाता है।

https://www.evidyarthi.in/

लघु उत्तरीय प्रश्न

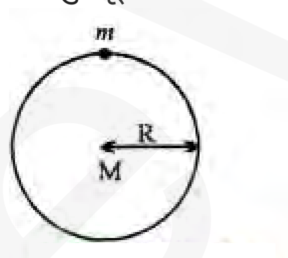
प्रश्न 1.
न्यूटन का सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियम समझाइये।
उत्तर-
सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियम-अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्रमांक 2 देखिये।
इस नियमानुसार यदि m तथा ma द्रव्यमान के दो पिण्ड एक-दूसरे से d दूरी पर स्थित हैं तथा उनके बीच लगने वाला बल F हो तो

(i) $F \propto m_1 m_2$
(ii) $F \propto \frac{1}{d^2}$ दोनों को मिलाकर लिखने पर,



$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$
या $F = \frac{G \cdot m_1 m_2}{d^2}$
जहाँ G = नियतांक है, जिसे सार्वत्रिक गुरुत्वीय नियतांक कहते हैं।

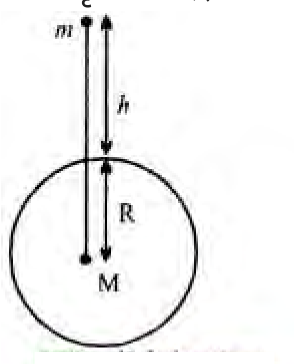
प्रश्न 2.
g तथा G में संबंध समझाइये तथा सिद्ध कीजिये कि गुरुत्वीय त्वरण का मान वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता? .
उत्तर–माना पृथ्वी गोल है जिसका द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है। इसकी सतह पर m द्रव्यमान की कोई वस्तु रखी है। माना पृथ्वी का संपूर्ण द्रव्यमान उसके केन्द्र पर केन्द्रित है अतः न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियम से पृथ्वी द्वारा वस्तु पर लगाया गया बल
$F = \frac{GM \cdot m}{R^2}$ .... (1)
परन्तु न्यूटन के द्वितीय नियमानुसार,



https://www.evidyarthi.in/

बल = द्रव्यमान × त्वरण से,
पृथ्वी द्वारा m द्रव्यमान की वस्तु पर लगाया गया बल
F = mg .... (2)
अब समी. (1) तथा (2) से,
mg = $\frac{GMm}{R^2}$
अतः g = $\frac{GM}{R^2}$ .... (3)
यही G तथा g में अभीष्ट संबंध है। इससे स्पष्ट है कि गुरुत्वीय त्वरण का मान वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता।

प्रश्न 3.
पृथ्वी की सतह से ऊँचाई पर जाने पर गुरुत्वीय त्वरण के मान में परिवर्तन की गणना कीजिए।
अथवा
g का मान पृथ्वी तल से ऊपर जाने पर किस प्रकार बदलता है ? आवश्यक सूत्र स्थापित कीजिए।
उत्तर-
माना पृथ्वी का द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है तथा इसकी सतह पर गुरुत्वीय त्वरण का मान g है।



तब g = $\frac{GM}{R^2}$ .... (1)
यदि पृथ्वी सतह से : ऊँचाई पर m द्रव्यमान की वस्तु स्थित है जिसकी पृथ्वी के केन्द्र से दूरी (R + h) है। यदि इस ऊँचाई पर गुरुत्वीय त्वरण g′ हो तो
g′ = $\frac{GM}{(R+h)^2}$ .... (2)

समी. (2) में समी. (1) का भाग देने पर,

$\frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{R^2}{R^2\left(1+\frac{h}{R}\right)^2}$ .... (3)

$\therefore \frac{g'}{g} = \left(1+\frac{h}{R}\right)^{-2} = \left(1-\frac{2h}{R}\right)$, (द्विपद प्रमेय से प्रसार करने पर)

या $\frac{g'}{g} = \left(1-\frac{2h}{R}\right)$ .... (4)

समी. (3) तथा (4) से स्पष्ट है कि $g' < g$ अतः h का मान बढ़ने पर अर्थात् पृथ्वी सतह से ऊपर जाने पर g का मान कम होने लगता है।

प्रश्न 4.

