

## Classification of Celestial Bodies

Star तारा → वे आकाशीय पिण्ड जिन्हें अपना स्वयं का प्रकाश होता है तथा जो स्थिर होते हैं, तारा कहलाते हैं।  
जैसे - सूर्य

Planet ग्रह → वे आकाशीय पिण्ड जो तारे के चारों ओर परिक्रमा करते हैं उसी के प्रकाश से प्रकाशित होते हैं, ग्रह कहलाते हैं।  
जैसे → पृथ्वी, बुध

Satellite उपग्रह → वे आकाशीय पिण्ड जो ग्रहों की चारों ओर परिक्रमा करते हैं।  
उपग्रह कहलाते हैं।  
जैसे → चन्द्रमा, आर्तिमिटर  
यह दो प्रकार के होते हैं

1. Natural Satellite प्राकृतिक उपग्रह → ऐसे उपग्रह जो प्रकृति द्वारा निर्मित होते हैं, प्राकृतिक उपग्रह कहलाते हैं।  
जैसे - चन्द्रमा

Artificial

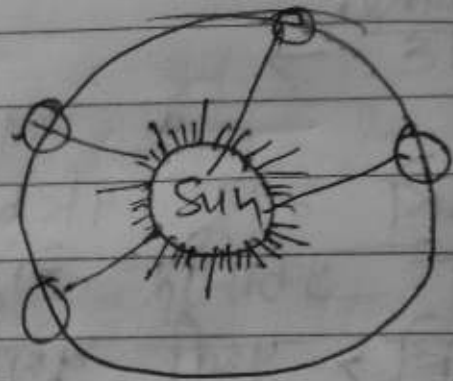
PAGE NO.:  
DATE: / /

→ कृत्रिम उपग्रह → ऐसे उपग्रह जो मानव द्वारा निर्मित होते हैं कृत्रिम उपग्रह कहते हैं।  
जैसे - आर्यभट्ट, इसरो, मौसम उपग्रह etc.

Imp

Kepler's Law

केपलर के सिद्धांत →



केपलर के तीन नियम हैं।

- 1- प्रत्येक ग्रह सूर्य के ताते और वृत्तीय या दीर्घवृत्तीय कक्षाओं में चक्कर लगाता है और सूर्य ओके फोकस पर रहता है।
- 2- ग्रह की वृत्तीय चाल नियत रहती है अर्थात् समान समय में उनके द्वारा घेरा गया कोण समान होता है।
- 3- ग्रह के परिक्रमण काल का वर्ग उनकी त्रिज्या के तृतीय घात से समानुपाती होता है।

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

$$T^2 = KR^3$$

$T =$  परिक्रमण काल  
दिना

$R =$

$K = \text{Constant}$

$$T_1^2 = KR_1^3$$

$$T_2^2 = KR_2^3$$

$T_1^2$	$=$	$\frac{R_1^3}{R_2^3}$
$T_2^2$		

$T_1 =$  पहले ग्रह का परिक्रमण काल

$T_2 =$  दूसरे ग्रह का परिक्रमण काल

$R_1 =$  पहले ग्रह की दिना

$R_2 =$  दूसरे ग्रह की सूर्य से दूरी

0. किसी ग्रह की सूर्य से दूरी पृथ्वी की 10 गुनी है तो उस ग्रह का परिक्रमण काल कितने वर्ष

$$T_1 = 1 \text{ वर्ष}$$

$$R_1 = R$$

$$T_2 = ?$$

$$R_2 = 10R$$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R^3}{(10R)^3}$$

$$\frac{(1)^2}{(T_2)^2} = \frac{R^3}{1000R^3}$$

$$T_2^2 = 1000$$

$$T_2 = \sqrt{1000}$$

$$T_2 = 10\sqrt{10}$$

$$\therefore \sqrt{10} = 3.16$$

$$T_2 = 10 \times 3.16$$

$$T_2 = 31.6 \text{ वर्ष}$$

→ Newton's law of gravitation  
न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियम



दो पिण्डों के बीच लगने वाले  
गुरुत्वाकर्षण बल उनके द्रव्यमानों के  
गुणनफल के समानुपाती तथा उनके  
बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रम  
समानुपाती होता है, यह नियम न्यूटन  
के गुरुत्वाकर्षण के नियम कहते हैं।

$$F \propto m_1 m_2 \quad \text{--- (1)}$$



$$F \propto \frac{1}{r^2} \quad \text{--- (1)}$$

इससे (1) व (2) से

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$G = \text{Constant}$

$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$F =$  गुरुत्वाकर्षण बल  
 $m_1, m_2 =$  दोनों पिण्डों के द्रव्यमान  
 $r =$  दोनों पिण्डों के बीच की दूरी  
 $G =$  सापेक्षिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक  
 $= 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$

Q:- 10 Kg और 5 Kg द्रव्यमान के दो स्थित हैं उनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल की गणना

$$m_1 = 10 \text{ Kg} \quad m_2 = 5 \text{ Kg}$$

$$r = \dots$$

$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{2.70 \times 5}{.5 \times .5}$$

$$F = 13.34 \times 10^{-9} \text{ N}$$

गुरुत्वाकर्षण बल और विद्युत बल में तुलना:

मान लिया दो जोड़न परस्पर  $r$  दूरी पर रखे हुए हैं। तो उनके बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल

$$F_g = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Kg N/m}^2$$

$$m_1 = m_2 = 1.67 \times 10^{-27}$$

$$r^2 = .5$$

$$F_g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times (1.67 \times 10^{-27})}{.5}$$

विद्युत बल

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$q_1 = q_2 = 1.6 \times 10^{-19}$$

$$4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9$$

$$F_e = 9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.67 \times 10^{-11} \times (1.67 \times 10^{-27})^2}$$

$$\boxed{\frac{F_e}{F_g} \approx 10^{40}}$$

इस प्रकार सिद्ध होता है कि  
वैद्युत बल गुरुत्वाकर्षण बल से  
लगभग  $10^{40}$  गुना अधिक प्रबल होता  
है।

केपलर के नियम से न्यूटन के  
गुरुत्वाकर्षण नियम की उत्पत्ति  
मान लिया। उच्चमान का कोई  
विण्ड किसी ग्रह के चारों ओर  
चलने के बराबर ऊँचाई में  $v$  वेग  
से चक्कर लगा रहा है तो लगाने  
वाला अभिकेंद्रिय बल

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

$$\therefore V = r\omega$$

$$\therefore V^2 = r^2 \omega^2$$

$$F = \frac{m r \omega^2}{1}$$

$$F = m r \omega^2$$

$$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

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

$$\therefore T^2 = \frac{K R^3}{F}$$

$$F = \frac{m r \cdot 4\pi^2}{K R^3}$$

$$F \propto \frac{1}{R^3} \times \frac{m}{r^2}$$

$$\frac{4\pi^2}{K} = \text{constant}$$

$$F \propto \frac{m}{r^2}$$



अर्थात् दो पिण्डों के बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल उनके द्रव्यमानों के अनुपाती तथा उनके बीच की दूरी के व्युत्क्रम वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है। यही सूत्र के गुरुत्वाकर्षण के नियम है।

Q. 40 kg तथा 80 kg के दो पिण्ड 1.5 m की दूरी पर रखे हैं। यदि इनके बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल 1 m ग्राम भार के समतुल्य गुरुत्वाकर्षण शक्ति की गणना कीजिए।

$$m_1 = 40 \text{ kg} \\ R = 1 \text{ m}$$

$$m_2 = 80 \text{ kg}$$

$$= 1 \times 10^{-6} \times 10 \\ = 10 \times 10^{-6} \text{ N}$$

Ans 2

$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = \frac{F r^2}{m_1 m_2} = \frac{10 \times 10^{-6} \times 15 \times 15}{40 \times 80}$$

