## GRAVITATION

**1.** m और 2m द्रव्यमानों के दो तारे जिनके बीच की दूरी d है, मुक्त आकाश में अपने उभयनिष्ठ संहति केन्द्र के परितः घूर्णन कर रहे हैं। इनके परिभ्रमण का काल होगा:

(1) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{d^3}{3Gm}}$ (2) $2\pi\sqrt{\frac{d^3}{3Gm}}$

(3) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3Gm}{d^3}}$ (4) $2\pi\sqrt{\frac{3Gm}{d^3}}$

**2.** 1kg के समान द्रव्यमान वाले चार सर्वसम कण अपने पारस्परिक गुरूत्वीय आकर्षण बल के अधीन 1 m त्रिज्या के वत्त की परिधि के अनुदिश गति कर रहे हैं। प्रत्येक कण की चाल होगी:

(1) $\sqrt{\frac{G}{2}(1+2\sqrt{2})}$ (2) $\sqrt{G(1+2\sqrt{2})}$

(3) $\sqrt{\frac{G}{2}(2\sqrt{2}-1)}$ (4) $\sqrt{\frac{(1+2\sqrt{2})G}{2}}$

**3.** उन दो उपग्रहों $S_1$ और $S_2$ पर विचार कीजिए, जिनके परिक्रमण काल क्रमशः 1 hr. और 8hr है और किसी ग्रह की वत्ताकार कक्षाओं में परिक्रमा कर रहे हैं। उपग्रह $S_1$ के कोणीय वेग और उपग्रह $S_2$ के कोणीय वेग का अनुपात होगा:

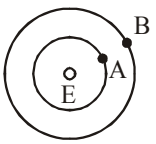
(1) 8 : 1 (2) 1 : 4 (3) 2 : 1 (4) 1 : 8

**4.** कमानीतार तुला से मापने पर किसी पिण्ड का उत्तरी ध्रुव पर भार 49 N है। यदि इस पिण्ड को विषुवत् वत्त पर ले जाकर इसकी तुला से तोलें, तो इसका मापित भार क्या होगा ?

($g = \frac{GM}{R^2} = 9.8\ ms^{-2}$ तथा पथ्वी की त्रिज्या R = 6400 km लीजिए]

(1) 49 N (2) 48.83 N
(3) 49.83 N (4) 49.17 N

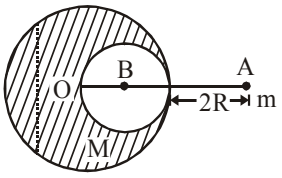
**5.** दो उपग्रह A और B जिनके द्रव्यमान क्रमशः 200kg और 400kg है, पथ्वी की परिक्रमा क्रमशः 600 km और 1600 km की ऊँचाई पर कर रहे हैं। यदि A और B के आवर्तकाल क्रमशः $T_A$ और $T_B$ हैं, तो $T_B - T_A$ का मान होगाः




[दिया है, पथ्वी की त्रिज्या = 6400km, पथ्वी का द्रव्यमान = $6 \times 10^{24}$ kg]

(1) $1.33 \times 10^3$ s (2) $3.33 \times 10^2$ s
(3) $4.24 \times 10^3$ s (4) $4.24 \times 10^2$ s

**6.** R त्रिज्या का एक ठोस गोला उसके केन्द्र से 3R दूरी पर स्थित किसी कण को गुरूत्वीय आकर्षण द्वारा किसी बल $F_1$ से आकर्षित करता है। अब इस गोले में, आरेख में दर्शाए अनुसार, त्रिज्या $\left(\frac{R}{2}\right)$ की कोई गोलीय गुहिका बनायी जाती है जिससे कि आकर्षण बल $F_2$ हो जाता है। $F_1 : F_2$ का मान होगाः




(1) 25 : 36 (2) 36 : 25
(3) 50 : 41 (4) 41 : 50

**7.** नीचे दो कथन दिए गए हैं। एक अभिकथन A है और दूसरा कारण R है।

अभिकथन A : दो ग्रहों A और B के पलायन वेग समान हैं परन्तु A और B के द्रव्यमान समान नहीं है।

कारण R : इनके द्रव्यमान और त्रिज्याओं का गुणनफल समान होना चाहिए। $M_1R_1 = M_2R_2$

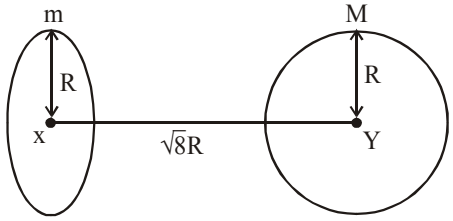
उपरोक्त कथनों के संदर्भ में नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर को चुनिऐ :-

