

<https://fisicacucurella.enceuta.es>

FÍSICA 2º BACH A/B

PROFESOR: JOSÉ MANUEL GARCÍA CUCURELLA,

LIBRO EN COPISTERÍA. . 1ª EVALUACIÓN.

1ª EVALUACIÓN

- CAMPO GRAVITATORIO -
- CAMPO ELÉCTRICO -

2ª EVALUACIÓN

- ELECTROMAGNETISMO -
- ONDAS -

3ª EVALUACIÓN

- ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS, FÍSICA CUÁNTICA -
FÍSICA NUCLEAR -

- ÓPTICA Y MECÁNICA -

* EXAMEN FINAL.

TEMA 1

CAMPO GRAVITATORIO.

1.- Fuerzas por contacto y a distancia.

$$\begin{array}{ccc} F & = & m \cdot a \\ \Downarrow & & \Downarrow \\ N & \cdot & \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ & & \text{(SI)} \quad \text{(SI)} \end{array}$$

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

$$g = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \quad 0 \frac{m}{s}$$

$$\downarrow 1s$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline \end{array} \quad 2 \frac{m}{s}$$

$$\downarrow 1s$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \quad 4 \frac{m}{s}$$

$$\downarrow 1s$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 6 \\ \hline \end{array} \quad 6 \frac{m}{s}$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \quad 0 \frac{m}{s}$$

$$\downarrow 1s$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \quad 10 \frac{m}{s}$$

$$\downarrow 1s$$

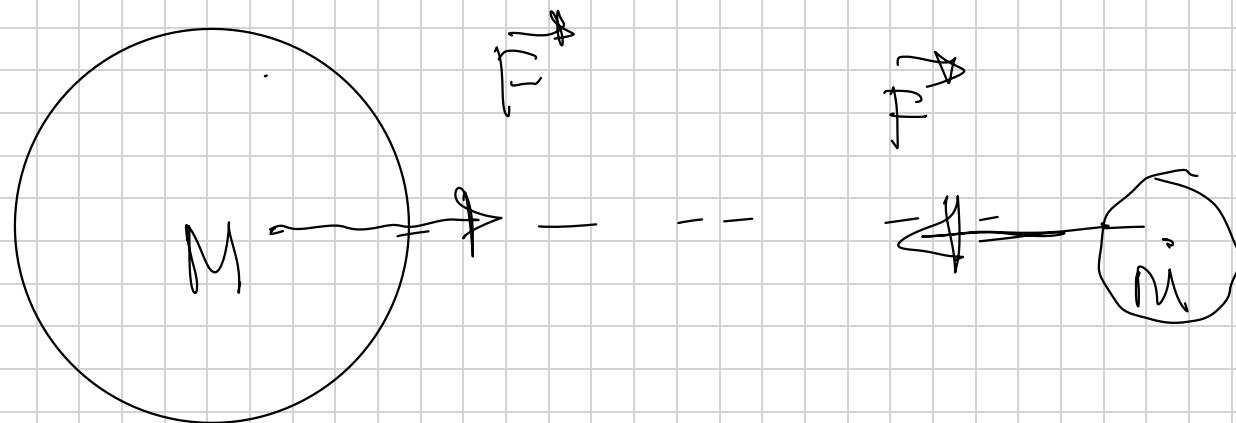
$$\begin{array}{|c|} \hline 2 \\ \hline \end{array} \quad 20 \frac{m}{s}$$

