गुरुत्व (gravity)

- पृथ्वी द्वारा किसी वस्तु को अपने केंद्र की ओर आकर्षित करने से जो त्वरण उत्पन्न होता है, उसे **गुरुत्वीय त्वरण (Acceleration due to Gravity)** कहा जाता है।

The acceleration produced in a body due to the gravitational attraction of the Earth is called **acceleration due to gravity**.

Properties of Acceleration due to Gravity

1 Acts Vertically Downward (नीचे की ओर कार्य करता है)

• 'g' सदैव पृथ्वी के केंद्र की ओर, यानी लंबवत नीचे की ओर कार्य करता है।

'g' always acts vertically downward towards the center of the Earth.

2 Vector Quantity (सदिश राशि):

• 'g' एक सदिश राशि है क्योंकि इसमें **परिमाण (magnitude)** और **दिशा (direction)** दोनों होते हैं।

'g' is a vector quantity as it has both magnitude and direction.

3 Depends on Mass & Radius of Earth (पृथ्वी के द्रव्यमान और त्रिज्या पर निर्भर):

• $g = \frac{GM}{R^2}$,इसलिए यह पृथ्वी के द्रव्यमान (M) और त्रिज्या (R) पर निर्भर करता है।

Since $g = \frac{GM}{R^2}$,it depends on Earth's mass and radius.

of their masses.

Independent of Mass of Object (वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नही)

- सभी वस्तुएँ समान 'g' से गिरती हैं – हल्की या भारी, दोनों के लिए समान त्वरण होता है।

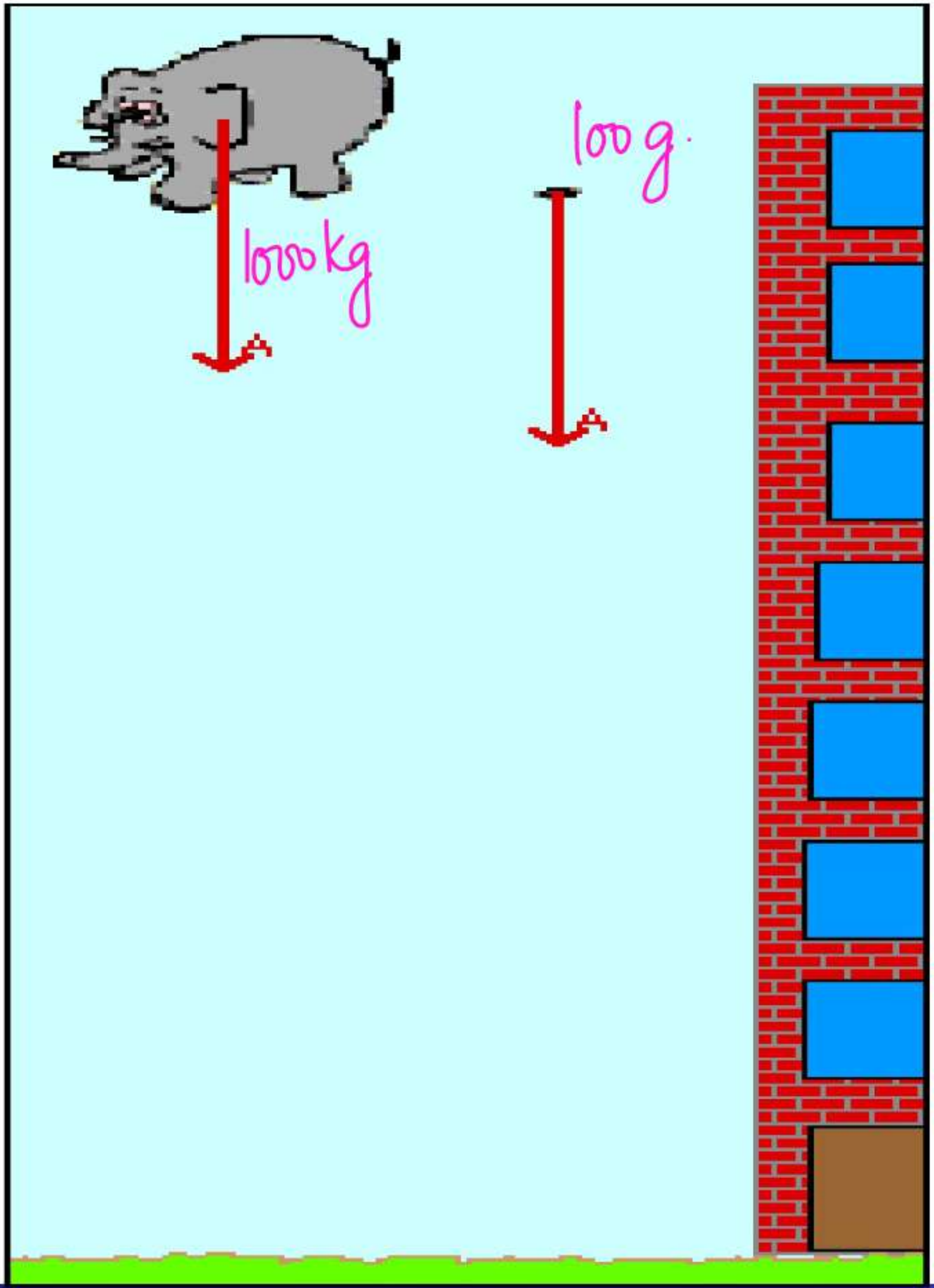
All objects fall with the same acceleration 'g', regardless of their masses.

