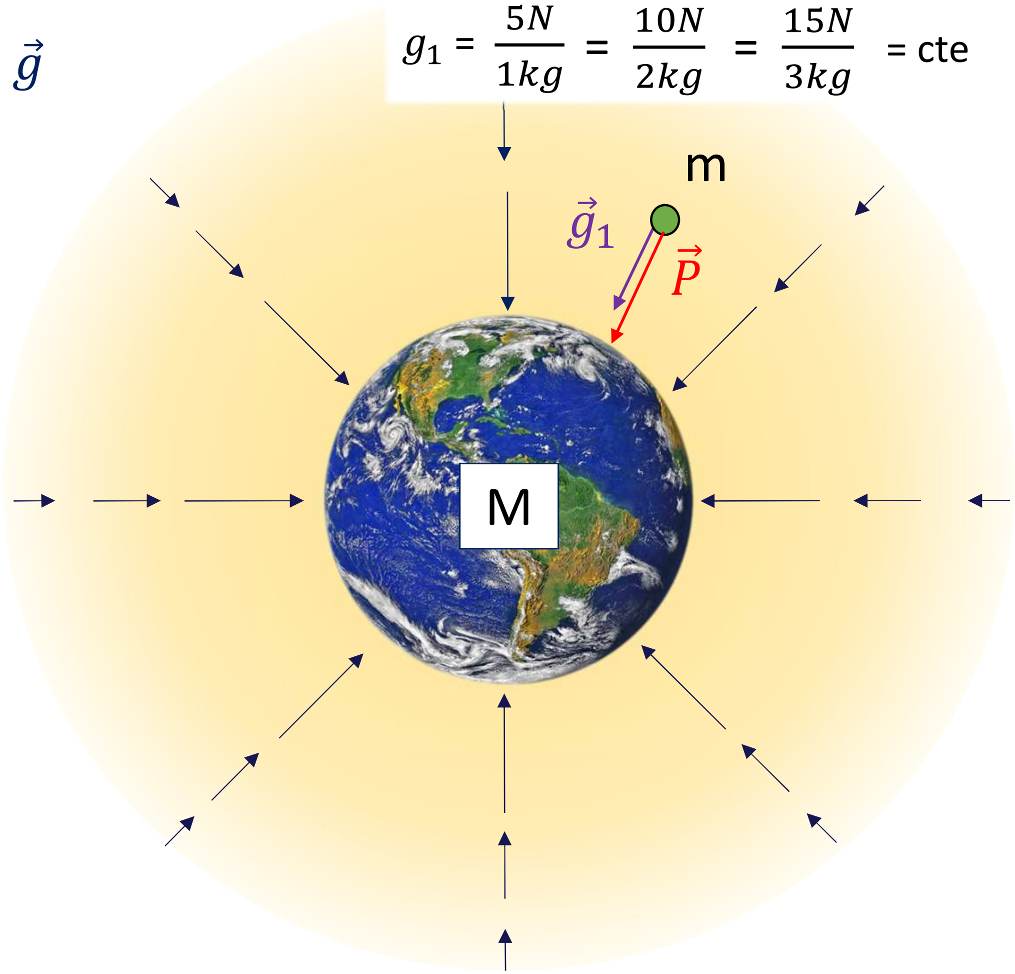
Campo gravitacional

Setor A: Aula 22 / Pg. 422 / Alfa 3

SL 02 – Teoria
SL 08 – Exercícios

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

Professor Caio – Física / Setor A



Campo gravitacional

- É um perturbação causada pela massa de um astro
- Indica uma possibilidade de força gravitacional / peso

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad \text{ou} \quad g = \frac{P}{m}$$