$$\downarrow 1s$$

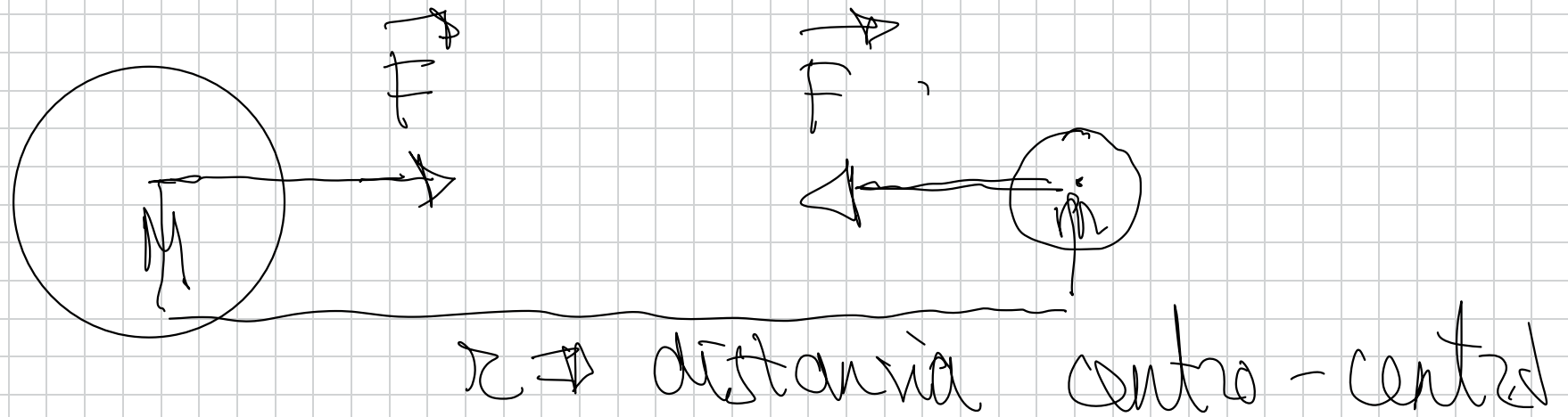
$$\begin{array}{|c|} \hline 3 \\ \hline \end{array} \quad 30 \frac{m}{s}$$

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

— — —



Ley de la gravitación Universal.



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

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

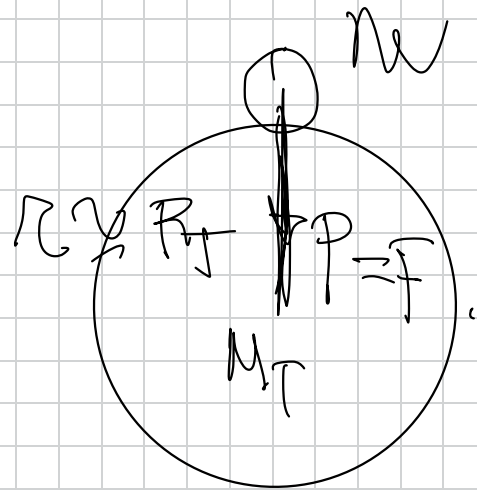
M y $m \Rightarrow \text{kg en S.I.}$

$r \Rightarrow \text{m en S.I.}$

$F \Rightarrow \text{N en S.I.}$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}.$$

$$\underline{G = 6.67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2} .}$$



$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

$$M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_T = 6400 \text{ km}$$

$$R_T = 64 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$F = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 50}{(64 \cdot 10^6)^2}$$