(1) A और R दोनों सही हैं तथा R अभिकथन A की सही व्याख्या नहीं है।
(2) A सही है परन्तु R सही नहीं है।
(3) A और R दोनों सही हैं तथा R अभिकथन A की सही व्याख्या है।
(4) A सही नहीं है परन्तु R सही है।

**8.** किसी पिंड को पथ्वी की सतह से 10R ऊँचाई तक उर्ध्वाधर ऊपर प्रक्षेपित करने के लिए आवश्यक आरम्भिक वेग $v_i$ को पलायन वेग $v_e$ के पदों में $v_i = \sqrt{\frac{x}{y}} \times v_e$ द्वारा वर्णित होता है। यहाँ R पथ्वी की त्रिज्या है। $x$ का मान _____ होगा।

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

**9.** आरेख में दर्शाए अनुसार एक दूसरे से $\sqrt{8}R$ दूरी पर स्थित त्रिज्या 'R' और द्रव्यमान m के रिंग और त्रिज्या R और द्रव्यमान M के गोले के बीच गुरूत्वीय आकर्षण बल होगा (रिंग का तल केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा के लंबवत् है) :




(1) $\frac{\sqrt{8}}{9}\cdot\frac{GmM}{R}$ (2) $\frac{2\sqrt{2}}{3}\cdot\frac{GMm}{R^2}$

(3) $\frac{1}{3\sqrt{8}}\cdot\frac{GMm}{R^2}$ (4) $\frac{\sqrt{8}}{27}\cdot\frac{GmM}{R^2}$

**10.** मान लीजिए पथ्वी के केन्द्र से लम्बवत् दूरी (R/2) (R– पथ्वी की त्रिज्या) पर, किसी जीवा के अनुदिश, पथ्वी में कोई सुरंग खोदी गयी है। इस सुरंग की दीवारें घर्षण हीन है। यदि इस सुरंग में किसी कण को मुक्त रूप से छोड़ा जाए, तो यह सरल आवर्त गति करता है जिसका आवर्तकाल है :

(1) $\frac{2\pi R}{g}$ (2) $\frac{g}{2\pi R}$

(3) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{R}}$ (4) $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

**11.** दीर्घवत्तीय कक्षा में परिभ्रमण करते किसी ग्रह के/की/का :

(A) परिभ्रमण वेग नियत रहता है।

(B) सूर्य के समीपस्थ वेग निम्नतम होता है।

(C) क्षेत्रीय वेग इसके वेग के अनुक्रमानुपाती होता है।

(D) क्षेत्रीय वेग इसके वेग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

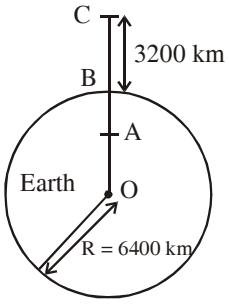
(E) प्रक्षेप–पथ इस प्रकार होता है कि क्षेत्रीय वेग नियत रहता है।

नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर चुनिए :

(1) केवल A (2) केवल D

(3) केवल C (4) केवल E

**12.** दिए गए पथ्वी के आरेख में बिन्दु A और बिन्दु C पर गुरूत्वीय त्वरण का मान समान है, परन्तु गुरूत्वीय त्वरण का यह मान बिन्दु B (पथ्वी के पष्ठ) पर गुरूत्वीय त्वरण के मान से कम है। OA : AB का मान x : y होगा। x का मान .....हैं।




**13.** किसी धूमकेतु की सूर्य से अधिकतम और न्यूनतम दूरियाँ क्रमशः $1.6\times10^{12}$ m और $8.0\times10^{10}$ m हैं। यदि धूमकेतु की निकटतम बिन्दु पर चाल $6\times10^4$ ms$^{-1}$ हो, तो दूरस्थ बिन्दु पर इसकी चाल होगी :

(1) $1.5\times10^3$ m/s (2) $6.0\times10^3$ m/s

(3) $3.0\times10^3$ m/s (4) $4.5\times10^3$ m/s

**14.** यदि पथ्वी को पूर्णतः तोड़ने के लिए कोई उसका सभी द्रव्यमान हटाना चाहता है, तो इसके लिए आपूर्ति की जाने वाली आवश्यक ऊर्जा की मात्रा होगी $\frac{x}{5}\frac{GM^2}{R}$, जहाँ x _____ है।

(निकटतम पूर्णांक तक पूर्णांकित)

(यहाँ M पथ्वी का द्रव्यमान, R पथ्वी की त्रिज्या तथा G गुरुत्वीय नियतांक है)