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

$$g_e \simeq 9.8\, m/s^2$$

Earth - हर जगह Same नही

Weight / भार = $W = mg$



g के मान में परिवर्तन (Variation in the Value of g)

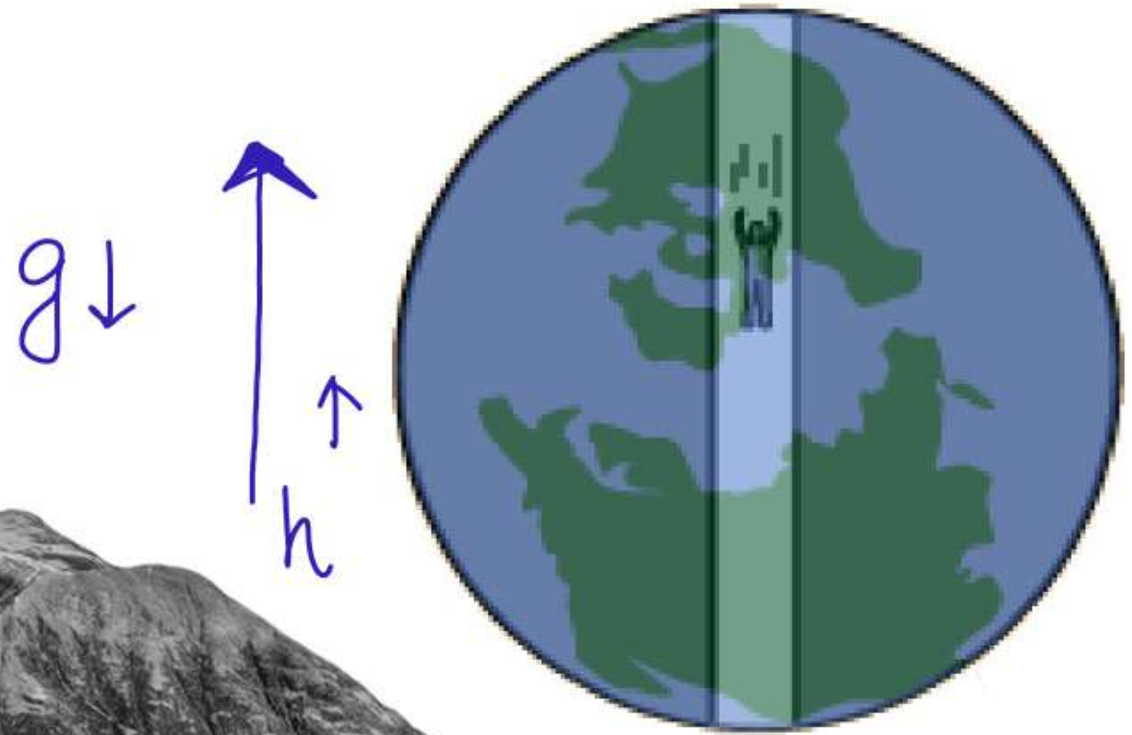
पृथ्वी की सतह से ऊपर या नीचे जाने पर g का मान घटता है।

The value of acceleration due to gravity (g) decreases as we move above or below the Earth's surface.

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

g-Value Measure → MSL — mean Sea Level — समुद्र तल ऊंचाई (सर्वाधिक)

Surface Sea



Variation of g with Altitude (ऊँचाई के साथ g में परिवर्तन)

गहराई

$d = R$

जहाँ,

d = पृथ्वी की सतह से नीचे की गहराई (Depth)

$g = \frac{Gm}{r^2}$

Explanation:

• जैसे-जैसे हम पृथ्वी के भीतर गहराई में जाते हैं, g का मान **धीरे-धीरे घटता है** और केंद्र पर **शून्य (zero)** हो जाता है।

As we go deeper inside the Earth, g decreases linearly and becomes zero at the center.

Formula:

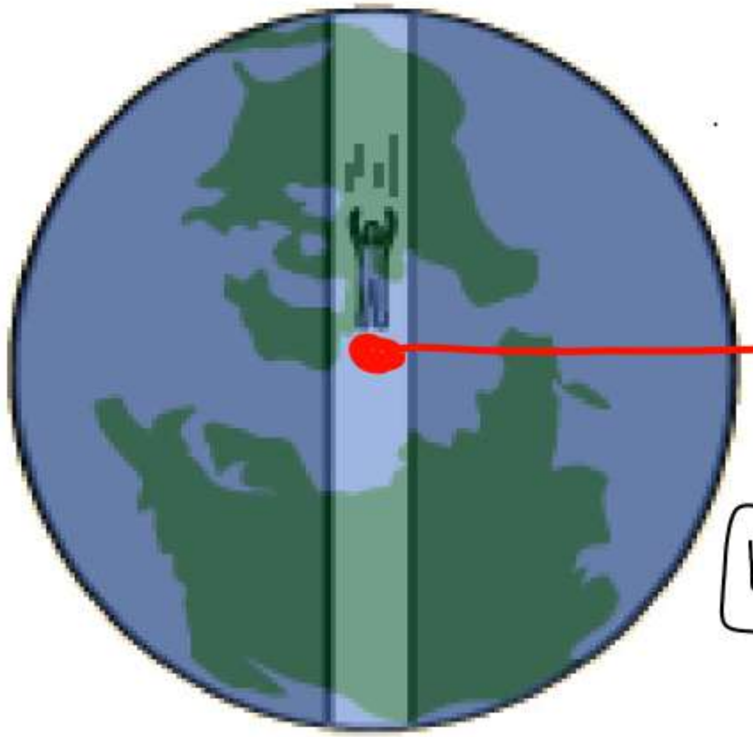
👉 $g' = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$ (for d ≪ R)