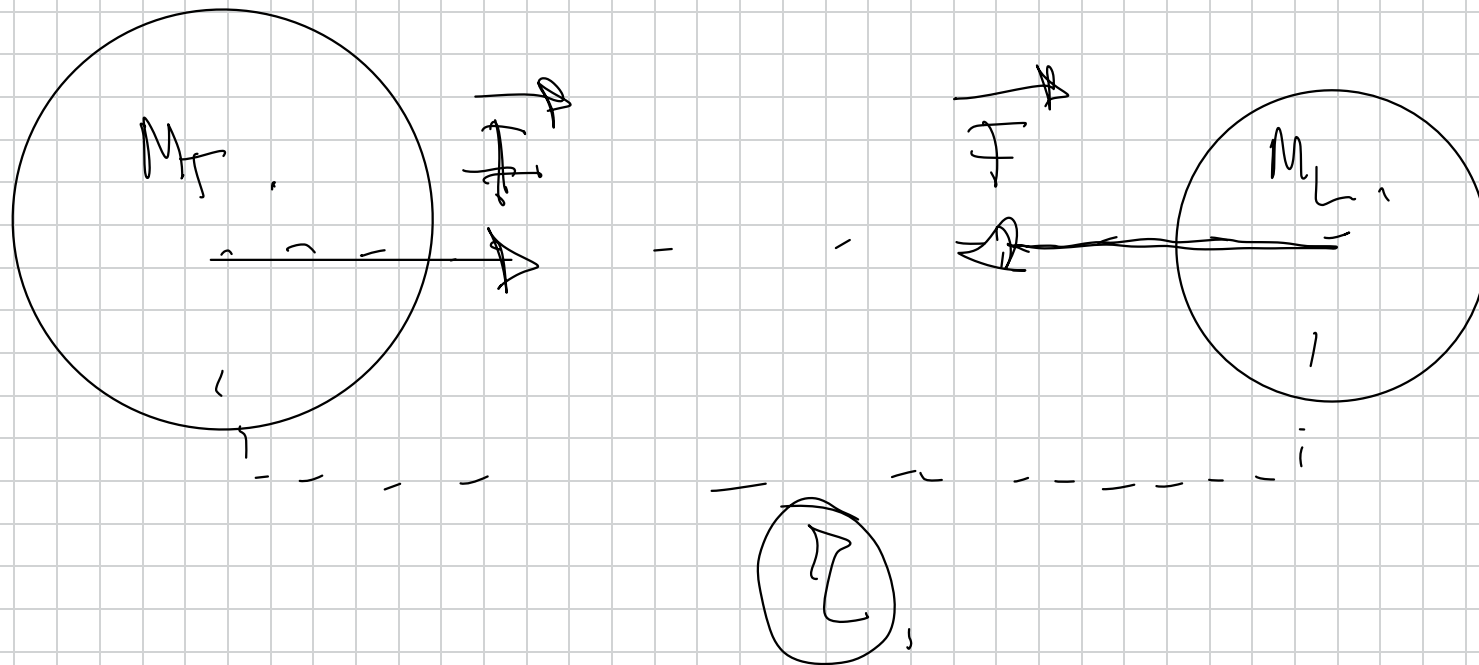
$$F = 48852 \text{ N}$$

$$P = m \cdot g$$

$$P = 50 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 490 \text{ N}$$

1.- La masa de la Tierra es de $6 \cdot 10^{24}$ Kg y la masa de la Luna es de $7,2 \cdot 10^{22}$ Kg. Si la fuerza gravitatoria entre ellas es de $1,9 \cdot 10^{20}$ N, ¿Cuál será la distancia entre sus centros?
. $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$

1º Dibujo de la situación.



2º Aplico ley de la gravitación Universal.

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{r^2}$$

Despejo r .