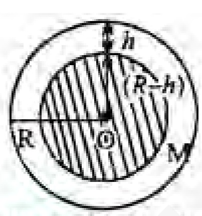
पृथ्वी सतह से गहराई में जाने पर गुरुत्वीय त्वरण के मान में परिवर्तन की गणना कीजिए।

उत्तर-

माना पृथ्वी का द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है। यदि पृथ्वी सतह पर गुरुत्वीय त्वरण का मान g हो, तो

$g = \frac{GM}{R^2}$ .... (1)

परन्तु आयतन = $\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{घनत्व}}$



(जहाँ D = पृथ्वी का औसत घनत्व है)

अतः . द्रव्यमान = आयतन × घनत्व

$\therefore M = \frac{4}{3}\pi R^3 D$,

समी. (1) में M का मान रखने पर,

$g = \frac{G \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 D}{R^2}$

जहाँ D = पृथ्वी का औसत घनत्व है)

अतः $g = \frac{4}{3}\pi GRD$ .... (2)

माना पृथ्वी सतह से १ गहराई पर m द्रव्यमान की वस्तु रखी है। अतः पृथ्वी के केन्द्र से वस्तु की दूरी (R -h) होगी। अतः इस गहराई पर गुरुत्वीय त्वरण यदि g′ हो तो

g′= $\frac{4}{3}$πG(R-h)D .... (3)

समी. (3) में समी. (2) का भाग देने पर,

$\frac{g'}{g}$ = $\frac{R-h}{R}$ = $\left(1-\frac{h}{R}\right)$

या g′ = g$\left(1-\frac{h}{R}\right)$

समी. (4) से स्पष्ट है कि g′ <g

अत: h का मान बढ़ने अर्थात् पृथ्वी सतह से नीचे जाने पर g का मान कम होने लगता है।

पृथ्वी के केन्द्र 0 पर h = R

अतः समी. (4) में मान रखने पर,

g′ = g(1-1) = 0

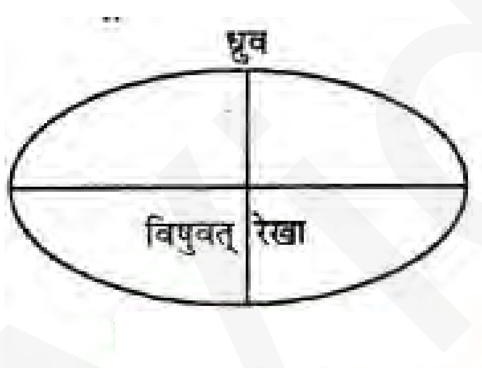
अतः पृथ्वी के केन्द्र पर गुरुत्वीय त्वरण का मान शून्य होता है।

प्रश्न 5.

ध्रुवों परg का मान अधिकतम तथा विषुवत रेखा परg का मान न्यूनतम होता है, समझाइये कैसे?