**15.** कोई भूस्थैतिक उपग्रह किसी स्वेच्छ ग्रह 'P' के पष्ठ से 11R की ऊँचाई, यहाँ R ग्रह P की त्रिज्या है, पर कक्षा में ग्रह P की परिक्रमा कर रहा है। ग्रह P के पष्ठ से 2R की ऊँचाई पर, कक्षा में ग्रह P की परिक्रमा करने वाले, किसी अन्य उपग्रह का घन्टों में आवर्तकाल होगा_____P का आवर्तकाल 24 घंटे है।

(1) $6\sqrt{2}$ (2) $\frac{6}{\sqrt{2}}$ (3) 3 (4) 5

**16.** किसी उपग्रह का त्रिज्या R की वत्तीय कक्षा में आवर्तकाल T है। किसी अन्य उपग्रह का त्रिज्या 9R की वत्तीय कक्षा में आवर्तकाल होगा :

(1) 9 T (2) 27 T

(3) 12 T (4) 3 T

**17.** यदि पथ्वी के चक्रण के कोणीय वेग को इस प्रकार बढ़ाया जाए कि विषुवत वत्त पर रखी वस्तुएँ तैरना प्रारम्भ कर दें, तो दिन का अंतराल लगभग हो जायेगा : (g = 10 ms$^{-2}$, पथ्वी की त्रिज्या, R = $6400\times10^3$ m, $\pi$ = 3.14 लीजिए)

(1) 60 मिनट (2) परिवर्तित नहीं होगा

(3) 1200 मिनट (4) 84 मिनट

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

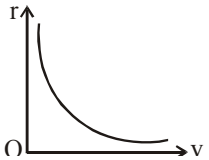
**18.** सूर्य के चारों ओर दीर्घवत्तीय कक्षा में गमन करते द्रव्यमान M के किसी ग्रह का कोणीय संवेग $\vec{L}$ है। इस ग्रह के क्षेत्रीय वेग का परिमाण होगा:

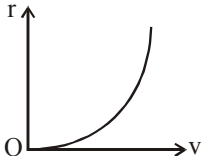
(1) $\frac{4L}{M}$ (2) $\frac{L}{M}$

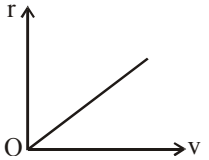
(3) $\frac{2L}{M}$ (4) $\frac{L}{2M}$

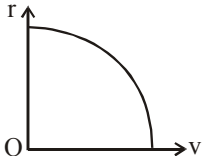
**19.** द्रव्यमान 'm' का कोई कण वत्तीय कक्षा में, केन्द्रीय विभव क्षेत्र $U(r)=\frac{-C}{r}$ के अधीन गति करता है। यहाँ C एक धनात्मक स्थिरांक है।

इस कण की गति के लिए त्रिज्या–वेग का सही ग्राफ होगा:

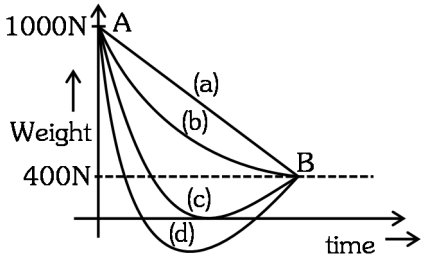
(1) 


(2) 


(3) 


(4) 


**20.** 100 kg द्रव्यमान का कोई व्यक्ति अंतरिक्षयान द्वारा पथ्वी से मंगल की यात्रा करता है। आकाश के सभी पिण्डों की उपेक्षा कीजिए और पथ्वी और मंगल के पष्ठों पर गुरूत्वीय त्वरण के मान क्रमशः 10 $m/s^2$ और 4 $m/s^2$ लीजिए। नीचे दिए गए आरेख से उस वक्र को पहचानिए जो समय के फलन के रूप में यात्री के भार के लिए सबसे अधिक उपयुक्त हो :




(1) (c) (2) (a) (3) (d) (4) (b)

**21.** किसी उपग्रह का प्रमोचन पथ्वी के चारों ओर त्रिज्या R की वत्तीय कक्षा में किया गया है जबकि किसी दूसरे उपग्रह का प्रमोचन त्रिज्या 1.02 R की वत्तीय कक्षा में किया गया है। इन दोनों उपग्रहों के आवर्तकालों में अन्तर की प्रतिशतता होगी:

(1) 1.5 (2) 2.0 (3) 0.7 (4) 3.0

**22.** क्रमशः $r_A$ और $r_B$ त्रिज्याओं की वत्तीय कक्षाओं में परिक्रमा कर रहे द्रव्यमान $m_A$ और $m_B$ के तारे A और तारे B के किसी युग्मतारा निकाय पर विचार कीजिए। यदि तारे A और तारे B के आवर्तकाल क्रमशः $T_A$ और $T_B$ हैं, तो:

(1) $\frac{T_A}{T_B}=\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{\frac{3}{2}}$ (2) $T_A = T_B$

(3) $T_A > T_B$ (यदि $m_A > m_B$)

(4) $T_A > T_B$ (यदि $r_A > r_B$)

**23.** किसी पिण्ड को पथ्वी के पष्ठ से ऊर्ध्वाधर उपरिमुखी उस वेग से फेंका गया है जो उसे अनन्त तक ले जाने के लिए पर्याप्त है। ऊँचाई h तक पहुँचने में इस पिण्ड द्वारा लिया गया समय सेकण्डो में होगा –

(1) $\sqrt{\frac{R_e}{2g}}\left[\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^{3/2}-1\right]$

(2) $\sqrt{\frac{2R_e}{g}}\left[\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^{3/2}-1\right]$

(3) $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{R_e}{2g}}\left[\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^{3/2}-1\right]$

(4) $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{2R_e}{g}}\left[\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^{3/2}-1\right]$

**24.** सूर्य की परिक्रमा करते किसी ग्रह की निम्नतम और अधिकतम दूरियाँ क्रमशः $x_1$ और $x_2$ हैं। यदि इस ग्रह की अपने प्रक्षेप पथ पर निम्नतम चाल $v_0$ है, तो अधिकतम चाल होगी :

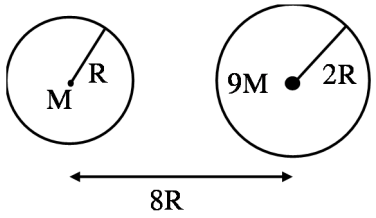
(1) $\frac{v_0x_1^2}{x_2^2}$ (2) $\frac{v_0x_2^2}{x_1^2}$ (3) $\frac{v_0x_1}{x_2}$ (4) $\frac{v_0x_2}{x_1}$

**25.** किसी सौर मण्डल में ऐसे ग्रह पर विचार कीजिए जिसका द्रव्यमान पथ्वी के द्रव्यमान का दो गुना और घनत्व पथ्वी के औसत घनत्व के समान है। यदि किसी पिण्ड का पथ्वी पर भार W है, तो उसी पिण्ड का उस ग्रह पर भार होगा :

(1) 2W (2) W (3) $2^{\frac{1}{3}}W$ (4) $\sqrt{2}$ W

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

**26.** दो ग्रह (गोले का आकार) जिसकी त्रिज्याएं क्रमशः R और 2R तथा द्रव्यमान M और 9 M है और एक दूसरे के केन्द्र से जिनकी दूरी 8 R (जैसा कि चित्र में दिखाया गया है) है। एक उपग्रह को जिसका द्रव्यमान 'm' है 'M' द्रव्यमान वाले ग्रह के पष्ठ से दूसरे ग्रह के केन्द्र की ओर प्रक्षेपित किया जाता है। दूसरे ग्रह के पष्ठ तक पहुँचने के लिए, उपग्रह के लिए आवश्यक न्यूनतम चाल 'v' का मान $\sqrt{\frac{a}{7}\frac{GM}{R}}$ है यहाँ 'a' का मान _____ होगा।
[दिया है : दोनों ग्रह अपने स्थान पर स्थिर हैं]




**27.** प्रत्येक 1 kg द्रव्यमान के दो सर्वसम कण अपने किसी अन्योन्य गुरूत्वीय आकर्षण के अधीन त्रिज्या R के वत्त के चारों ओर गतिमान हैं। प्रत्येक कण की कोणीय चाल है :

(1) $\sqrt{\frac{G}{2R^3}}$ (2) $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{G}{R^3}}$

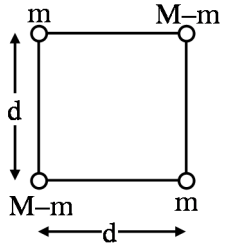
(3) $\frac{1}{2R}\sqrt{\frac{1}{G}}$ (4) $\sqrt{\frac{2G}{R^3}}$

**28.** मंगल तारे के दो उपग्रह (चन्द्रमा) हैं। यदि इनमें से एक का आवर्तकाल 7 घन्टे 30 मिनट है और कक्षा की त्रिज्या $9.0 \times 10^3$ km है। तो मंगल का द्रव्यमान है : $\left\{\frac{4\pi^2}{G}=6\times10^{11}\,N^{-1}\,m^{-2}\,kg^2\right\}$

(1) $5.96 \times 10^{19}$ kg (2) $3.25 \times 10^{21}$ kg
(3) $7.02 \times 10^{25}$ kg (4) $6.00 \times 10^{23}$ kg