$$F \cdot r^2 = G \cdot M_T \cdot M_L$$

$$r^2 = \frac{G \cdot M_T \cdot M_L}{F}$$

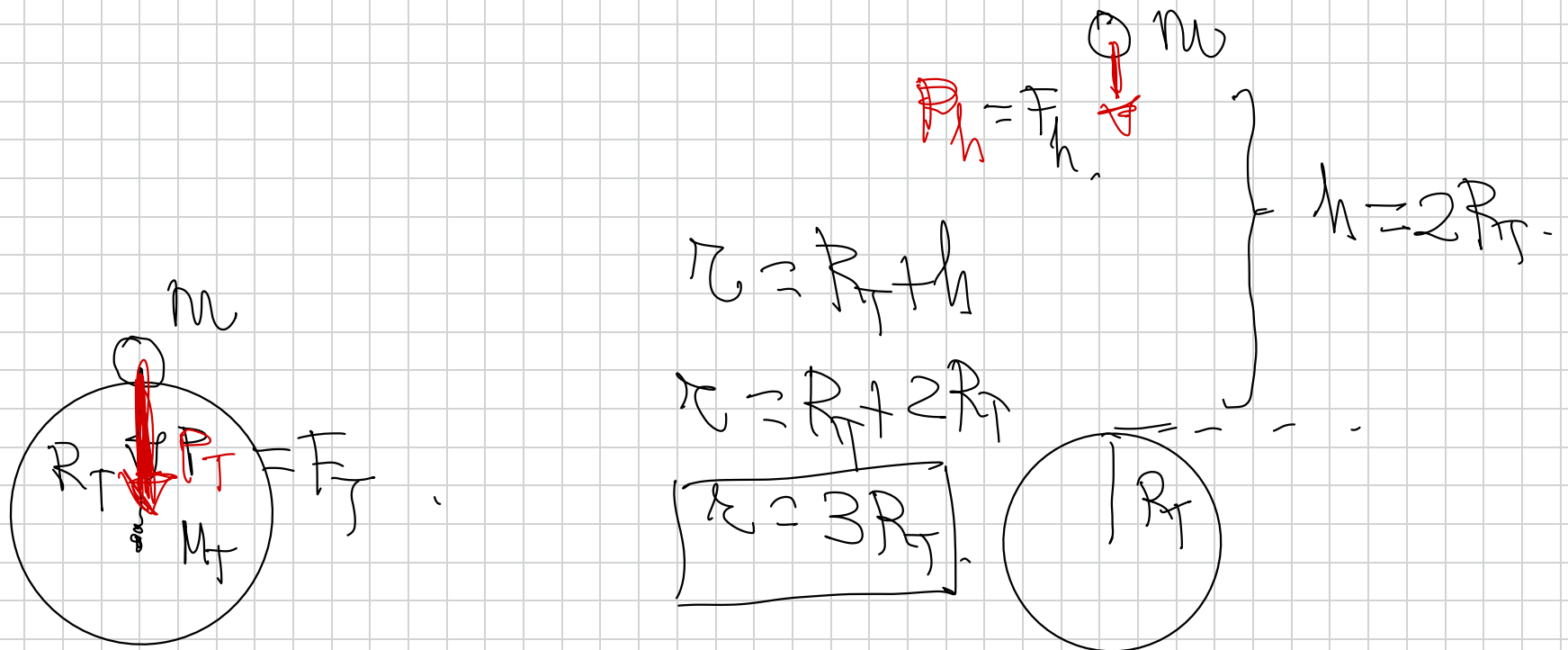
Todo en S.I

$$r = \sqrt{\frac{G \cdot M_T \cdot M_L}{F}} = \sqrt{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 7.2 \cdot 10^{22}}{1.9 \cdot 10^{20} \text{ N}}}$$

$$r = 3.9 \cdot 10^8 \text{ m}$$

2.- ¿A cuánto disminuye el peso de un cuerpo cuando se eleva desde el nivel del mar a una altura igual al doble del radio terrestre?

1º dibujo las dos situaciones con sus correspondientes expresiones, por separado.



$r \approx R_T$ | ley de la gravitación universal

$$P_T = \left[F_T = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} \right]$$

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \quad P_h = F_h = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(\underbrace{R_T + h}_r)^2}$$

$$\left[P_h = F_h = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(\underbrace{3R_T}_r)^2} \right]$$

$$F_T = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

$$F_h = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{9 R_T^2}$$

2) Divido ambas expresiones



$$\frac{F_h}{F_f} = \frac{\cancel{G} \cdot \cancel{M_f} \cdot \cancel{M}}{\cancel{q} \cancel{R_f}} \rightarrow \frac{1}{g}$$

$$\frac{F_h}{F_f} = \frac{\cancel{G} \cdot \cancel{M_f} \cdot \cancel{M}}{\cancel{D_f} \cancel{R_f}} \rightarrow \frac{1}{g}$$

$$\frac{F_h}{F_f} = \frac{1}{g}$$

$$F_h = \frac{1}{g} F_f$$

El peso a esa altura sería la novena parte que en la tierra.

Modo Alberto

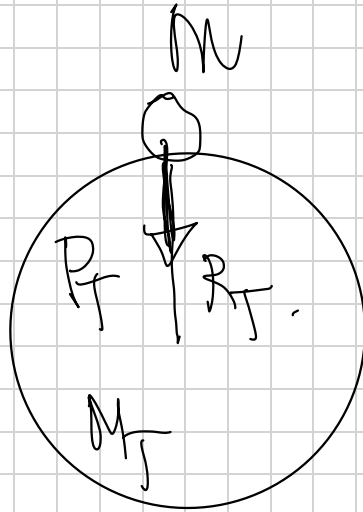
$$\frac{F_T}{F_h} \stackrel{!}{=} \frac{\cancel{G} \cdot \cancel{M_T} \cdot \cancel{M}}{\cancel{R}^2} \\ \cancel{G} \cdot \cancel{M_T} \cdot \cancel{M} \\ \hline \cancel{R}^2$$
$$\frac{F_T}{F_h} \stackrel{!}{=} \frac{\cancel{G} \cdot \cancel{M_T} \cdot \cancel{M}}{\cancel{qR}^2}$$