SI

$$\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m} \Rightarrow \frac{N}{kg}$$

$$\boxed{\vec{P} = m \, . \, \vec{g}}$$

SI: N kg $\frac{N}{kg}$

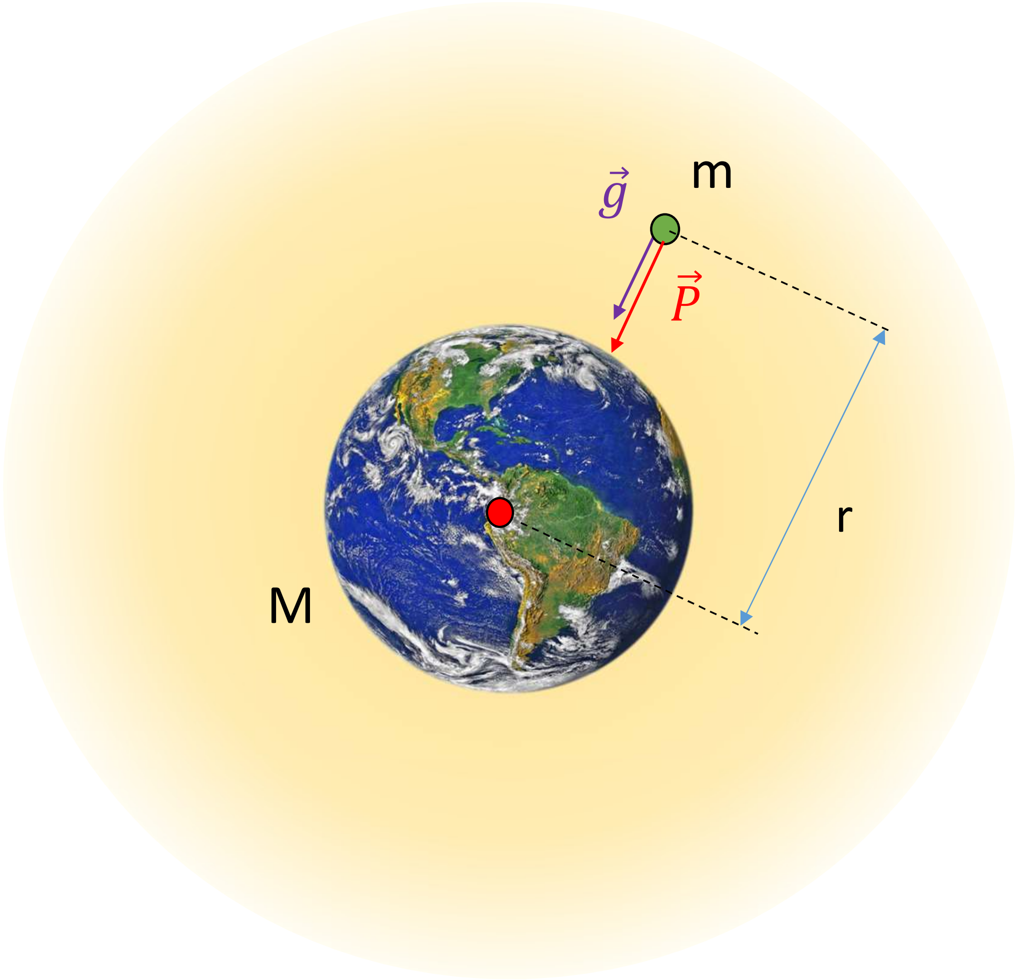
Exemplo:

$$g = 10 \frac{N}{1kg}$$

1kg ---------- 10N
2kg ---------- 20N

$$1 \frac{N}{kg} = 1 \frac{m}{s^2}$$

Campo gravitacional



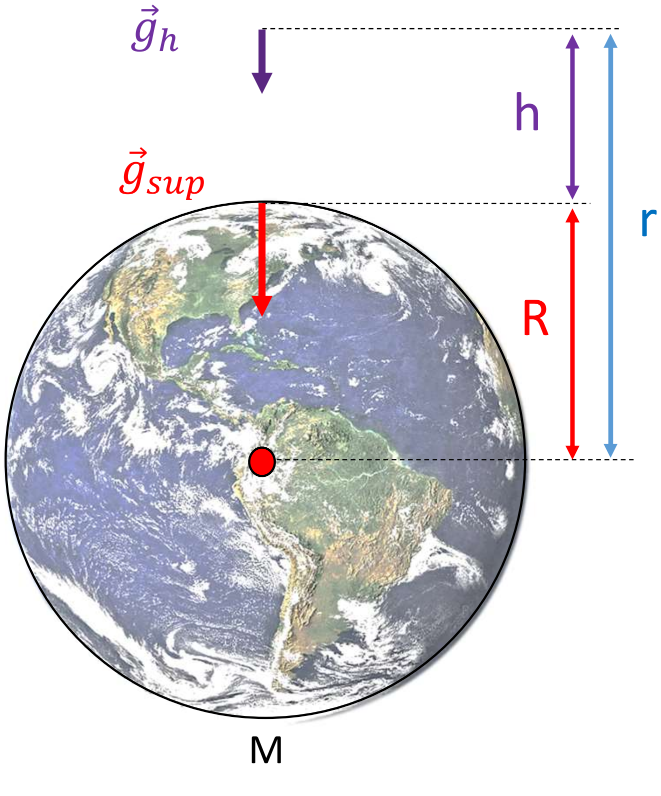
$$\underbrace{P = m.\,g \qquad F_g = G\,.\,\frac{Mm}{r^2}}$$