उत्तर-

माना पृथ्वी का द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है।



अत: पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण g = $\frac{GM}{R^2}$

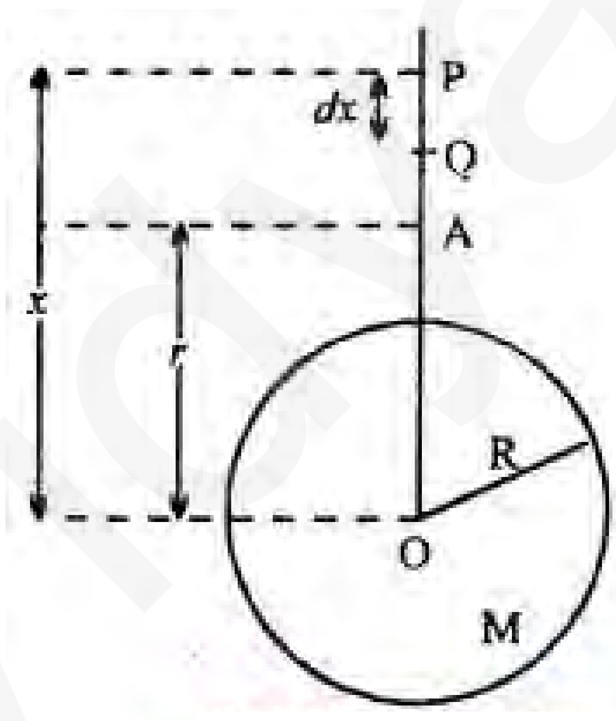
चूँकि G तथा M नियत हैं।

अतः g ∝$\frac{1}{R^2}$

चूँकि पृथ्वी पूर्णत: गोलाकार न होकर ध्रुवों पर कुछ चपटी है। पृथ्वी की ध्रुवीय त्रिज्या विषुवत् रेखीय त्रिज्या से कम है। अतः ध्रुवों पर g का मान अधिकतम तथा विषुवत् रेखा पर न्यूनतम होता है।

प्रश्न 6.
गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा को परिभाषित कर पृथ्वी तल पर रखे ॥ द्रव्यमान की वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक स्थापित कीजिए।
उत्तर-
गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा-अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्रमांक 18 देखें।
व्यंजक-माना पृथ्वी का द्रव्यमान M है। पृथ्वी के कारण x दूरी पर m द्रव्यमान पर लगने वाला बल
F = $\frac{GMm}{x^2}$ (पृथ्वी के केन्द्र की ओर)

अतः m द्रव्यमान को x से (x-dx) तक विस्थापित करने में (बल की दिशा में) किया गया कार्य
dW = F.dx = $\frac{GMm}{x^2}$dx
चूँकि m द्रव्यमान को अनन्त से दूरी तक लाने में किया गया कार्य w = वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा U
अतः U =w = $\int_{\infty}^{r} \frac{GMm}{x^2}$ dx
$\therefore$ U = $-\frac{GMm}{r}$



https://www.evidyarthi.in/

यह पृथ्वी के केन्द्र से r दूरी पर स्थित m द्रव्यमान की वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा है। ___ यदि I = R (पृथ्वी की त्रिज्या) हो तो पृथ्वी की सतह पर स्थित m द्रव्यमान की वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा

U = $-\frac{GMm}{R}$

परन्त GM = gR^2

अतः U = $-\frac{gR^2m}{R}$ = – mgR.

प्रश्न 7.

सिद्ध कीजिए कि पृथ्वी तल के समीप किसी पिण्ड की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा mgh होती है।

उत्तर-

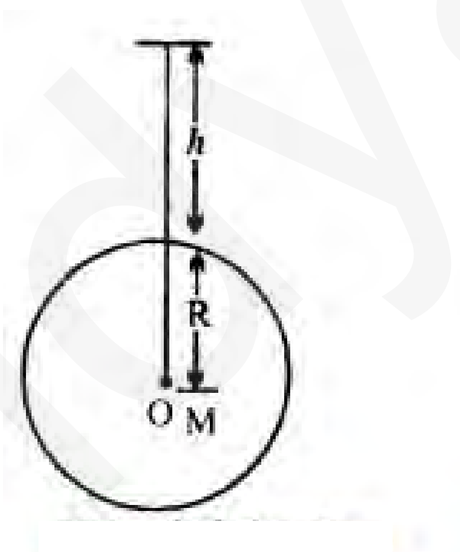
यदि m द्रव्यमान के पिण्ड को r_1 से r_2, दूरी तक विस्थापित किया जाये तो उसकी गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि

ΔU = $-\frac{GMm}{r_2} - \left(-\frac{GMm}{r_1}\right)$

या ΔU = GMm$\left(\frac{1}{r_1}, \frac{1}{r_2}\right)$ .... (1)