$$\frac{F_T}{F_h} \stackrel{!}{=} \frac{1}{1/g}$$

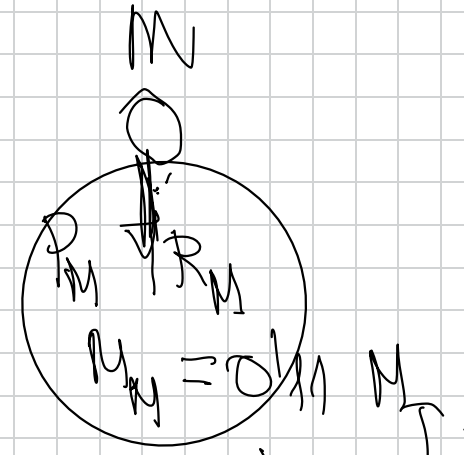
$$\frac{F_T}{F_h} = g \Rightarrow$$

$$\boxed{F_T = g F_h}$$

4.- El radio de la Tierra es aproximadamente 6370 Km, mientras que el de Marte viene a ser de unos 3440 Km. Si un objeto pesa 200 N en la Tierra, ¿Cuál sería su peso en Marte?.
 Dato: Marte tiene una masa 0,11 veces la de la Tierra.



$$P_T = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$



$$P_M = G \cdot \frac{M_M \cdot m}{R_M^2}$$

Divide

$$\frac{P_M}{P_T} = \frac{G \cdot \frac{0.11 N \cdot M}{R_M^2}}{R_M^2}$$

$$\frac{0.11}{R_M^2} \cdot \frac{1}{R_T^2}$$

$$\frac{P_M}{P_T} = \frac{G \cdot \frac{M \cdot M}{R_T^2}}{R_T^2}$$

$$R_T = 6370 \text{ km} = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\frac{P_M}{P_T} = \frac{0.11 R_T^2}{R_M^2}$$

$$R_M = 3440 \text{ km} = 3.44 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$P_M = \frac{0.11 R_T^2}{R_M^2} \cdot P_T = 200 \text{ N}$$

$$F_M = \frac{0.11 - (637 \cdot 10^6)^2}{(344 \cdot 10^6)^2} \cdot 200 \text{ N} = 75.43 \text{ N}$$

$$6370 \text{ km} = 6370000 \text{ m}$$

$$6370000 \cdot 10^6 \text{ m}$$

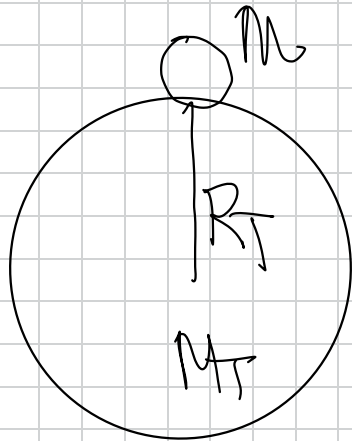
$$637 \cdot 10^6 \text{ m}$$

5.- Un astronauta, cuyo peso en la Tierra es de 735 N, aterriza en el planeta Venus y al medir su peso observa que éste es de 600 N. Teniendo en cuenta que el diámetro de Venus es el mismo que el de la Tierra:

a) Halla la relación que existe entre las masas de la Tierra y Venus

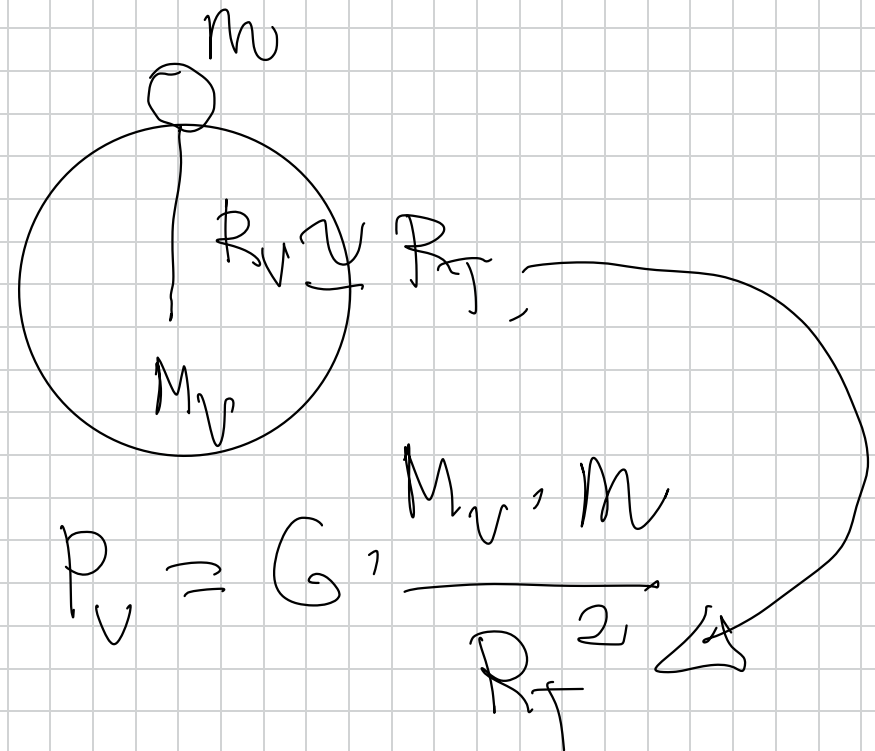
b) Calcula la masa de Venus, sabiendo que la masa de la Tierra es de $6 \cdot 10^{24}$ Kg