कम

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

$g' = g(1-1)$

$g' = g(0)$



$g = 0$

$W = 0$

Variation of g with Depth ~~(गहराई के साथ g में परिवर्तन)~~ ऊँचाई के साथ (Height)

जहाँ,

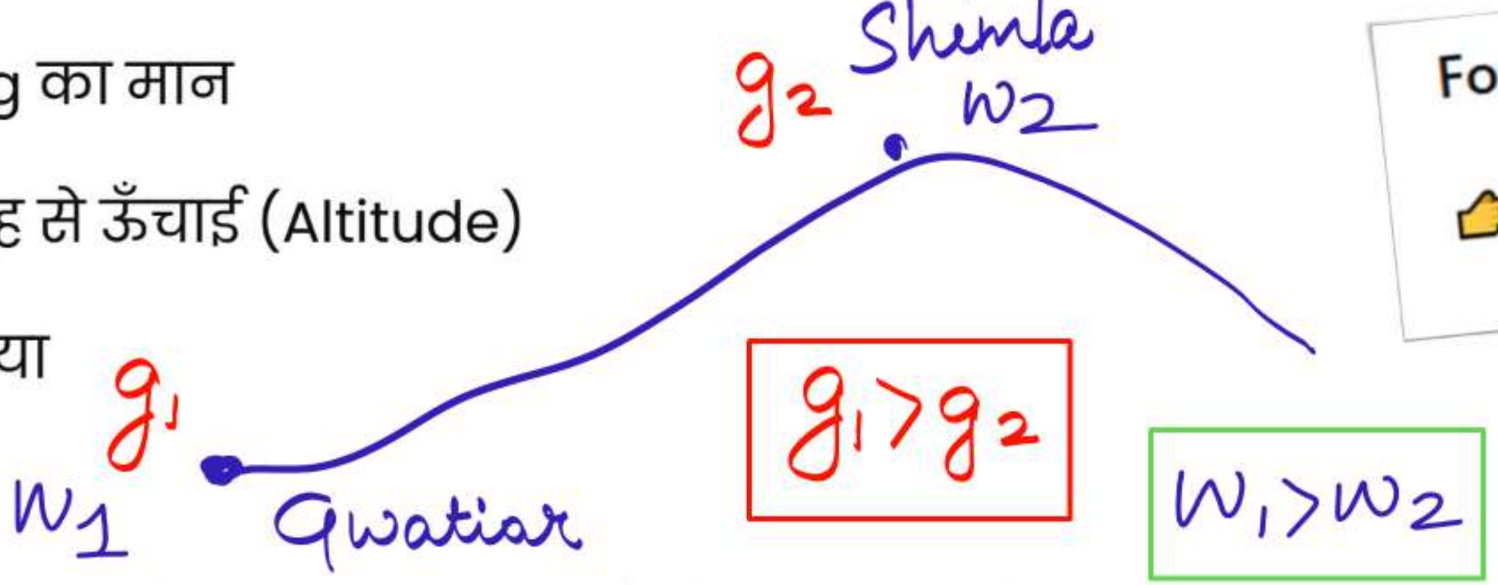
g′ = ऊँचाई h पर g का मान

h = पृथ्वी की सतह से ऊँचाई (Altitude)

R = पृथ्वी की त्रिज्या

Formula:

👉 $g' = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$ (for h ≪ R)



Explanation:

- जैसे-जैसे ऊँचाई बढ़ती है, g का मान **घटता है (decreases)**।

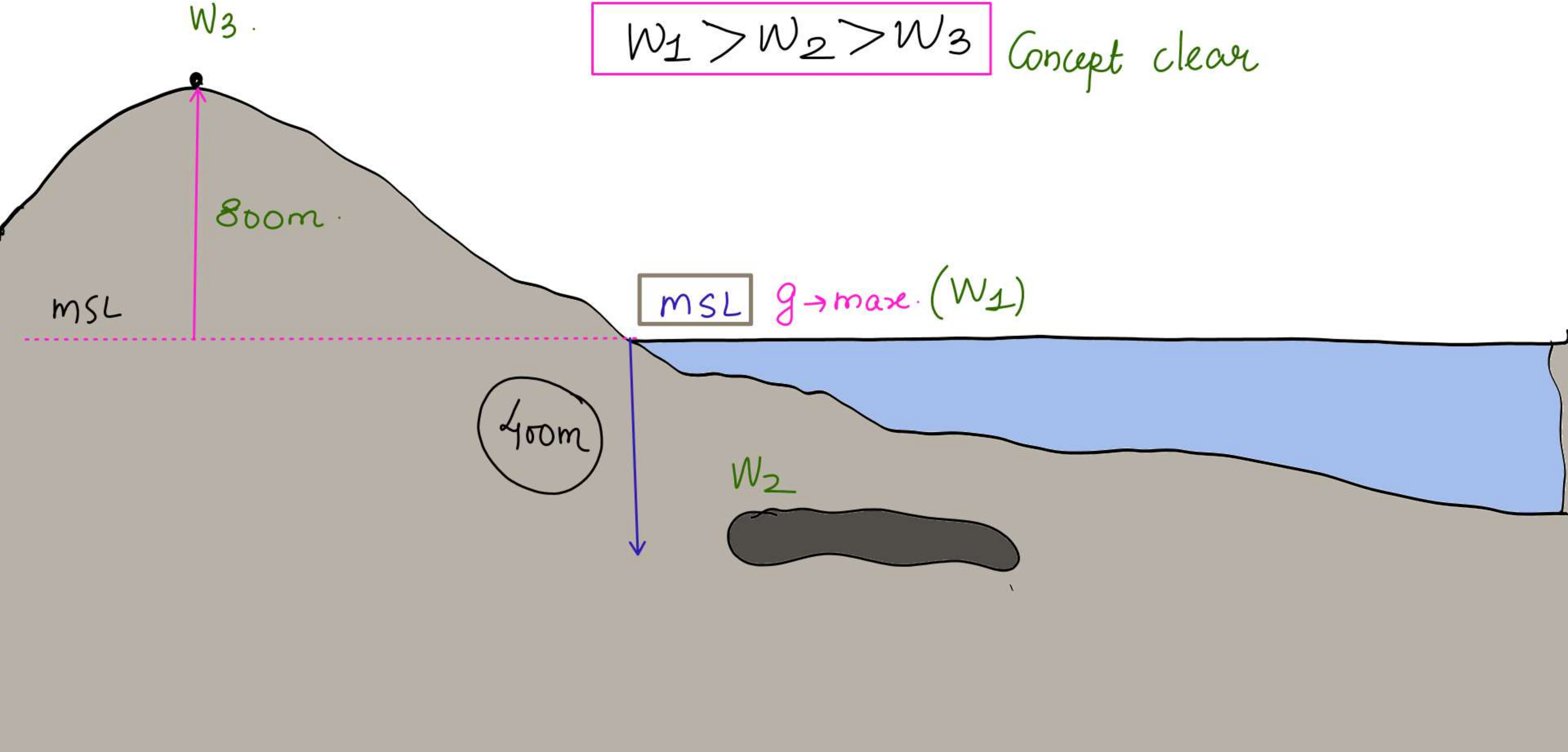
As altitude increases, the value of g decreases.

Reason:

- ऊँचाई बढ़ने पर वस्तु पृथ्वी के केंद्र से दूर हो जाती है, जिससे गुरुत्वीय आकर्षण कम हो जाता है

MSL – $g_{max} = W = mg$ = Weight (max)

$W_1 > W_2 > W_3$ Concept clear



Logic

$\downarrow g \propto \frac{1}{r} \uparrow$

$r_e > r_p$

$g_e < g_p$

Concept

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

geoid

Earth Size → Zeoid (चपटा) - Poles.