$$P = F_g$$

$$\cancel{m}.g = G\,.\,\frac{M\cancel{m}}{r^2}$$

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

Campo gravitacional



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

- g : intensidade – SI: m/s² ou N/kg
- M : massa do astro - SI: kg
- r ou d: distância em relação ao centro de massa do corpo
- G: constante da gravitação universal. SI: $6{,}67.10^{-11}$ N.m²/kg²

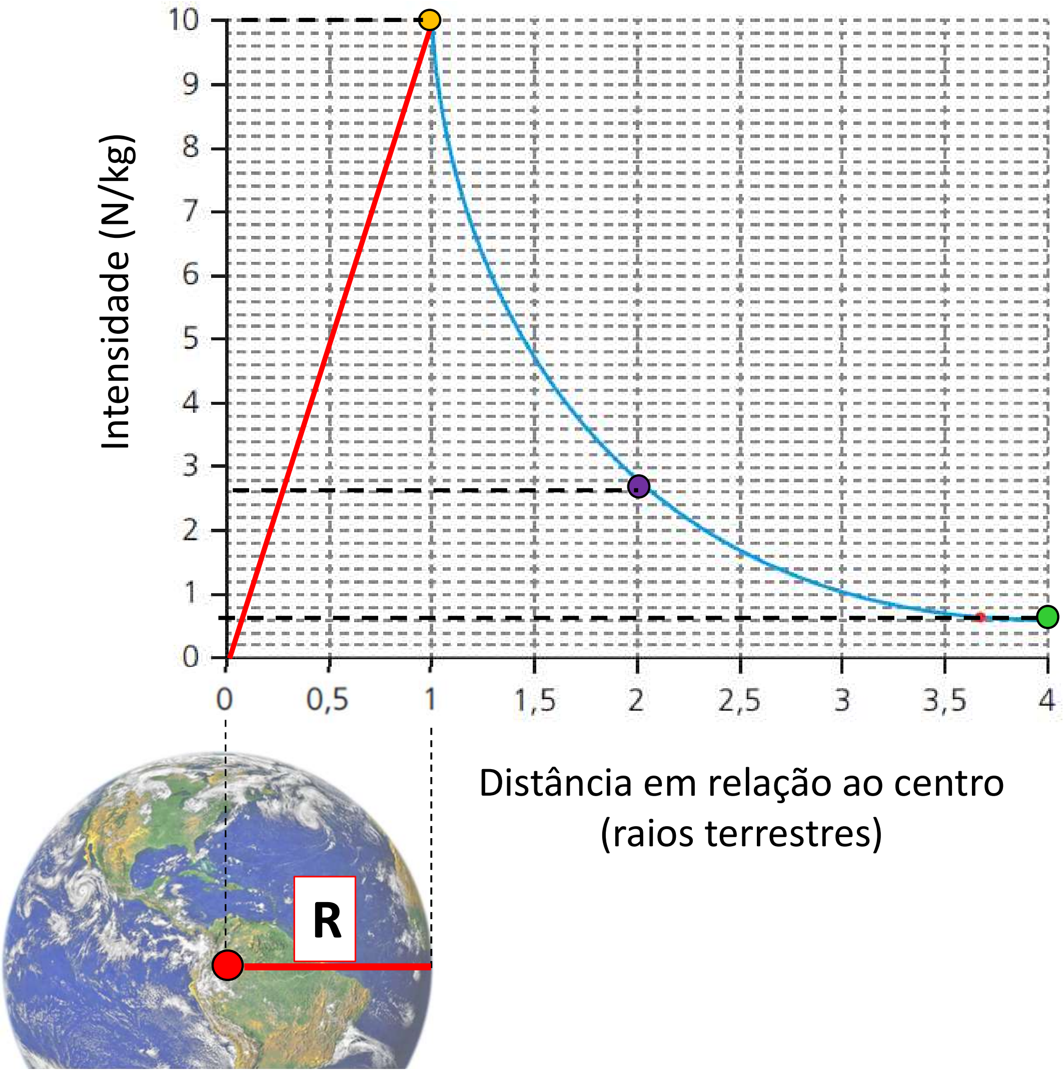
Na superfície

$$g_{sup} = \frac{GM}{R^2}$$

Para uma altura h

$$g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