माना पृथ्वी का द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है। यदि m द्रव्यमान के पिण्ड को पृथ्वी सतह से 1 ऊँचाई तक ऊपर ले जायें तो

r_1 = R, r_2= (R + h)



अतः समी. (1) में मान रखने पर,

ΔU = GMm$\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right)$ = $\frac{GMm}{R}\left(1 - \frac{R}{R+h}\right)$

⇒ ΔU = $\frac{GMm}{R}\left(1 - \frac{1}{1+\frac{h}{R}}\right)$

$$= \frac{GMm}{R}\left[1-\left(1+\frac{h}{R}\right)^{-1}\right]$$

$$\Delta U = \frac{GMm}{R}\left[1-\left(1-\frac{h}{R}\right)\right], \quad \text{(द्विपद प्रमेय से प्रसार करने पर)}$$

$$= \frac{GMm}{R}\left[1-1+\frac{h}{R}\right] = \frac{GMmh}{R^2}$$

चूँकि $\frac{GM}{R^2}$ =g
∴ ΔU = mgh.
यही सिद्ध करना था।

प्रश्न 8.
गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता से आप क्या समझते हैं ? गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता और गुरुत्वीय त्वरण में संबंध स्थापित कीजिए।
उत्तर-
गुरुत्वीय क्षेत्र-किसी पिण्ड के चारों ओर का वह क्षेत्र जहाँ तक दूसरा पिण्ड गुरुत्वाकर्षण बल का अनुभव करता है, गुरुत्वीय क्षेत्र कहलाता है।
– गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता-गुरुत्वीय क्षेत्र के किसी बिन्दु पर रखा एकांक द्रव्यमान का पिण्ड जितने बल का अनुभव करता है उसे उस बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं। – यदि किसी बिन्दु पर n द्रव्यमान का पिण्ड रखने पर उस पर F बल कार्य करे तो उस बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता
E = $\frac{F}{m}$ .... (1)

माना बिन्दु O पर M द्रव्यमान का एक पिण्ड स्थित है, जिससे I दूरी पर स्थित बिन्दु P पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है। कल्पना कीजिए कि बिन्दु P पर एकांक द्रव्यमान (m = 1) का एक पिण्ड रखा गया है। अत: M द्रव्यमान के पिण्ड द्वारा बिन्दु P पर रखे एकांक द्रव्यमान के पिण्ड पर आरोपित आकर्षण बल

F = $\frac{GM\cdot1}{r^2}$ = $\frac{GM}{r^2}$ .... (2)
∴ बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता
E = $\frac{F}{m}$ = $\frac{GM/r^2}{I}$ = $\frac{GM}{r^2}$ .... (3)

यदि पृथ्वी के केन्द्र से दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर गुरुत्वीय त्वरण g हो तो
g = $\frac{GM}{r^2}$ .... (4)

अतः समी. (3) तथा (4) से,

g= E .... (5)

अर्थात् किसी बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता उस बिन्दु पर गुरुत्वीय त्वरण के बराबर होती है।

प्रश्न 9.

पृथ्वी के समीप परिक्रमण करने वाले उपग्रह का कक्षीय वेग ज्ञात कीजिए।

उत्तर-

कक्षीय वेग v = $R\sqrt{\frac{g}{R+h}}$

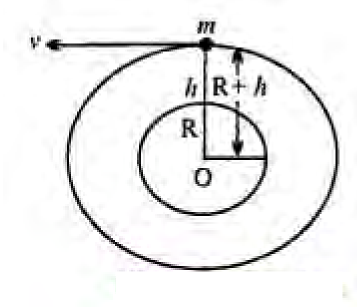
जहाँ R पृथ्वी की त्रिज्या, h पृथ्वी तल से उपग्रह की ऊँचाई तथा g गुरुत्वीय त्वरण है।