- 'g' का मान महत्तम पृथ्वी के ध्रुवों (Poles) पर होता है।

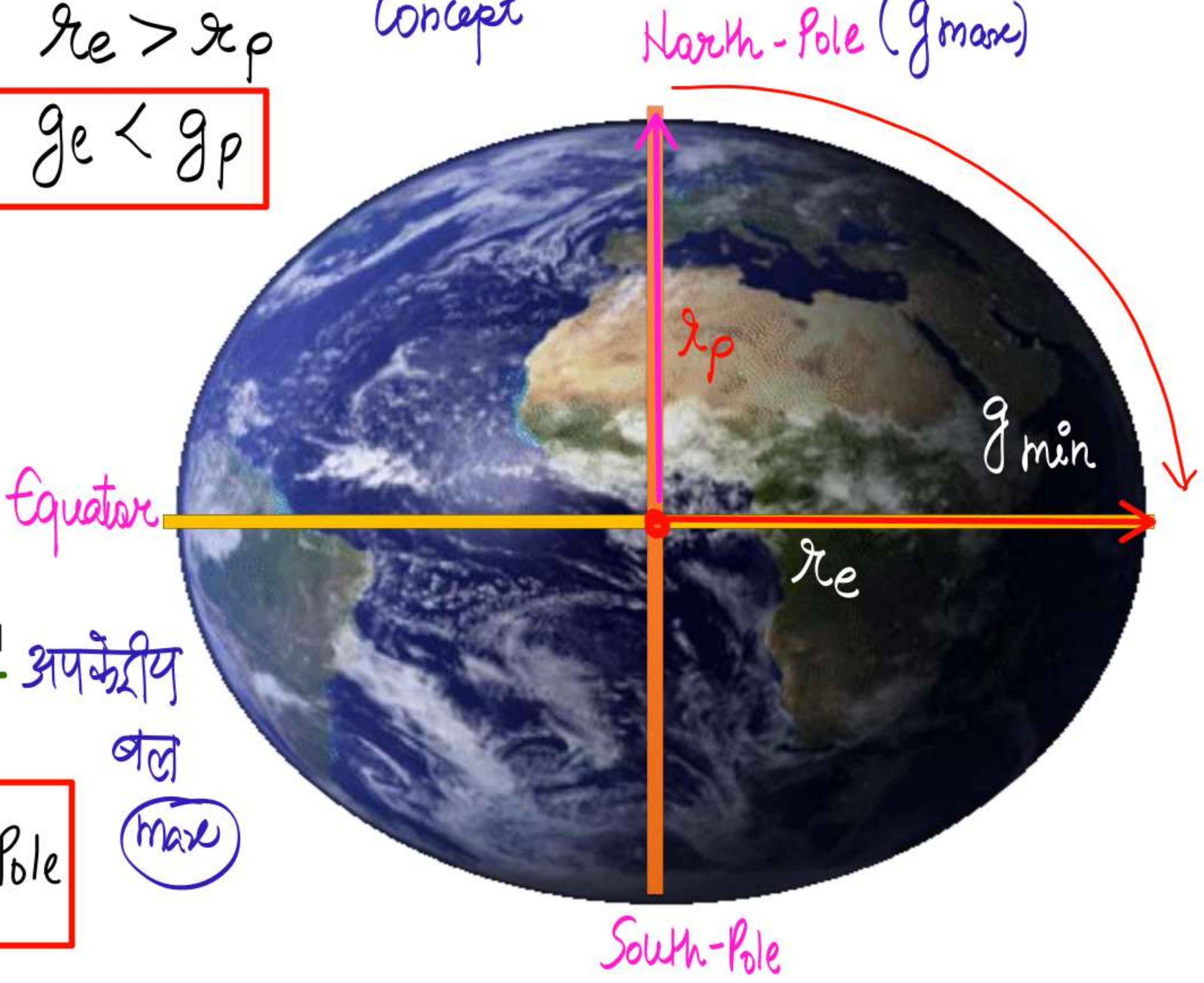
The value of 'g' is maximum at the Earth's poles.

- 'g' का मान न्यूनतम विषुवत रेखा (Equator) पर होता है।

The value of 'g' is minimum at the equator.

North Pole > South Pole

अपकेंद्रीय बल (max)



पृथ्वी के घूर्णन (Rotation) के कारण g में परिवर्तन / Variation in g due to Earth's Rotation

Rotation (घूर्णन)

Out Side Force (बाहर)

– Centrifugal (अपकेंद्रीय बल)

