

डॉ मनोज कुमार श्रीवास्तव  
सेना कैडेट कॉलेज  
भारतीय सैन्य अकादमी  
देहरादून-२४८००७

[drmanojphy@gmail.com](mailto:drmanojphy@gmail.com)

सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण

# कालानुक्रम

ग्रीक ज्योतिषी एरिस्टोरकस -२५० ईसा पूर्व

मिश्र के एक प्रसिद्ध वैज्ञानिक टॉलमी -१५० ईसा वर्ष

पोलैंड के ज्योतिर्विद निकोलस कोपरनिकस -१५४० ईसा वर्ष

महान वैज्ञानिक गैलीलियो गैलिली (१५६४-१६४२)

योहननीज कैप्लर (१५७१-१६३०)

टाइको ब्राहे (१५४६-१६०१)

सर आइजक न्यूटन (१६४२-१७२७)

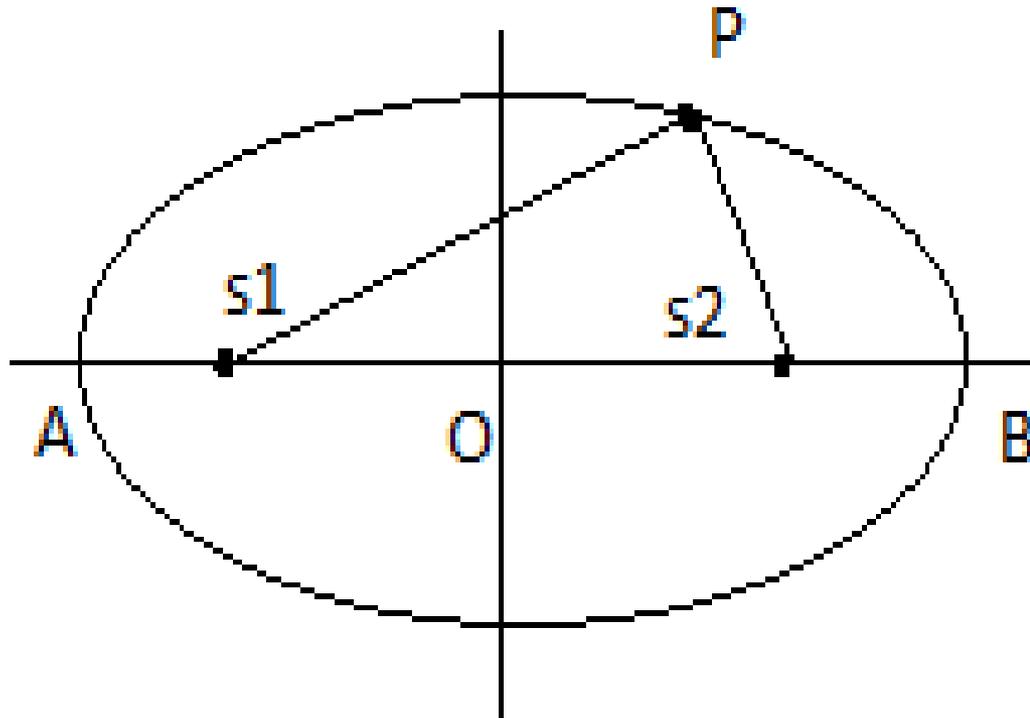
# शपथ

“मैं गैलीलियो गैलिली स्वर्गीय विसाजिओ गैलिली का पुत्र फ्लोरेंस निवासी उम्र ७० साल, कचहरी में हाजिर होकर अपने असत्य सिद्धांत का त्याग करता हूँ कि सूर्य स्वयं स्थिर रहते हुए ब्रम्हांड की गतिविधि का केंद्र है। मैं कसम खाकर कहता हूँ कि इस सिद्धान्त को अब मैं कभी नहीं मानूँगा इसका समर्थन प्रतिपादन भी अब मैं किसी रूप से नहीं करूँगा”

मौत के डर से इस महान वैज्ञानिक को अपने प्रेक्षणां द्वारा प्रमाणित सिद्धान्त से मुकरना पड़ा।