**29.** एकसमान गोलीय कोश के अन्दर :
(a) गुरूत्वीय क्षेत्र शून्य होता है।
(b) गुरूत्वीय विभव शून्य होता है।
(c) गुरूत्वीय क्षेत्र प्रत्येक स्थान पर समान होता है।
(d) गुरूत्वीय विभव प्रत्येक स्थान पर समान होता है।
(e) उपर्युक्त सभी
नीचे दिए गये विकल्पों में से **सही** उत्तर चुनिए :
(1) केवल (a), (c) तथा (d)
(2) केवल (e)
(3) केवल (a), (b) तथा (c)
(4) केवल (b), (c) तथा (d)

**30.** एक (2M) द्रव्यमान की वस्तु चार द्रव्यमानों {m, M – m, m, M – m} में टूटती है, तो चित्रानुसार एक वर्ग के रूप में व्यवस्थित किए जाते हैं। $\frac{M}{m}$ का अनुपात, जिसके लिए निकाय की गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा अधिकतम हो जाती है x : 1 होता है। x का मान _____ है।




**31.** 100 किग्रा द्रव्यमान तथा 50 मी त्रिज्या के एकसमान गोलीय कोश के केन्द्र पर 50 किग्रा द्रव्यमान रखा है। केन्द्र से 25 मी दूरी के बिन्दु पर गुरूत्वीय विभव V किग्रा/मी है। V का मान है :

(1) – 60 G (2) + 2 G
(3) – 20 G (4) – 4 G

**32.** पथ्वी तथा चन्द्रमा के द्रव्यमान तथा त्रिज्याएँ क्रमशः $(M_1, R_1)$ और $(M_2, R_2)$ है। उनके केन्द्र 'r' दूरी पर है। दोनों द्रव्यमानों के मध्य से 'm' द्रव्यमान को प्रक्षेपित करने के लिए न्यूनतम पलायन वेग ज्ञात कीजिए :

(1) $V=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{4G(M_1+M_2)}{r}}$

(2) $V=\sqrt{\frac{4G(M_1+M_2)}{r}}$

(3) $V=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{2G(M_1+M_2)}{r}}$

(4) $V=\frac{\sqrt{2G}\,(M_1+M_2)}{r}$

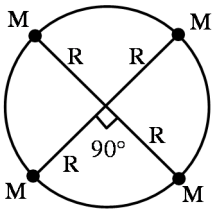
**33.** यदि $R_E$ पथ्वी की त्रिज्या है तो पथ्वी सतह से गहराई 'r' तथा ऊचाई 'r' पर गुरूत्व के कारण त्वरण के बीच अनुपात होता है : (जहाँ : $r < R_E$)

(1) $1-\frac{r}{R_E}-\frac{r^2}{R_E^2}-\frac{r^3}{R_E^3}$ (2) $1+\frac{r}{R_E}+\frac{r^2}{R_E^2}+\frac{r^3}{R_E^3}$

(3) $1+\frac{r}{R_E}-\frac{r^2}{R_E^2}+\frac{r^3}{R_E^3}$ (4) $1+\frac{r}{R_E}-\frac{r^2}{R_E^2}-\frac{r^3}{R_E^3}$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

**34.** प्रत्येक M द्रव्यमान के चार कण, एक R त्रिज्या के वत्त पर पारस्परिक गुरूत्वीय आकर्षण के अन्तर्गत गति करते हैं जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। प्रत्येक कण की चाल है :




(1) $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM}{R(2\sqrt{2}+1)}}$ (2) $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM}{R}(2\sqrt{2}+1)}$

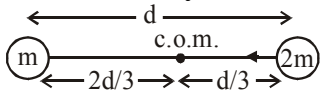
(3) $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM}{R}(2\sqrt{2}-1)}$ (4) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

## SOLUTION

**1. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.**




$$F = \frac{G(2m)m}{d^2} = (2m)\omega^2 (d/3)$$

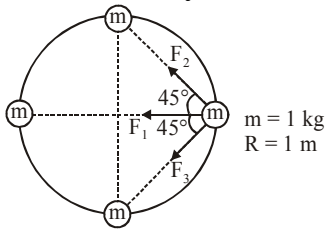
$$\frac{Gm}{d^2} = \omega^2 \frac{d}{3}$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{3Gm}{d^3} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3Gm}{d^3}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{d^3}{3Gm}}$$