Campo gravitacional terrestre - gráfico



Distância em relação ao centro
(raios terrestres)

Superfície e pontos externos

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

r = R → $g_{sup} = 10\,\frac{N}{kg}$

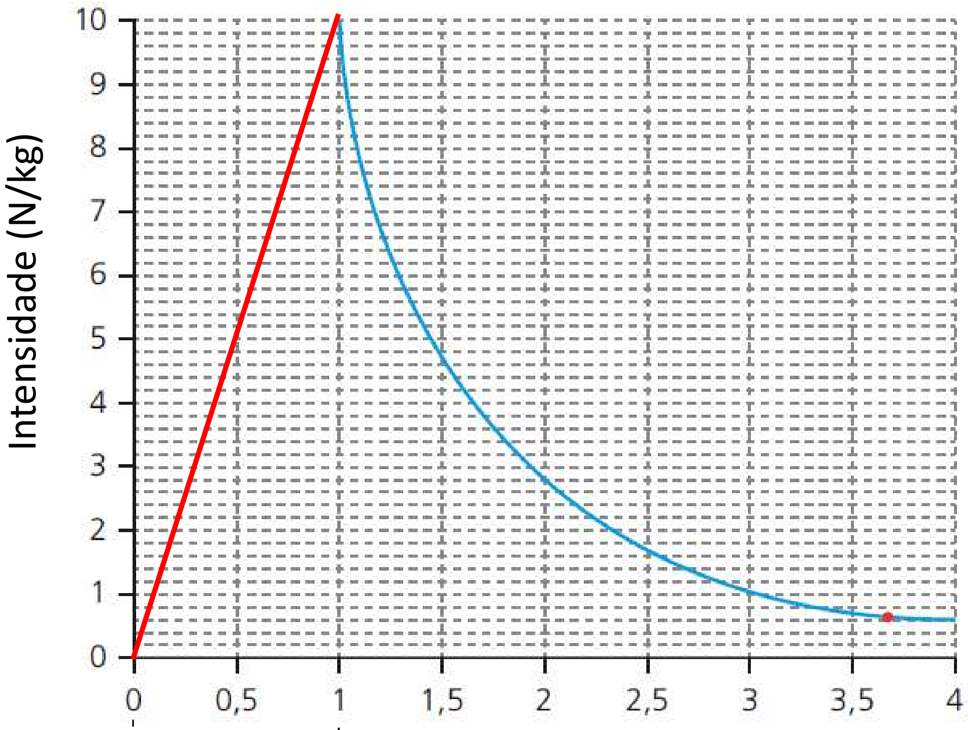
r = 2R → $g = 2{,}5\,\frac{N}{kg}$

r = 4R → $g = 0{,}625\,\frac{N}{kg}$

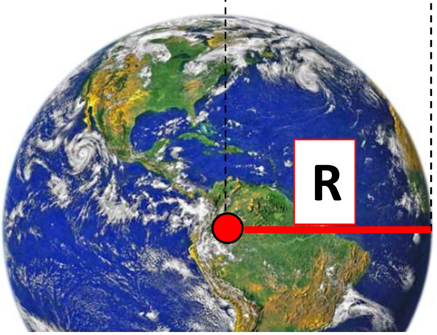
Pontos internos

$$\boxed{g = \frac{4}{3}.G\pi dr}$$

Campo gravitacional terrestre - gráfico

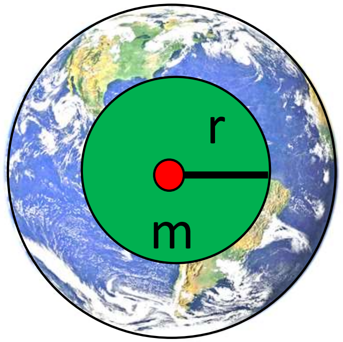


Distância em relação ao centro
(raios terrestres)