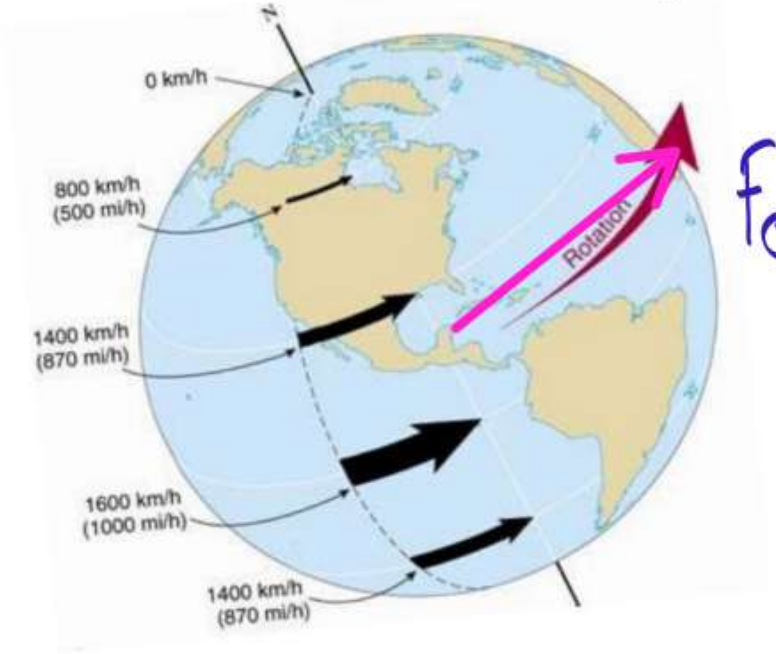
Speed → अपकेंद्रीय बल —F_c→ g को कम

- पृथ्वी की घूर्णन गति बढ़ने पर 'g' का मान घट जाता है।

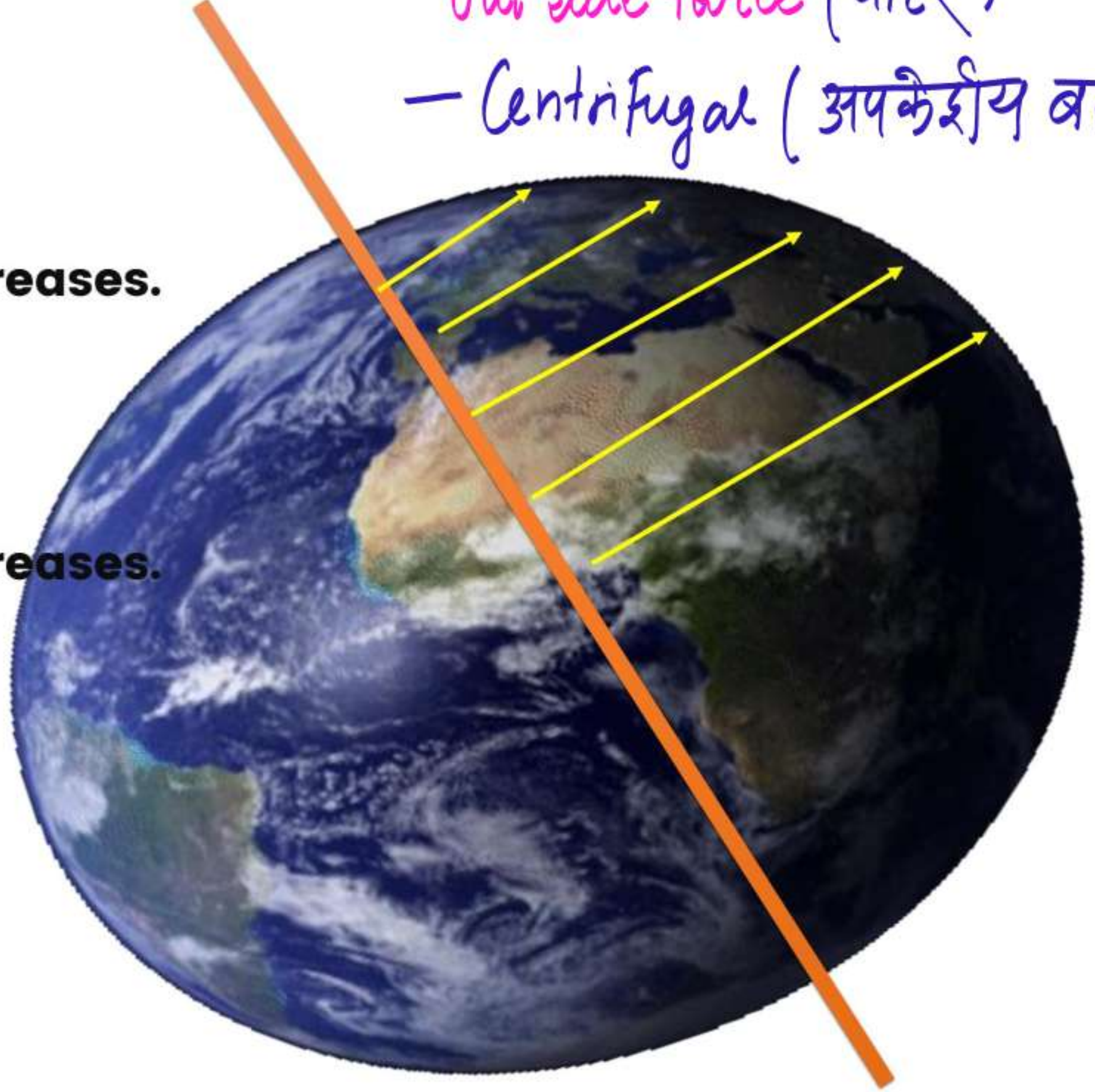
The value of 'g' decreases as the rotation speed of the Earth increases.

- पृथ्वी की घूर्णन गति घटने पर 'g' का मान बढ़ जाता है।

The value of 'g' increases as the rotation speed of the Earth decreases.



f_c → ← g



• यदि पृथ्वी अपनी वर्तमान कोणीय चाल से 17 गुनी अधिक चाल से घूमने लगे, तो भूमध्य रेखा पर रखी हुई वस्तु का भार शून्य हो जाएगा।