यदि उपग्रह पृथ्वी की सतह के निकट हो अर्थात्

h< अतः उपर्युक्त समीकरण से,

v = $R\sqrt{\frac{g}{R}}$

या v= $\sqrt{g\mathrm{R}}$



इस समीकरण में यदि g = 9. 8 मीटर/सेकण्ड तथा R = 6.38 x 10^6 मीटर रखें तो .

v=$\sqrt{9 \cdot 8 \times 6 \cdot 38 \times 10^6}$

= 8 किमी/सेकण्ड।

नोट : पृथ्वी तल के समीप परिक्रमा कर रहे उपग्रह के लिए h << R अतः समीकरण

$v = \sqrt{\frac{\mathrm{GM}}{\mathrm{R}+h}}$ से,

$v = \sqrt{\frac{\mathrm{GM}}{\mathrm{R}}}$.

प्रश्न 10.

कृत्रिम उपग्रह के परिक्रमण काल से आप क्या समझते हैं ? इसके लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर-

परिक्रमण काल-कृत्रिम उपग्रह को पृथ्वी की एक परिक्रमा पूरी करने में जितना समय लगता है, उसे उसका परिक्रमण काल कहते हैं।

व्यंजक-यदि उपग्रह का परिक्रमण काल T तथा वृत्तीय कक्षा की त्रिज्या r हो, तो

https://www.evidyarthi.in/

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

परन्तु
$r = R+h$ तथा $v = R\sqrt{\frac{g}{R+h}}$
$\therefore T = \frac{2\pi(R+h)}{R\sqrt{g/(R+h)}}$
या $T = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$
यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 11.
पृथ्वी के समीप परिक्रमण करने वाले उपग्रह का परिक्रमण काल ज्ञात कीजिए।
उत्तर-
यदि पृथ्वी की त्रिज्या R तथा गुरुत्वीय त्वरण g हो, तो पृथ्वी तल के समीप परिक्रमा करने वाले उपग्रह का परिक्रमण काल $T = \frac{2\pi}{R}\cdot\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$ .... (1)
यदि उपग्रह पृथ्वी की सतह के निकट हो अर्थात् $h << R$ तो समी. (1) से,
$T = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{R}{g}}$ .... (2)

समी. (2) में $R = 6.38 \times 10^6$ मीटर तथा $g = 9.8$ मीटर/सेकण्ड^2 रखने पर,
$T = 2 \times 3.14\sqrt{\frac{6.38\times10^6}{9.8}}$
9.8 = 84.4 मिनट (लगभग)। ...

प्रश्न 12.
ग्रह A, ग्रह B से भारी है, किस पर पलायन वेग अधिक होगा ? मानलो दोनों की त्रिज्याएँ समान हैं।
उत्तर-
सूत्र $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ से,
G नियतांक है तथा R समान है।
$\therefore v \propto \sqrt{M}$
$\therefore \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_A}{M_B}}$

जहाँ M_A और M_B क्रमशः A और B के द्रव्यमान हैं।
$\therefore M_A > M_B$.

https://www.evidyarthi.in/

$\therefore v_A > v_B$
अतः ग्रह A पर पलायन चेग अधिक होगा।

प्रश्न 13.
पृथ्वी तल के समीप परिक्रमा करने वाले कृत्रिम उपग्रह के कक्षीय चाल और पलायन वेग के लिए व्यंजक लिखिए एवं उनमें सम्बन्ध स्थापित कीजिए।
अथवा
पृथ्वी तल के समीप परिक्रमा करने वाले कृत्रिम उपग्रह की कक्षीय चाल और पलायन वेग में क्या सम्बन्ध होता है ?
उत्तर-
कक्षीय वेग $v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ .... (1)
पलायन वेग $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ .... (2)

समी. (2) में समी. (1) का भाग देने पर,
$\frac{v_e}{v_o} = \frac{\sqrt{\frac{2GM}{R}}R}{\sqrt{\frac{GM}{R}}}$
या $\frac{V_e}{v_o} = \sqrt{2}$
$\therefore v_e = \sqrt{2}\, v_0$
शब्दों में,
पलायन वेग = $\sqrt{2}$ x कक्षीय वेग।
यही अभीष्ट सम्बन्ध है।