$$P_T = 735 \text{ N}$$



$$P_T = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

$$P_V = 600 \text{ N}$$



$$P_V = G \cdot \frac{M_V \cdot m}{R_T^2}$$

$$\frac{P_T}{P_V} = \frac{\cancel{G} \cdot \frac{M_T \cdot \cancel{m}}{\cancel{R_T}}}{\cancel{G} \cdot \frac{M_V \cdot \cancel{m}}{\cancel{R_T}}}$$

$$\frac{P_T}{P_V} = \left[\frac{M_T}{M_V} \right]$$

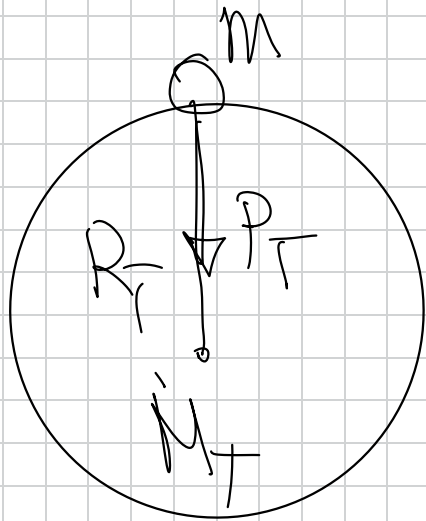
$$\frac{735 \text{ N}}{600 \text{ N}} = \frac{M_T}{M_V}$$