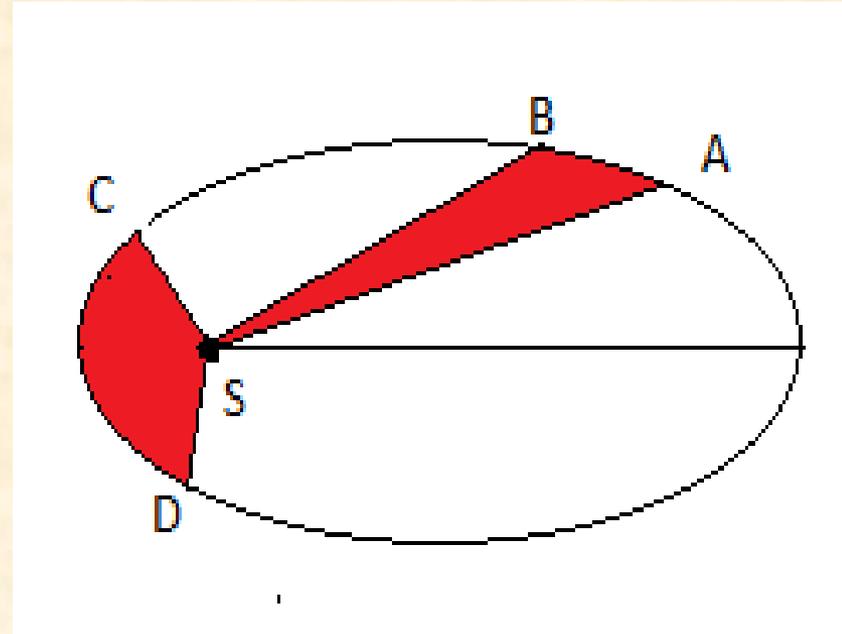
# कैप्लर के नियम

- कक्षाओं का नियम



# कैप्लर के नियम

- क्षेत्रफलों का नियम
  - ग्रहों की क्षेत्रीय चाल नियत
  - बदलती रेखीय चाल
  - कोणीय संवेग के संरक्षण



$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} r v = \frac{1}{2} m r v = \frac{L}{2m}$$

# कैप्लर के नियम

- आवर्तकालों का नियम
- ग्रह के परिक्रमण काल का वर्ग उस ग्रह द्वारा अनुरेखित अर्ध दीर्घवृत्त अक्ष के घन के समानुपाती

- $$\frac{GM_s M_p}{r^2} = \frac{M_p v_o^2}{r}$$

$$v_o = \sqrt{\frac{G M_s}{r}}$$

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

# न्यूटन का सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण का नियम

$$\frac{a_m}{g} = \frac{R_e^2}{R_m^2} \approx \frac{1}{3600}$$

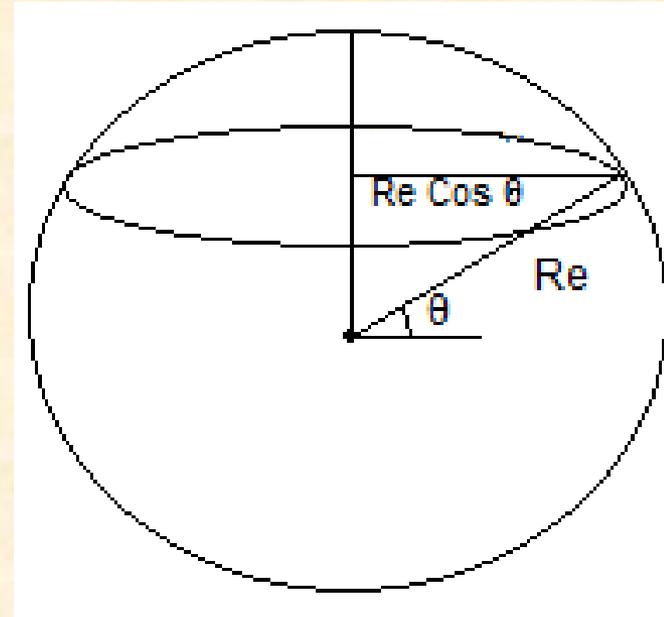
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- G एक नियतांक है जिसका मान पूरे ब्रह्माण्ड में नियत
- गुरुत्वाकर्षण बल पिंडों के बीच माध्यम पर निर्भर नहीं

# गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता या गुरुत्वीय त्वरण 'g'

$$mg = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

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



➤ पृथ्वी की सतह से ऊपर जाने पर

$$g = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$$

➤ पृथ्वी की सतह पर

➤ आकार के कारण

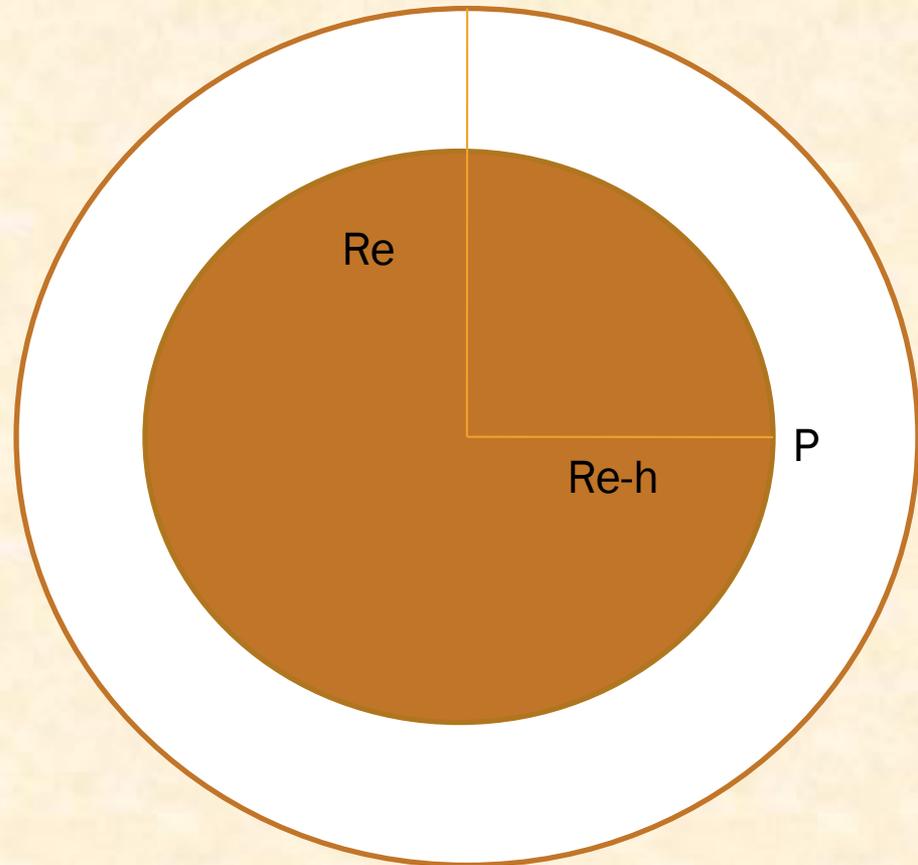
➤ घूर्णन के कारण  $g' = g - (R_e \cos \theta) \omega^2$

# गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता या गुरुत्वीय त्वरण (g)

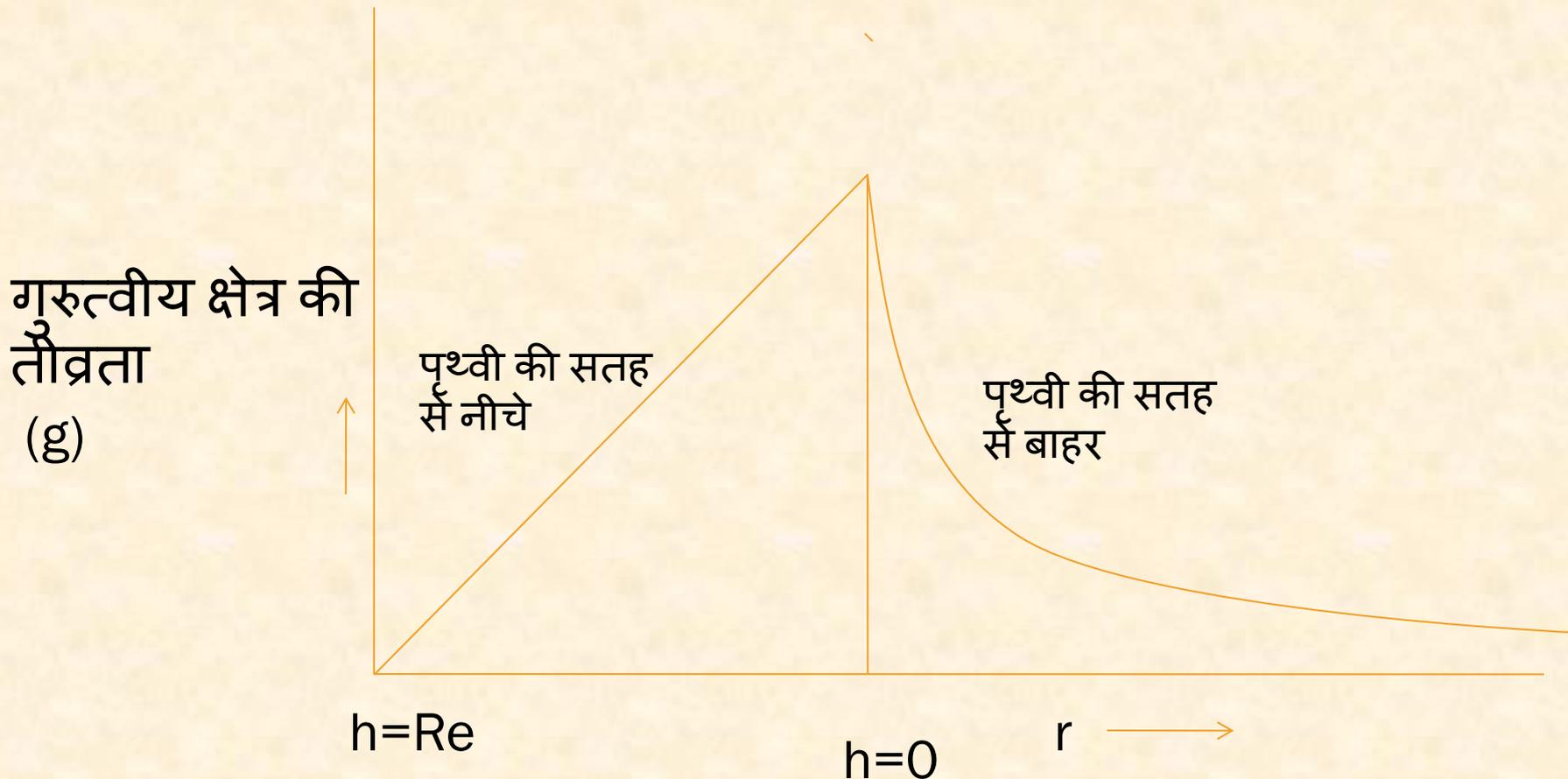
➤ पृथ्वी की सतह से नीचे जाने पर

$$g' = \frac{GM_s'}{(R_s - h)^2}$$

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



# गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता या गुरुत्वीय त्वरण (g)



# गुरुत्वीय विभव

$$\text{गुरुत्वीय विभव } (V_{\text{गुरुत्वीय}}) = \frac{W_{\infty \text{ to } r}}{m_0}$$

$$V_{\text{गुरुत्वीय}} = -\frac{GM_E}{r}$$

# गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा

- गुरुत्वीय बल एक संरक्षी बल
- अतः इस बल से उत्पन्न स्थितिज ऊर्जा का परिकलन संभव
- किसी बिंदु पर पिंड की स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करने के लिए सन्दर्भ बिंदु अनंत पर
- ऋणात्मक चिन्ह, कार्य प्राप्त होने के लिए

$$U = -\frac{GM_{\oplus}m}{r}$$

- गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का प्रचलित सूत्र  $mgh$ , दो स्थितियों (जिनके बीच दूरी  $h$  है) की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जाओं का अंतर

$$mgh = U_{R_{\oplus}+h} - U_{R_{\oplus}}$$

# पलायन चाल

$$\frac{1}{2}mv_e^2 = + \frac{GM_e m}{r}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM_e}{r}}$$

- पलायन चाल का मान पलायन करने वाली वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं

# भू-उपग्रह

- कैप्लर के नियमों पर आधारित गति

$$F_{\text{(अभिकेंद्र)}} = F_{\text{(गुरुत्वाकर्षण)}}$$

$$\frac{M_s v_o^2}{(R_e + h)} = \frac{GM_e M_s}{(R_e + h)^2}$$

- भू-स्थतिक या तुल्यकाली उपग्रह
- आवर्तकाल = २३ घंटे ५६ मिनट ४ सेकंड
- ध्रुवीय उपग्रह
- आवर्तकाल = ८५ मिनट

धन्यवाद