प्रश्न 14. तुल्यकाली उपग्रह की विशेषताएँ तथा उपयोग लिखिए।
उत्तर-
विशेषताएँ-
1. यह उपग्रह पृथ्वी की अक्ष के लम्बवत् विषुवत् रेखीय तल में परिक्रमण करता
2. यह पश्चिम से पूर्व की ओर अपनी कक्षा में परिक्रमा करता है।
3. इसका परिक्रमण काल पृथ्वी के अपनी अक्ष पर घूर्णन काल अर्थात् 24 घण्टे के तुल्य होता है। अतः यह उपग्रह स्थिर न होते हुए भी पृथ्वी के सापेक्ष स्थिर दिखाई देता है। अतः इस उपग्रह को भू-स्थायी उपग्रह भी कहते हैं।

उपयोग-
तुल्यकाली उपग्रह को सम्प्रेषण उपग्रह या संचार उपग्रह भी कहते हैं। इसकी सहायता से दूरदर्शन या रेडियो सिग्नलों को इच्छित दिशा में भेजा जाता है। पृथ्वी की सतह वक्राकार है, अतः केवल एक तुल्यकाली उपग्रह की सहायता से सिग्नलों का पृथ्वी के समस्त स्थानों पर सम्प्रेषण सम्भव नहीं है। इसके लिए तीन तुल्यकाली उपग्रह तुल्यकाली कक्षा में समान दूरी पर स्थापित किये जाते हैं। ये उपग्रह रेडियो ट्रान्सपोर्टरों से युक्त होते हैं।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 15.
तुल्यकाली तथा ध्रुवीय उपग्रह के दो-दो उपयोग लिखिए।
उत्तर
तुल्यकाली उपग्रह के उपयोग-
1. वायुमण्डल के ऊपरी क्षेत्रों का अध्ययन करने में।
2. मौसम के बारे में पूर्व सूचना प्राप्त करने के लिये।

ध्रुवीय उपग्रह के उपयोग-
1. सुदूर संवेदन के लिये।
2. पर्यावरणीय जानकारी प्राप्त करने के लिये।

प्रश्न 16.
तुल्यकाली उपग्रह क्या है ? सिद्ध कीजिए कि पृथ्वी सतह से उसकी ऊँचाई लगभग 36,000 किमी होती है।
उत्तर-
तुल्यकाली उपग्रह-ऐसा उपग्रह जो पृथ्वी के अक्ष के लम्बवत् तल में पश्चिम से पूर्व की ओर पृथ्वी की परिक्रमा करता है तथा जिसका परिक्रमण काल (24 घण्टे) के बराबर होता है, तुल्यकाली उपग्रह कहलाता है।
सूत्र : $T = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$ से.
$T^2 = \frac{4\pi^2}{R^2}\frac{(R+h)^3}{g}$
$\therefore (R+h)^3 = \frac{T^2 g R^2}{4\pi^2}$

या $R+h = \left(\frac{T^2 g R^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}$
T= 24 घण्टे = 24 × 60 × 60 सेकण्ड, g= 9.8 मीटर/सेकण्ड और R = 6.38 × 10^6 मीटर का मान समी. (1) में रखने पर,
$R+h = = \left[\frac{(24\times60\times60)^2\times9\cdot8\times\left(6\cdot38\times10^6\right)^2}{4\times\left(\frac{22}{7}\right)^2}\right]^{1/3}$
या R+h = 42 .22 × 106 मीटर = 42220 किमी (लगभग)