$$\frac{M_T}{M_V} = 1.22$$

$$\boxed{M_T = 1,22 M_{\nu}}$$

$$\frac{1}{1,22} M_T = M_{\nu} =$$

$$\boxed{M_{\nu} = 0,82 M_T}$$

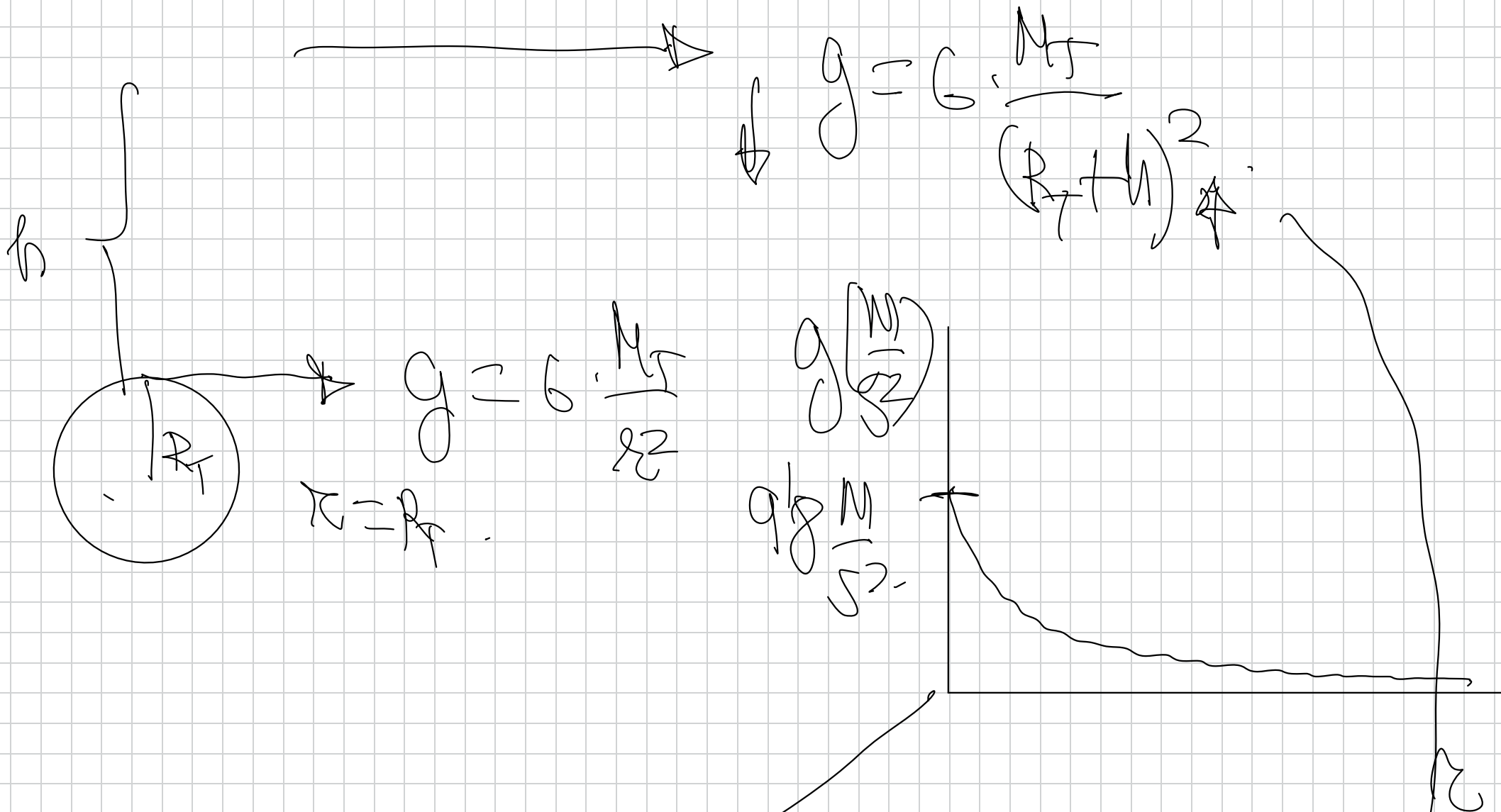


$$P_T = G \cdot \frac{M_T \cdot M}{R_T^2}$$

$$P_T = M \cdot g_T$$

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

$$g_T = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{(6.4 \cdot 10^6)^2} = 9.76 \frac{m}{s^2} = 9.8 \frac{m}{s^2}$$



3.- Frecuentemente se habla de que los astronautas en el espacio experimentan ausencia de gravedad. ¿Es correcta esta expresión? Razónese.

No, la gravedad se hace menor.

pero solamente sería nula en el ∞ →

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left(\frac{g}{l} \right)$$

Física.

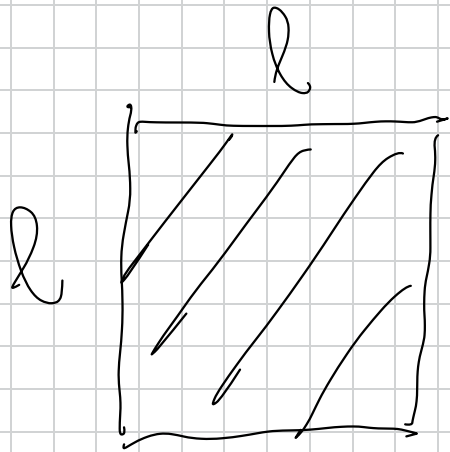
$$\rho = \frac{m}{V} =$$

$\frac{Kg}{m^3}$	en SI
------------------	-------

l

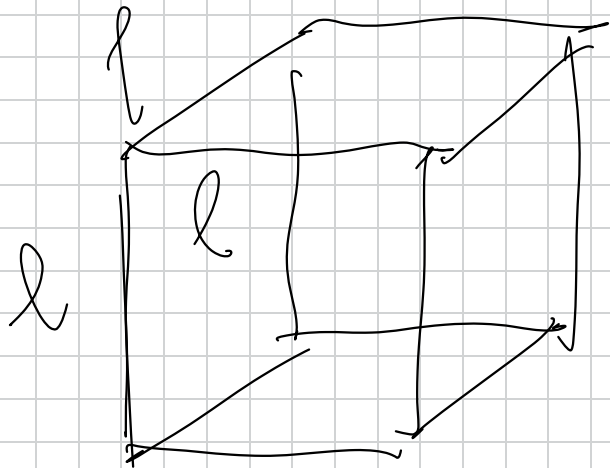


m en SI .



$$S = l \cdot l$$

m^2 en SI .