$$G = 6.8 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

गुरुत्व बल (Gravitation) :- जब दो पिण्डों में एक पिण्ड स्वयं पृथ्वी हो तो इसे बीच लगाने वाले गुरुत्वाकर्षण बल को गुरुत्व बल कहते हैं।

$$F = \frac{G M m}{R^2}$$

$$M = 6 \times 10^{24}$$

$$R = 6.4 \times 10^6$$

गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता :-

किसी पिण्ड के खेकाक उद्यमान पर लगाने वाले गुरुत्वाकर्षण बल को गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं। इसे  $I$  से प्रदर्शित करते हैं। और इसका मात्रक  $N/kg$  है।

$$I = \frac{F}{m}$$

मिनि

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

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

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

Q. 100 kg तथा 1 kg के दो पिण्ड इनके बीच 1m की दूरी पर रखे हैं। इनके बीच की विलंबिनीय बल की तीव्रता 0 होगी।

$$m_1 = 100 \text{ kg} \quad m_2 = 1 \text{ kg}$$

$$r = 10$$

$$r = 1 \text{ m}$$

$$I_1 = \frac{6 \times 100}{r^2} \quad \text{--- (i)}$$

$$I_2 = \frac{6 \times 1}{(1-r)^2} \quad \text{--- (ii)}$$

समी ① व ② से

$$\frac{6 \times 100}{r^2} = \frac{6 \times 1}{(1-r)^2}$$

$$\frac{10}{n} = \frac{1}{1.101}$$

$$10 - 10n = 1$$

$$10 + n = 10$$

$$11n = 10$$

$$n = \frac{10}{11}$$

$$n = 0.99 \text{ m}$$

$$= 9.9 \text{ cm}$$

गुरुत्वीय त्वरण :-

एक ठोस अवयवान के पिण्ड पर लगने वाला गुरुत्व बल गुरुत्वीय त्वरण कहलाता है। इसे  $g$  से उदाहरित करते हैं। और इसका मान  $9.8 \text{ m/s}^2$  या  $9.8 \text{ मी/से}^2$  होता है।

$$g = \frac{F}{m}$$

$$F = \frac{G m_1 m_2}{R^2}$$

$$g = \frac{G m_1 m_2}{R^2 \cdot m}$$



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

किसी ग्रह का द्रव्यमान पृथ्वी का 3 गुना और त्रिज्या पृथ्वी की दो गुनी है तो उस ग्रह पर गुरुत्वीय त्वरण का मान कितना होगा यदि पृथ्वी पर त्वरण  $9.8 \text{ m/sec}^2$  है।

$$g = \frac{G M}{R^2} \Rightarrow 9.8 = \frac{G M}{R^2} \quad \text{--- (i)}$$

$$M = 3M_e$$

$$R = 2R_e$$

$$g' = \frac{G M}{R^2} \quad \text{--- (ii)}$$

$$g' = \frac{G \times 3M_e}{(2R_e)^2} \quad \text{--- (iii)}$$

समी (iii) का मान समी (i) में  $2.45$

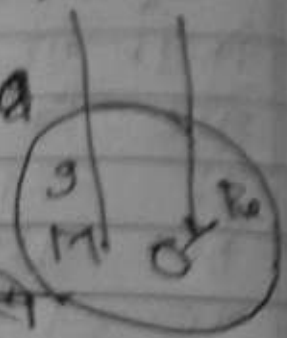
$$\Rightarrow g' = \frac{3 \times 9.8}{4}$$

$$g' = 7.35 \text{ m/sec}^2$$

Q. 1-

गुरुत्वीय त्वरण के मान में परिवर्तन  
क्याई पर जाने से:

मान लिया है की ज  
उच्चान मे तथा त्रिज्या  
T तथा इसकी सतह  
पर गुरुत्वीय त्वरण  
g है इसकी सतह से  
h ऊंचाई पर जाने पर गुरुत्वीय  
त्वरण g' रह जाता है



$$g = \frac{G M}{R^2} \quad \text{--- (I)}$$

$$g' = \frac{G m}{(R+h)^2} \quad \text{--- (II)}$$

समी (II) में समी (I) का मान  
देने पर

$$\frac{g'}{g} = \frac{G M / (R+h)^2}{G M / R^2}$$

$$\frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

खति

$$\frac{g'}{g} > \frac{1}{\left(\frac{Re + h}{Re}\right)^2}$$

$$\frac{g'}{g} > \frac{1}{\left(\frac{Re + h}{Re}\right)^2}$$

$$\frac{g'}{g} > \frac{1}{\left(\frac{1 + \frac{h}{Re}}{1}\right)^2}$$

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

$$\therefore 1 + \frac{h}{Re} > 1$$

$$\therefore g' < g$$

इस प्रकार सिद्ध होता है कि ऊपर  
पर जाने से गुरुत्वीय त्वरण का  
मान घटता है।

अ- पृथ्वी की सतह से किना ऊपर  
जाने पर गुरुत्वीय त्वरण का मान  
पृथ्वी का आधा रह जायेगा

गहराई में जाने से गुरुत्वीय ललाट के मान में परिवर्तन →

मान लिया: पृथ्वी का

द्रव्यमान  $M_e$  त्रिज्या  $R_e$

तथा इसके सतह

पर गुरुत्वीय ललाट

का मान  $g$  गहराई

में जाने से इसका द्रव्यमान  $M_e'$

गुरुत्वीय ललाट  $g'$  तथा त्रिज्या ( $R_e'$ )

रह जाता है।

पृथ्वी की सतह पर! -

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

∴  $M_e = \text{आयतन} \times \text{घनत्व}$

$$= \frac{4}{3} \pi R_e^3 \times \rho$$

$$g = \frac{G \cdot \frac{4}{3} \pi R_e^3 \cdot \rho}{R_e^2}$$

$$g = \frac{4}{3} \pi R_e \rho$$

$$g = \frac{4}{3} \pi R_e \rho$$

$$g = \frac{4}{3} \pi R_e \rho - (1)$$



गहराई -  $h$

$$g' = \frac{G M_{\text{enc}}}{(R_e - h)^2}$$

$$g' M_{\text{enc}} = \frac{4}{3} \pi (R_e - h)^3 \rho$$

$$g' = \frac{G \frac{4}{3} \pi (R_e - h)^3 \rho}{(R_e - h)^2}$$

$$g' = \frac{4}{3} \pi G \rho (R_e - h) \quad \text{--- (1)}$$

समी (1) में समी (1) से भाग देने पर

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{4}{3} \pi G \rho (R_e - h)}{\frac{4}{3} \pi G \rho R_e}$$

$$\frac{g'}{g} = \frac{R_e - h}{R_e}$$

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

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

$$\therefore 1 - \frac{h}{R_e} < 1$$

$g' < g$  इस प्रकार विध्य होता है  
 वही गहराई में जाने पर गुरुत्वीय  
 लवण घट जाता है।  
 पृथ्वी की सतह से किता नीचे  
 जाने पर गुरुत्वीय लवण का मान  
 पृथ्वी का आधा रह जायेगा,

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

$$h = ?$$

$$g' = 5 \text{ m/s}^2$$

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

$$5 = 10 \left(1 - \frac{h}{R_e}\right)$$

$$\frac{1}{2} = 1 - \frac{h}{R_e}$$

$$\frac{h}{R_e} = 1 - \frac{1}{2}$$

$$\frac{h}{R_e} = \frac{1}{2}$$

$$h = \frac{R_e}{2}$$

$$\therefore R_e = 6400$$

$$h = \frac{6400}{2} = 3200 \text{ km}$$

①

$$R_e = 6400$$

$$h = 1600$$

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

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

$$g' = 10 \left(1 - \frac{1600}{6400}\right)$$

$$g' = 10 \left(1 - \frac{1}{4}\right)$$

$$g' = 10 \times \frac{3}{4} = \frac{30}{4} = 7.5 \text{ m/s}^2$$

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा

पिण्ड को अनन्त से पृथ्वी की सतह  
कक्षा में लाने में किया गया  
कार्य गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा  
कहा जाता है। इसे  $U$  से उदाहरित  
करते हैं। इसका मान जड़त्वात्मक  
व इसका मापक जूल है।