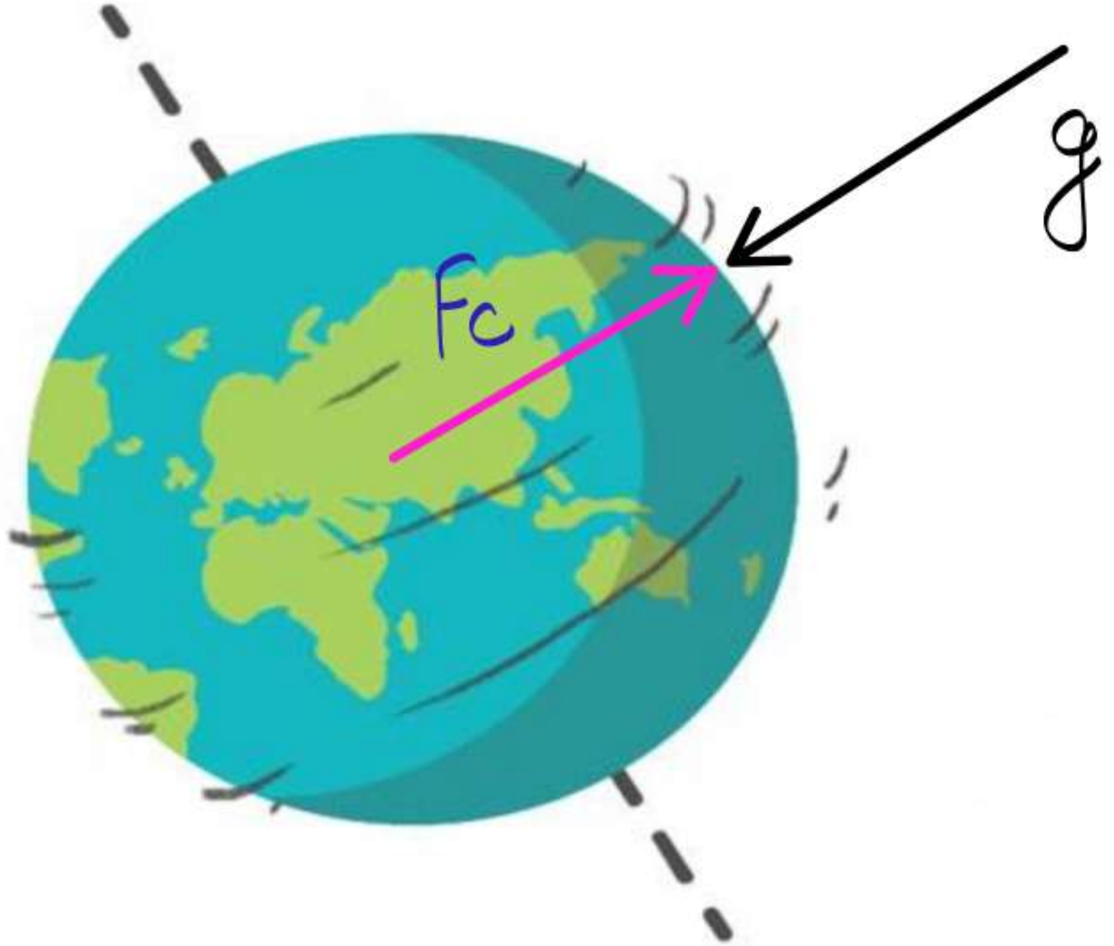
If the Earth starts rotating at a speed 17 times greater than its present angular speed, then the weight of an object placed at the equator will become zero.