Pontos internos

$$\boxed{g = \underbrace{\frac{4}{3}.G\pi d}_{cte}\,r} \Rightarrow \uparrow g = cte\ .\ r\uparrow$$



$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

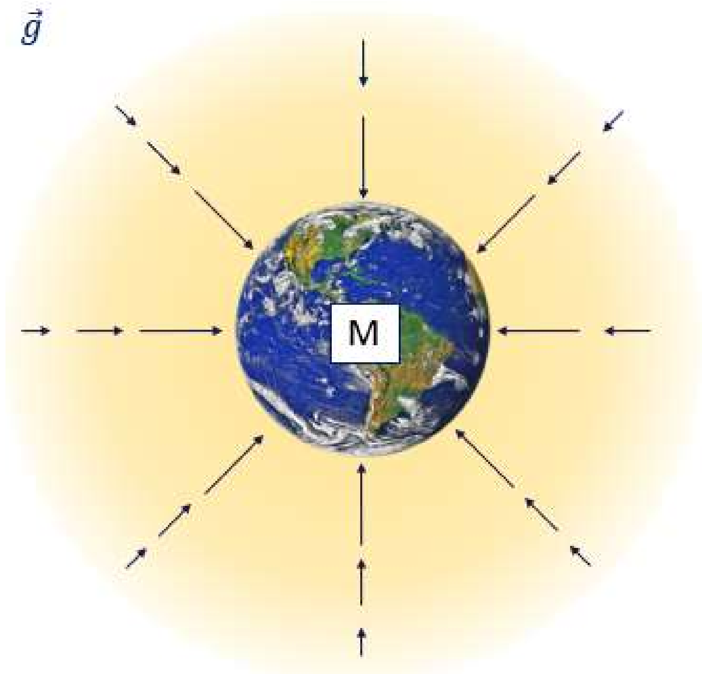
$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d.V \Rightarrow m = d.\frac{4}{3}\pi r^3$$

$$g' = G.\frac{m}{r^2} = G.\frac{1}{\cancel{r^2}}\ .\ \frac{d4\pi r^{\cancel{3}}}{3} = \frac{4}{3}\ .\ G\pi dr$$

KEEP CALM AND STUDY PHYSICS

Campo gravitacional nas proximidades da superfície do astro

Distante da superfície

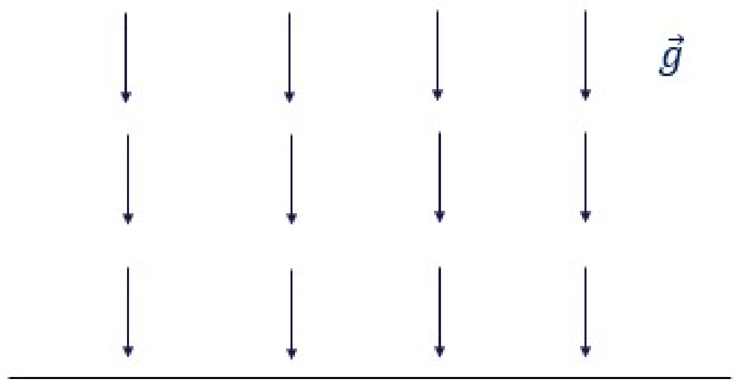


- Direção: radial
- Sentido: para o centro

- Intensidade

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

Nas proximidades da superfície



Campo gravitacional uniforme

- Direção: vertical
- Sentido: para baixo
- Intensidade g

Constantes

Exercícios

1. (UFRGS-RS) Em 23 de julho de 2015, a NASA, agência espacial americana, divulgou informações sobre a existência de um exoplaneta (planeta que orbita uma estrela que não seja o Sol) com características semelhantes às da Terra. O planeta foi denominado Kepler 452-b. Sua massa foi estimada em cerca de 5 vezes a massa da Terra e seu raio em torno de 1,6 vez o raio da Terra. Considerando g o módulo do campo gravitacional na superfície da Terra, o módulo do campo gravitacional na superfície do planeta Kepler 452-b deve ser aproximadamente igual a

a) g/2.
b) g.
c) 2g.
d) 3g.
e) 5g.