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

$U$  = गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा

$M, m$  = पृथ्वी का द्रव्यमान =  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$

$R_e$  = पृथ्वी की त्रिज्या =  $6400 \text{ km}$

$G$  = सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक

एक  $100 \text{ kg}$  के पिण्ड के गति  
 > पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय  
 स्थितिज ऊर्जा की गणना कीजिए

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

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

$$= - \frac{6.67 \times 10^{13} \times 10^2}{33.96 \times 10^{12}}$$

$$= - \frac{6.67 \times 10^3}{33.96}$$

$$= - \frac{667 \times 10^3}{3396} = -1170 \text{ जूल}$$

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक :-

मान लिया पृथ्वी का

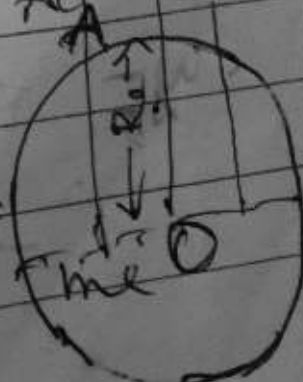
द्रव्यमान  $M$  तथा इसका

केंद्र  $O$  हो। द्रव्यमान  $m$

के पिण्ड को पृथ्वी

के केंद्र से अलग

तक ले जाया जाता है





अनन्त तक की दूरियों A, B, C, D के संकेतों से दिखाया गया है जिसमें प्रथी के केंद्र से दूरियां क्रमशः  $R_1, R_2, R_3, R_4$  हैं।

(.) A पर गुरुत्वाकर्षण बल  $= F_A = \frac{GMm}{R_2^2}$

(.) B पर गुरुत्वाकर्षण बल  $= F_B = \frac{GMm}{R_1^2}$

$F_A$  और  $F_B$  के बीच  $R_2$  गुरुत्वाकर्षण बल  $>$

$$F_{AB} = \sqrt{F_A^2 + F_B^2}$$

$$F_{AB} = \sqrt{\frac{GMm}{R_2^2} + \frac{GMm}{R_1^2}}$$

$$F_{AB} = \frac{GMm}{R_2 R_1} \quad (1)$$

अतः B के बीच किया गया कार्य

W =  $F_{AB} \times$  विस्थापन  
 $= \frac{GMm}{R_2 R_1} (R_2 - R_1)$

WAB =  $G M m \left( \frac{R_1 - R_e}{R_e R_1} \right)$

WAB =  $G M m \left( \frac{1}{R_e} - \frac{1}{R_1} \right)$  - (1)

इसी प्रकार

WBC =  $G M m \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$  -

WCD =  $G M m \left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3} \right)$  -

W द्वारा किया गया कुल कार्य

$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD}$  - - -

$W = G M m \left( \frac{1}{R_e} - \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3} \right)$   
 - - - RTH

$W = G M m \times \frac{1}{R_e}$

$- W = 4$

$42 = \frac{G M m}{R_e}$

गुरुत्वीय विभव (gravitational Potential) को मानक स्थिति में लाने की प्रक्रिया को गुरुत्वीय विभव माना जाता है। इस प्रक्रिया में पृथ्वी की कक्षा तक लाया जाता है तो पिण्ड के कक्षा के उच्च मान पर किया गया कार्य गुरुत्वीय विभव कहलाता है। इसे  $V$  से प्रदर्शित करते हैं। और इसका जूल/किग्रा है।