**2. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.**




$$F_1 = \frac{Gmm}{(2R)^2} = \frac{Gm^2}{4R^2}$$

$$F_2 = \frac{Gmm}{(\sqrt{2}R)^2} = \frac{Gm^2}{2R^2}$$

$$F_3 = \frac{Gmm}{(\sqrt{2}R)^2} = \frac{Gm^2}{2R^2}$$

$$\Rightarrow F_{net} = F_1 + F_2\cos 45° + F_3 \cos 45°$$

$$= \frac{Gm^2}{4R^2} + \frac{Gm^2}{2R^2}\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{Gm^2}{2R^2}\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{Gm^2}{R^2}\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\sqrt{2}} + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

$$= \frac{Gm^2}{R^2}\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{Gm^2}{4R^2}\left(1+2\sqrt{2}\right)$$

$$F_{net} = \frac{Gm^2}{4R^2}\left(1+2\sqrt{2}\right) = \frac{mv^2}{R}$$

$$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{G(1+2\sqrt{2})}}{2}$$

**3. Official Ans. by NTA (1)**

**Sol.**

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{2\pi/\omega_1}{2\pi/\omega_2} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{8}{1}$$

**4. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.** Weight of pole = mg = 49 N

At equator due to rotation = $g_e = g - R\omega^2$

so $W = mg_e = m(g - R\omega^{2)}$

$\therefore W_P > W_e$ $\quad W_P = 49$ N

So, $W_e = 48.83$ N. $\quad W_e < 49$ N

Option (2) is correct.

**5. Official Ans. by NTA (1)**

**Sol.** $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{(6400+600)\times 10^3}{GM}}$$

$$T_A = 2\pi \times 10^9\sqrt{\frac{7^3}{GM}}$$

$$T_B = 2\pi \times 10^9\sqrt{\frac{8^3}{GM}}$$

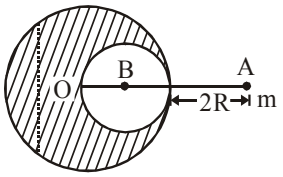
$$T_B - T_A = \frac{2\pi 10^9}{\sqrt{GM}}\left[8\sqrt{8} - 7\sqrt{7}\right]$$

$= 314 \times 4.107 = 1289.64 = 1.289 \times 10^3$ s

**6. Official Ans. by NTA (3)**

**Sol.** Let initial mass of sphere is m'. Hence mass of removed portion will be m'/8

$$F_1 = m.E. = \frac{m.Gm'}{9R^2}$$




$$F_2 = m\left[\frac{G.m'}{(3R)^2} - \frac{G.m'/8}{(5R/2)^2}\right]$$

$$= \frac{Gm'}{9R^2} - \frac{Gm'\times 4}{8\times 25} = \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{50}\right)\frac{Gm'}{R^2}$$

$$F_2 = \frac{41}{50\times 9}.\frac{Gm'}{R^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{9}\times\frac{50\times 9}{41} = \frac{50}{41}$$

**7. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.** $V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$$\frac{M_1}{R_1} = \frac{M_2}{R_2}$$

$M_1R_2 = M_2R_1$

Hence reason R is not correct.

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

**8. Official Ans. by NTA (10)**

**Sol.** $\frac{-GMm}{11R} = \frac{-GMm}{R} + \frac{1}{2}mv^2$

$v = \sqrt{\frac{20GM}{11R}}$

**9. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** Gravitational field of ring

$= -\frac{Gmx}{\left(R^2 + x^2\right)^{3/2}}$

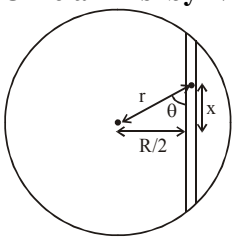
Force between sphere & ring

$= \frac{GmM\left(\sqrt{8}R\right)}{\left(R^2 + 8R^2\right)^{3/2}} = \frac{GmM}{R^2} \times \frac{\sqrt{8}}{27}$

**Ans. (4)**

**10. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.**




Force along the tunnel

$F = -\left(\frac{GMmr}{R^3}\right)\cos\theta$

$F = -\frac{gm}{R}x \quad \left(\frac{GM}{R^2} = g, r\cos\theta = x\right)$

$a = -\frac{g}{R}x$

$\omega^2 = \frac{g}{R} \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

**Ans. (4)**

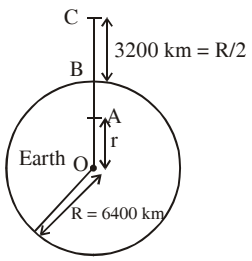
**11. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** As per Keppler's 2nd law, Areal velocity is constant.

**12. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** $g_A = \frac{GM(r)}{R^3}$

$g_C = \frac{GM}{\left(R + \frac{R}{2}\right)^2}$




$g_A = g_C$

$\frac{r}{R^3} = \frac{1}{\frac{9}{4}R^2} \Rightarrow r = \frac{4R}{9}$

so OA = $\frac{4R}{9}$; AB = R – r = $\frac{5R}{9}$

OA : AB = 4 : 5

**13. Official Ans. by NTA (3)**

**Sol.** By angular momentum conservation :

$mv_1r_1 = mv_2r_2$

$v_1 = \frac{48 \times 10^{14}}{1.6 \times 10^{12}} = 3000$ m/sec

$= 3 \times 10^3$ m/sec.