$g = 0$ equator → Fc ← g

$W = mg$

$W = 0$

भारहीनता



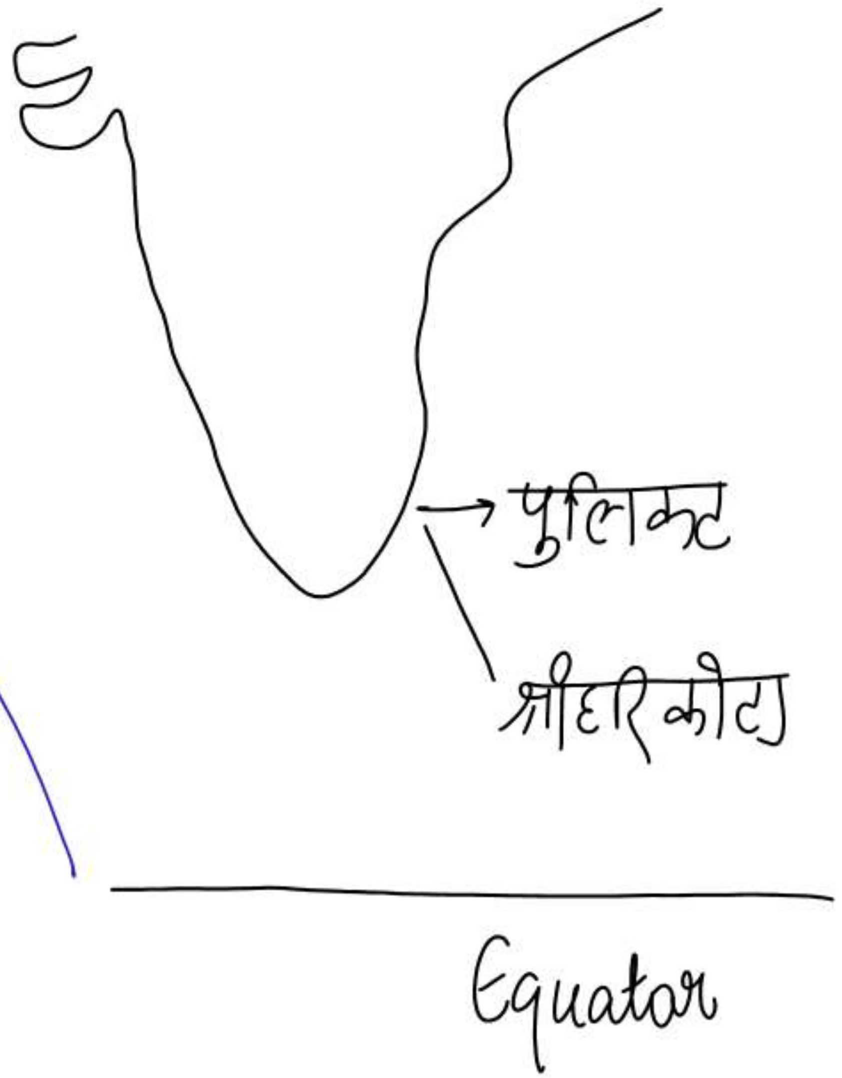
Space यान / Rocket launch

a) NP
b) SP } max
c) Equator – g min
d) ये सभी

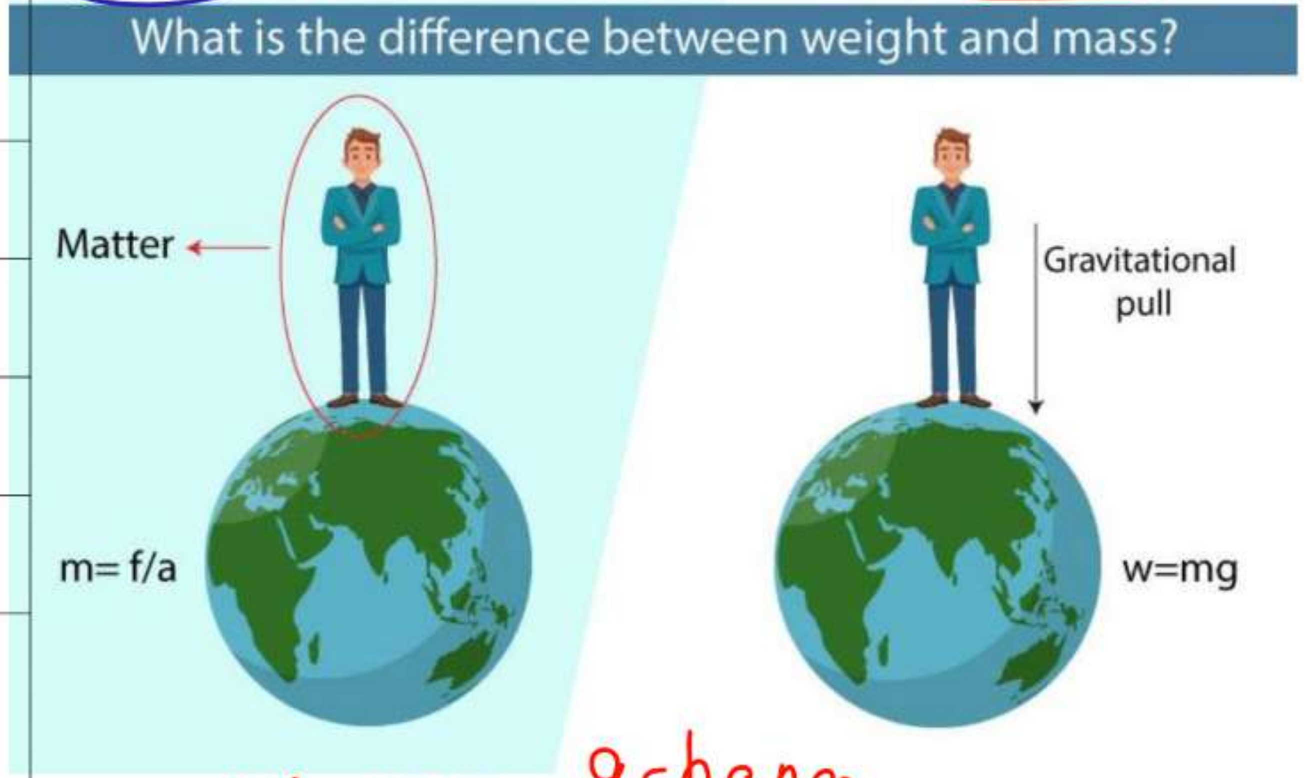
Rocket Launching Station

→ Equitorial zone (विषुवत रेखा)

↑ g min



Basis (आधार)	Mass (द्रव्यमान)	Weight (भार)
1 Definition (परिभाषा)	वस्तु में पदार्थ की मात्रा। Amount of matter in a body.	वस्तु पर पृथ्वी का गुरुत्वीय बल। Gravitational force on a body.
2 Symbol (प्रतीक)	M	W
3 Formula (सूत्र)	—	(W = mg)
4 Quantity Type (प्रकार)	अदिश (Scalar)	सदिश (Vector)
5 SI Unit (इकाई)	kg	Newton (N)
6 Constant / Variable	हर जगह समान। Constant everywhere.	स्थान अनुसार बदलता है। Changes with place.
7 Depends on (निर्भरता)	पदार्थ की मात्रा पर। On amount of matter.	गुरुत्वीय त्वरण (g) पर। On gravity (g).
8 Measured by (मापन)	Common Balance	Spring Balance



The weight of an object on the surface of the moon is 60 N. What will be its weight on the surface of the earth? चंद्रमा की सतह पर किसी वस्तु का भार 60 N है। पृथ्वी की सतह पर इसका भार कितना होगा?

$W_m = 60N$

नोट

$W_m = \frac{1}{6} \times W_E$

A. 10 N

B. 360 N

C. 100 N

D. More than one of the above

$60N = \frac{1}{6} \times W_e$

$W_e = 60 \times 6$
$= 360N$

पृथ्वी = 60N

moon = $\frac{60}{6}$ = 10N