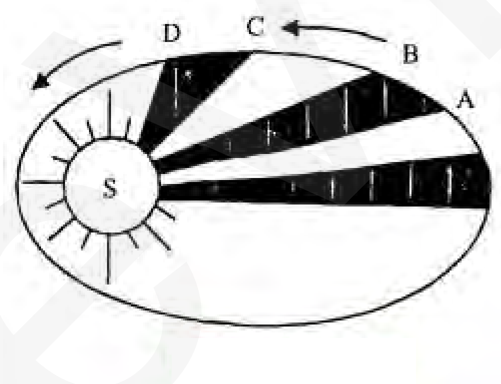
अतः पृथ्वी की सतह से इस उपग्रह की कक्षा की ऊँचाई
h = (R+ h)-R
= 42.22 ×10^6 – 6.38 × 10^6
= 35.84 × 10^6 मीटर
= 35,840 किमी = 36,000 किमी (लगभग)
अतः तुल्यकाली उपग्रह की ऊँचाई पृथ्वी की सतह से लगभग 36,000 किमी होती है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 17.
चन्द्रमा पर वायुमण्डल की अनुपस्थिति का कारण बताइए।
अथवा
चन्द्रमा पर वायुमण्डल क्यों नहीं है, जबकि बृहस्पति तथा शनि पर सघन वायुमण्डल है।
उत्तर-
किसी ग्रह पर कोई गैस ठहर सकती है या नहीं यह बात उस ग्रह के पलायन वेग पर निर्भर करती है। यदि ग्रह का पलायन वेग किसी गैस के माध्य तापीय वेग से कम है तो उस ग्रह में वह गैस ठहर नहीं पाती, पलायन कर जाती है। बड़े ग्रहों जैसे-बृहस्पति, शनि आदि पर पलायन वेग का मान गैसों के हर सम्भव ताप पर माध्य तापीय चाल से अधिक होता है। अत: इन ग्रहों पर सघन वायुमण्डल होता है।
चन्द्रमा पर वायुमण्डल नहीं है-

पृथ्वी के वायुमण्डल में उपस्थित सभी गैसों के अणुओं का माध्य तापीय वेग पृथ्वी तल से पलायन वेग 11.2 किमी/सेकण्ड से कम होता है। अत: गैसें पृथ्वी से पलायन नहीं कर पाती हैं । चन्द्र तल से पलायन वेग का मान 24 किमी/सेकण्ड है। सभी गैसों से अणुओं का माध्य तापीय वेग 2.4 किमी/सेकण्ड से अधिक है। अतः गैसें चन्द्रमा पर ब ठहरकर उसके वातावरण से पलायन कर जाती हैं। फलस्वरूप चन्द्रमा पर वायुमण्डल नहीं है।

प्रश्न 18.
ग्रहों की गति सम्बन्धी केपलर के नियमों को लिखिए तथा समझाइए।
उत्तर-
ग्रहों की गति सम्बन्धी केपलर के नियम निम्नलिखित हैं
प्रथम नियम-
"प्रत्येक ग्रह सूर्य के चारों ओर एक दीर्घवृत्तीय कक्ष में परिभ्रमण करता है। सूर्य दीर्घवृत्त के एक फोकस पर स्थित रहता है।" इस नियम को कक्षों का नियम कहते हैं।
द्वितीय नियम- "ग्रह को सूर्य से मिलाने वाली रेखा समान समय अन्तरालों में समान क्षेत्रफल तय करती है। दूसरे शब्दों में, ग्रहों की क्षेत्रीय चाल सदैव नियत रहती है। इस नियम को क्षेत्रफल का नियम कहते हैं।



यदि कोई ग्रह दिये गये समयान्तराल में A से B तक जाता है तथा उतने ही समयान्तराल में C से D तक जाता हो, तो इस नियम के अनुसार,
क्षेत्रफल ASB = क्षेत्रफल CSD जहाँ S सूर्य की स्थिति है।

https://www.evidyarthi.in/

तृतीय नियम–"सूर्य के चारों ओर किसी ग्रह के परिभ्रमण काल का वर्ग सूर्य से उस ग्रह की औसत दूरी के घन के अनुक्रमानुपाती होता है।" ..

इस नियम को परिभ्रमण काल का नियम कहते हैं।

https://www.evidyarthi.in/