1. (UFRGS-RS) Em 23 de julho de 2015, a NASA, agência espacial americana, divulgou informações sobre a existência de um exoplaneta (planeta que orbita uma estrela que não seja o Sol) com características semelhantes às da Terra. O planeta foi denominado Kepler 452-b. Sua massa foi estimada em cerca de 5 vezes a massa da Terra e seu raio em torno de 1,6 vez o raio da Terra. Considerando g o módulo do campo gravitacional na superfície da Terra, o módulo do campo gravitacional na superfície do planeta Kepler 452-b deve ser aproximadamente igual a

a) g/2.
b) g.
c) 2g.
d) 3g.
e) 5g.

Superfície da Terra

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

Superfície de Kepler-b

$$g' = \frac{G\,.\,5M}{(1{,}6R)^2} = \frac{G\,.\,5M}{2{,}56\,R^2} = \frac{5}{2{,}56}\,\frac{GM}{R^2} \cong 2\,\frac{GM}{R^2}$$

$$\boxed{g' \cong 2\,g}$$

2. (Fuvest-SP) A Estação Espacial Internacional orbita a Terra em uma altitude h. A aceleração da gravidade terrestre dentro dessa espaçonave é:

Note e adote:

- g_T é a aceleração da gravidade na superfície da Terra.
- R_T é o raio da Terra.

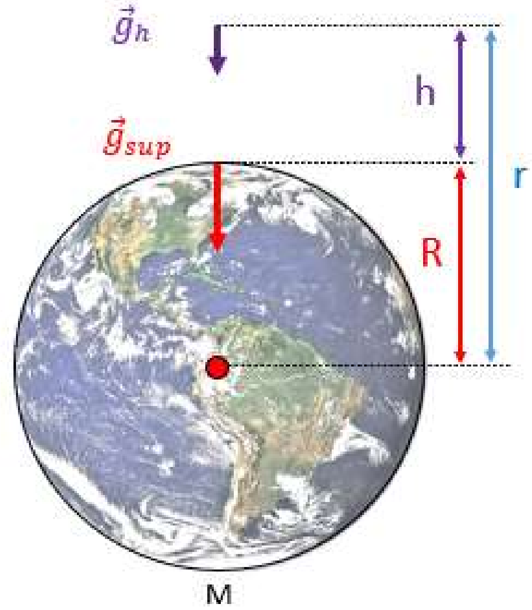
a) nula.