**14. Official Ans. by NTA (3)**

**Sol. Ans. (3)**

Energy given = $U_f - U_i$

$= 0 - \left(-\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}\right)$

$= \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}$ x = 3

**15. Official Ans. by NTA (3)**

**Sol.** (3) $T \propto R^{3/2}$

$\frac{24}{T} = \left(\frac{12R}{3R}\right)^{3/2} \Rightarrow T = 3hr$

**16. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.** $T^2 \propto R^3$

$\left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \left(\frac{9R}{R}\right)^3$

$T'^2 = T^2 \times 9^3$

$T' = T \times 3^3$

$T' = 27\ T$

**17. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** For objects to float

$mg = m\omega^2R$

$\omega$ = angular velocity of earth.

R = Radius of earth

$\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$ ... (1)

Duration of day = T

$T = \frac{2\pi}{\omega}$ ... (2)

$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{6400 \times 10^3}{10}}$

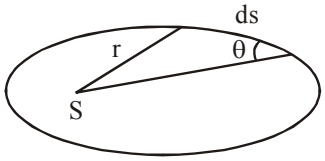
$\Rightarrow \frac{T}{60} = 83.775$ minutes

$\simeq$ 84 minutes

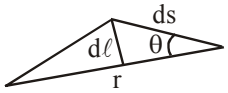
node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

**18. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.**




For small displacement ds of the planet its area can be written as




$$dA = \frac{1}{2} r d\ell$$

$$= \frac{1}{2} r ds \sin\theta$$

$$A.vel = \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} r \sin\theta \frac{ds}{dt} = \frac{Vr\sin\theta}{2}$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}\frac{mVr\sin\theta}{m} = \frac{L}{2m}$$

**19. Official Ans. by NTA (1)**

**Sol.** $U = -\frac{C}{r}$

$$F = -\frac{dU}{dr} = -\frac{C}{r^2}$$

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

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

$$v^2 \propto \frac{1}{r}$$

**20. Official Ans. by NTA (1)**

**Sol.** At neutral point g = 0 so graph (C) is correct
Hence option (1).

**21. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** $T^2 \propto R^3$

$$T = kR^{3/2}$$

$$\frac{dT}{T} = \frac{3}{2}\frac{dR}{R} = \frac{3}{2} \times 0.02 = 0.03$$

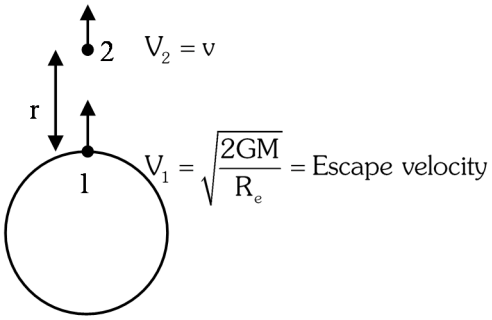
% Change = 3%

**22. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.** $T_A = T_B$ (since $\omega_A = \omega_B$)

**23. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.**




Applying energy conservation from (1) to (2)

$$\frac{1}{2}m.\left(\frac{2GM}{R_e}\right) - \frac{GMm}{R_e} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R+r}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{R+r}$$

$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2GM}{R+r}} = \frac{dr}{dt}$$

$$\Rightarrow \quad \sqrt{2GM}\int_0^t dt = \int_{R_e}^{R_e+h} \left(\sqrt{R+r}\right)dr$$

$$\sqrt{2GM}.\ t = \frac{2}{3}\left[(R+r)^{3/2}\right]_{R_e}^{R_e+h}$$

$$t = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{R_e^3}{2GM}}\left[\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^{3/2} - 1\right]$$

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

$$t = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{2R_e}{g}}\left[\left(1+\frac{h}{R_e}\right)^{3/2} - 1\right]$$