$$V = - \frac{GMm}{R_e}$$

$V$  = गुरुत्वीय विभव

$G$  = गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक

$m$  = पृथ्वी का द्रव्यमान  $6 \times 10^{24}$

$R_e$  = पृथ्वी की त्रिज्या =  $6400$

0.. पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय विभव की गणना कीजिए

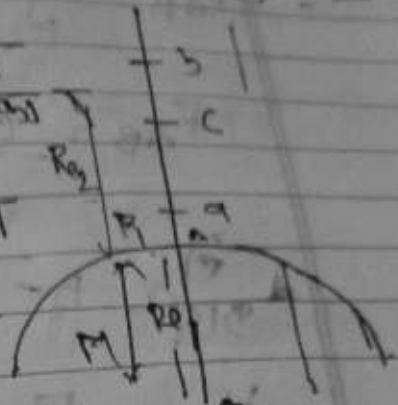
$$V = - \frac{GMm}{R_e}$$

$$= - \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6}$$

$$= - \frac{6.67 \times 6 \times 10^7}{6.4}$$

गुरुत्वीय विभव के लिए मानक :-

मान लिया पृथ्वी का  
 व्यास  $2R$  तथा द्रव्यमान  $M$   
 केन्द्र  $O$  के बिन्दु को  
 व्यास तक ले जाया  
 जाता है अक्ष की  
 दूरियों को  $R_1, R_2, R_3$   
 आवि अक्षों से दूरियों  
 दिया गया है। जिसकी पृथ्वी की  
 केन्द्र से दूरियाँ क्रमशः  $R_1,$   
 $R_2$  से आवि है।



$R_1, R_2, R_3$   
 (i) A पर गुरुत्वाकर्षण बल

$$F_A = \frac{GMm}{R^2}$$

(ii) B पर गुरुत्वाकर्षण बल

$$F_B = \frac{GMm}{R^2}$$

A B के बीच गुरुत्वाकर्षण बल  
 $F_{AB} = \sqrt{F_A^2 + F_B^2}$  गुणोत्तर विधि से



PAGE NO.:  
DATE: / /

$$F_{AB} = \int \frac{G M m}{R^2} \times \frac{G M m}{R^2}$$

$$F_{AB} = \frac{G M m}{R R_1}$$

ले B तक ले जाने में किया गया कार्य

$$W_{AB} = F_{AB} \times \text{विस्थापन}$$

$$W_{AB} = \frac{G M m}{R R_1} (R_1 - R_2)$$

$$W_{AB} = G M m \left( \frac{R_1 - R_2}{R R_1} \right)$$

$$W_{AB} = G M m \left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

इसी प्रकार से

$$W_{BC} = G M m \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$W_{CD} = G M m \left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

किया गया कुल कार्य

$$W \supset W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + \dots$$

$$W \supset C_{\text{Mem}} \left( \frac{1}{R_e} - \frac{1}{R_1} \right) + C_{\text{Mem}} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) + C_{\text{Mem}} \left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3} \right) + \dots$$

$$W \supset C_{\text{Mem}} \left( \frac{1}{R_e} - \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3} + \dots \right)$$

$$W \supset - \frac{C_{\text{Mem}}}{R_e}$$

$$V \supset \frac{-W}{m} \supset - \frac{C_{\text{Mem}}}{R_e m}$$

$$V \supset - \frac{C_{\text{Mem}}}{R_e}$$

- PAGE NO. :  
DATE : / /
- (क) इसकी सहायता से हमें इसका  
कार्यक्रम संचालित किये जाते हैं।  
(ख) युद्ध काल में दुश्मन देशों को  
रक्षा तैयारीयों की जानकारी आने  
की जाती है।

उपग्रह कक्षीय चाल :-

मान लिया पृथ्वी का

व्योमान  $m$  तथा

त्रिज्या  $R$  है

इसके खतरे से

$R$  अचर तक

$m$  व्योमान का

इस उपग्रह पृथ्वी की परिक्रमा

कर रहा है जिसका कक्षीय वेग

$v_0$  है।

उपग्रह पर, गुरुत्वाकर्षण बल

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

उपग्रह पर अभिकेंद्रीय बल

$$F = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$