b) $g_T\left(\frac{h}{R_T}\right)^2$

c) $g_T\left(\frac{R_T - h}{R_T}\right)^2$

d) $\boxed{g_T\left(\frac{R_T}{R_T + h}\right)^2}$

e) $g_T\left(\frac{R_T - h}{R_T + h}\right)^2$



Na estação

$$g_e = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

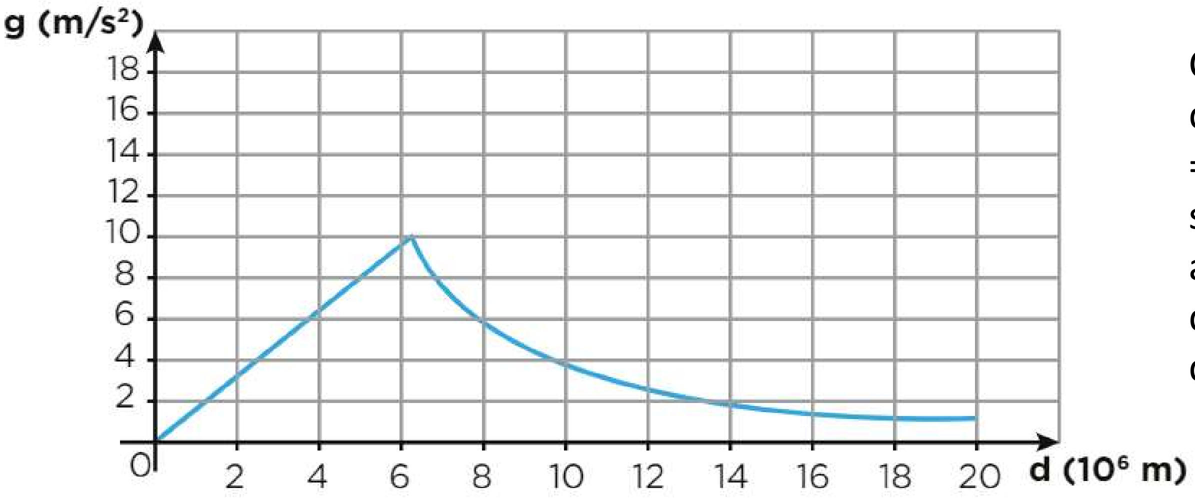
Na superfície

$$g_T = \frac{GM}{R^2}$$

$$\frac{g_e}{g_T} = \frac{\frac{\cancel{GM}}{(R+h)^2}}{\frac{\cancel{GM}}{R^2}} = \frac{1}{(R+h)^2} \cdot \frac{R^2}{1} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

$$\boxed{g_e = g_T\left(\frac{R}{R+h}\right)^2}$$

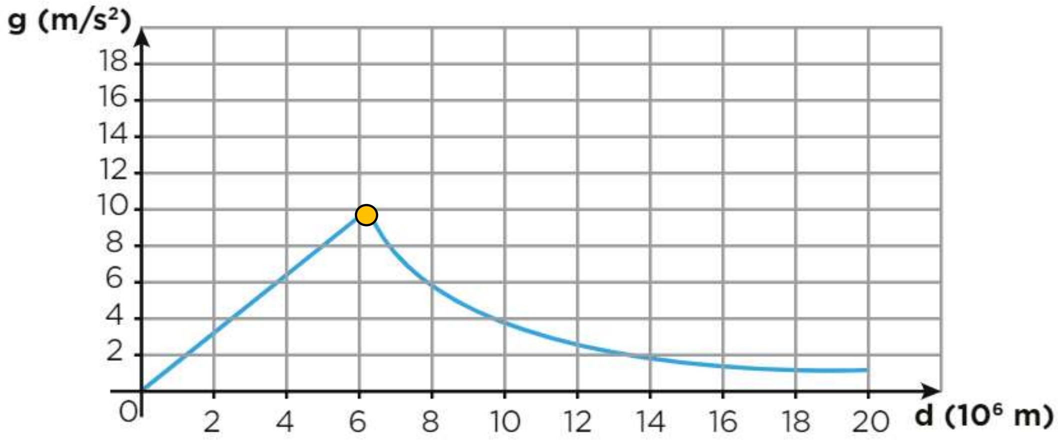
3. (Fuvest-SP) O gráfico da figura representa a aceleração da gravidade g da Terra em função da distância d ao seu centro.



Considere uma situação hipotética em que o valor do raio R_T da Terra seja diminuído para R', sendo R' = 0,8 R_T, e em que seja mantida (uniformemente) sua massa total. Nessas condições, os valores aproximados das acelerações da gravidade g_1 à distância R' e g_2 a uma distância igual a R_T do centro da "Terra Hipotética" são, respectivamente,

	g_1 (m/s²)	g_2 (m/s²)
a)	10	10
b)	8	6,4
c)	6,4	4,1
d)	12,5	10
e)	15,6	10

3. (Fuvest-SP) O gráfico da figura representa a aceleração da gravidade g da Terra em função da distância d ao seu centro.



Considere uma situação hipotética em que o valor do raio R_T da Terra seja diminuído para R', sendo R' = 0,8 R_T, e em que seja mantida (uniformemente) sua massa total. Nessas condições, os valores aproximados das acelerações da gravidade g_1 à distância R' e g_2 a uma distância igual a R_T do centro da "Terra Hipotética" são, respectivamente,

Na superfície da Terra original

$$g = \frac{GM}{{R_T}^2} = 10\ \frac{m}{s^2}$$

Na superfície da Terra hipotética (r = R' = 0,8R_T $\rightarrow g_1$)

$$g_1 = \frac{GM}{(0{,}8R_T)^2} = \frac{GM}{0{,}64{R_T}^2} = \frac{1}{0{,}64}.\frac{GM}{{R_T}^2} = \frac{1}{0{,}64}.10$$