**24. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** Angular momentum conservation equation

$v_0 x_2 = v_1 x_1$

$$v_1 = \frac{v_0 x_2}{x_1}$$

**25. Official Ans. by NTA (3)**

**Sol.** Density is same

$$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho,\ 2m = \frac{4}{3}\pi R'^3 \rho$$

$$R' = 2^{1/3} R$$

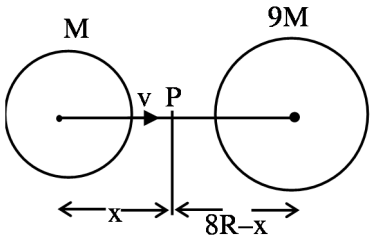
$$\omega = \frac{GMm}{R^2}\ ;\quad \omega_2 = \frac{G2Mm}{R'^2}$$

$$\omega_2 = 2^{1/3}\omega$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

**26. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.**




Acceleration due to gravity will be zero at P therefore,

$$\frac{GM}{x^2}=\frac{G9M}{(8R-x)^2}$$

$8R - x = 3x$

$x = 2R$

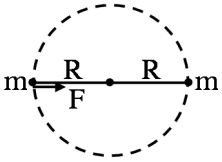
Apply conservation of energy and consider velocity at P is zero.

$$\frac{1}{2}mv^2-\frac{GMm}{R}-\frac{G9Mm}{7R}=0-\frac{GMm}{2R}-\frac{G9Mm}{6R}$$

$$\therefore V=\sqrt{\frac{4}{7}\frac{GM}{R}}$$

**27. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.**




$$F=\frac{Gm^2}{(2R)^2}=mR\omega^2$$

$$\omega=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{G}{R^3}}$$

**28. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** Option D is correct

$$T^2=\frac{4\pi^2}{GM}\cdot r^3$$

$$M=\frac{4\pi^2}{G}\cdot\frac{r^3}{T^2}$$

by putting values

$M = 6 \times 10^{23}$

**29. Official Ans. by NTA (1)**

**Sol.** Inside a spherical shell, gravitational field is zero and hence potential remains same everywhere

Hence option (1)

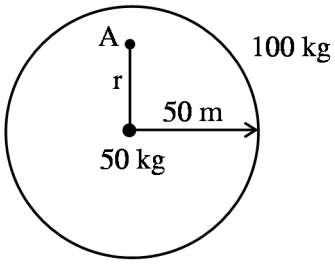
**30. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.** Energy is maximum when mass is split equally

so $\frac{M}{m}=2$

**31. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.**



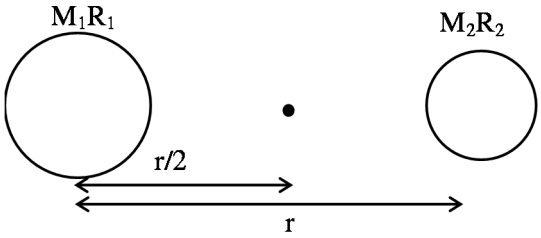

$$V_A=\left[-\frac{GM_1}{r}-\frac{GM_2}{R}\right]$$

$$=\left[-\frac{50}{25}G-\frac{100}{50}G\right]$$

$= -4G$

**32. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.**




$$\frac{1}{2}mV^2-\frac{GM_1m}{r/2}-\frac{GM_2m}{r/2}=0$$

$$\frac{1}{2}mV^2=\frac{2Gm}{r}(M_1+M_2)$$

$$V=\sqrt{\frac{4G(M_1+M_2)}{r}}$$

Option (2)

**33. Official Ans. by NTA (4)**

**Sol.** $g_{up}=\dfrac{g}{\left(1+\frac{r}{R}\right)^2}$

$$g_{down}=g\left(1-\frac{r}{R}\right)$$

$$\frac{g_{down}}{g_{up}}=\left(1-\frac{r}{R}\right)\left(1+\frac{r}{R}\right)^2$$

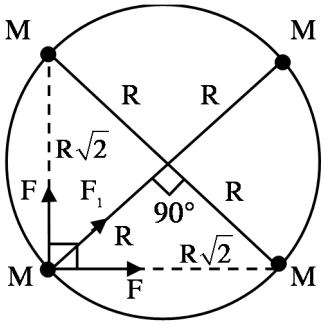
$$=\left(1-\frac{r}{R}\right)\left(1+\frac{2r}{R}+\frac{r^2}{R^2}\right)$$

$$=1+\frac{r}{R}-\frac{r^2}{R^2}-\frac{r^3}{R^3}$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Gravitation

**34. Official Ans. by NTA (2)**

**Sol.**




$$F_{net} = \frac{MV^2}{R}$$

$$\sqrt{2}F + F_1 = \frac{MV^2}{R}$$

$$\sqrt{2}\frac{GMM}{\left(\sqrt{2}R\right)^2} + \frac{GMM}{\left(2R\right)^2} = \frac{MV^2}{R}$$

$$\frac{GM}{R}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{4}\right) = V^2$$

$$\frac{GM}{R}\left(\frac{4+\sqrt{2}}{4\sqrt{2}}\right) = V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{GM\left(4+\sqrt{2}\right)}{R4\sqrt{2}}}$$

$$V = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM\left(2\sqrt{2}+1\right)}{R}}$$

Option (2)