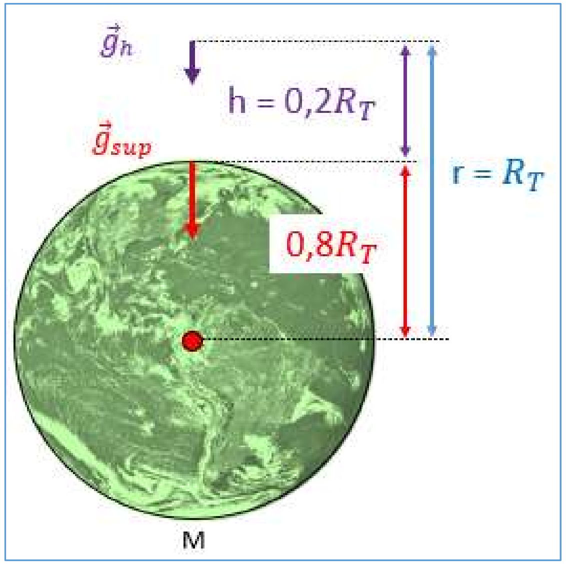
$$\boxed{g_1 = 15{,}625\ \frac{m}{s^2}}$$

A uma distância r = $R_T \rightarrow g_2$

$$g'_h = \frac{GM}{(0{,}8R_T + 0{,}2R_T)^2}$$

$$g'_h = \frac{GM}{{R_T}^2}$$

$$\boxed{g'_h = 10\ \frac{m}{s^2}}$$



4. (UEL-PR) Considerando a Terra uma esfera homogênea (densidade constante) de raio R, determine a profundidade h' em que deve ser colocado um corpo de massa m para que o seu peso seja o mesmo quando estiver situado a uma altura h da superfície da Terra.

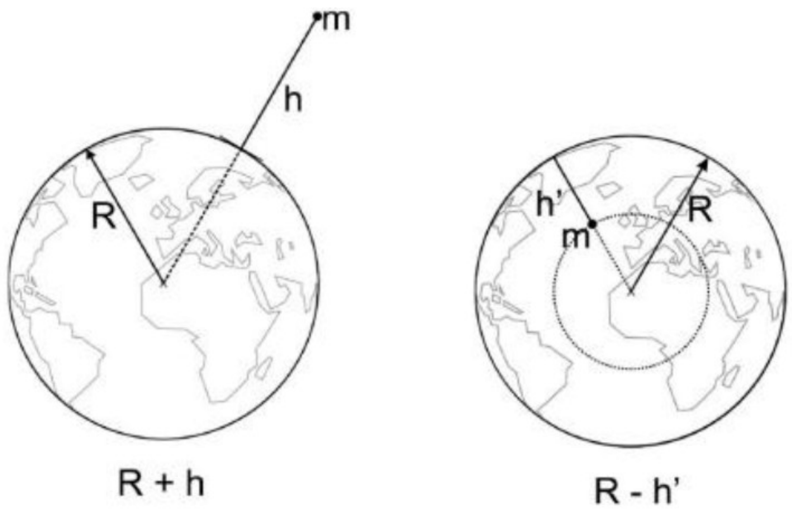
a) $h' = R - \dfrac{R^3}{(R + h)^2}$.

b) $h' = R - \dfrac{R^3}{(R + h)^3}$.

c) $h' = R - \dfrac{R^3}{(R - h)^2}$.

d) $h' = R - \dfrac{R^2}{(R - h)^3}$.

e) $h' = R - \dfrac{R^3}{(R - h)^3}$.



4.

Para que o peso aplicado no corpo seja o mesmo, a intensidade do campo gravitacional deve ser a mesma. Assim:

$g_{int} = g_{ext}$

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

$$\frac{4G \cdot d \cdot \pi}{3} \cdot r = \frac{G \cdot d \cdot V}{r^2}$$

$$\frac{4G \cdot d \cdot \pi}{3} \cdot (R - h') = \frac{G \cdot d}{(R + h)^2} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$$

$$(R - h') = \frac{R^3}{(R + h)^2}$$

$$h' = R - \frac{R^3}{(R + h)^2}$$