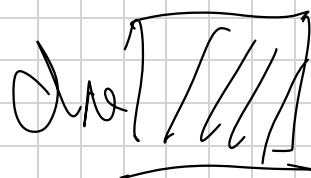
$$S = l \cdot l \cdot l$$

m^3 en SI .

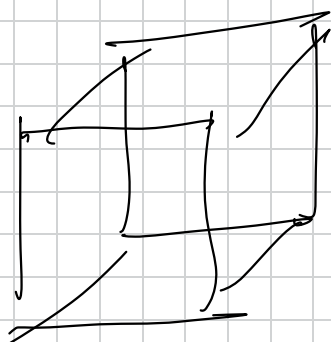
dm



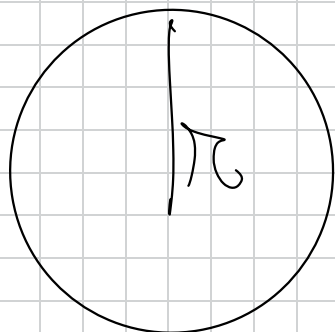
dm



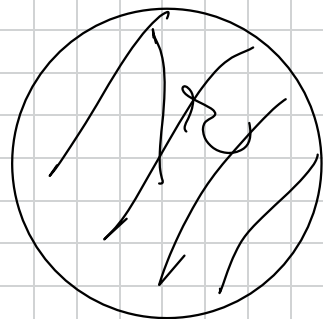
dm^2



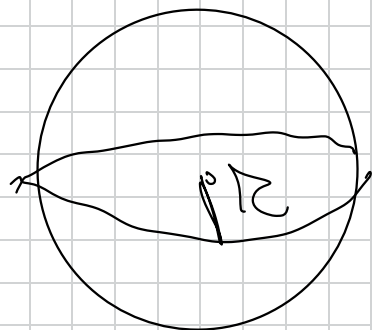
$dm^3 = Q$



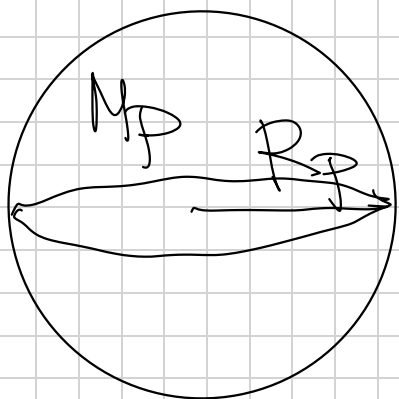
$$l = 2\pi r \quad \left(\begin{array}{l} m \\ \text{cm} \end{array} \right)$$



$$S = \pi r^2 \quad \left(\begin{array}{l} m^2 \\ \text{cm}^2 \end{array} \right)$$



$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad \left(\begin{array}{l} m^3 \\ \text{cm}^3 \end{array} \right)$$



$$\begin{aligned}
 \phi &= \frac{M_p}{V_p} = \frac{M_p}{\omega \sqrt{1 - R_p^2}} \left(\frac{K_g}{M^3} \right)
 \end{aligned}$$

6.- Calcular la densidad media de la Tierra a partir de los siguientes datos:
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $R_T = 6370 \text{ Km}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$

$$\rho = \frac{M_T}{V_T} = \frac{M_T}{\frac{4}{3} \pi R_T^3}$$

$$= \frac{g_T \cdot R_T^2 / G}{\frac{4}{3} \pi R_T^3} = \frac{g_T \cdot R_T^2}{G \cdot \frac{4}{3} \pi R_T^3}$$

la pongo en función de los datos conocidos.

Diagrama de la Tierra:

$$g_T = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$$

despejo M_T :

$$M_T = \frac{g_T \cdot R_T^2}{G}$$

$$\rho = \frac{g_T}{G \cdot \frac{4}{3} \pi R_T^3} = \frac{918 \text{ M/s}^2}{667 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 637 \cdot 10^6 \text{ m}}$$

$$R_T = 6370 \text{ km} = 637 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\rho = 55 \cdot 10^2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

7.- Júpiter tiene una densidad media de $\rho = 1,34 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$ y un radio medio $R = 0,718 \cdot 10^5 \text{ Km}$. Sabiendo que $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$.

a) ¿Cuál es la aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter?

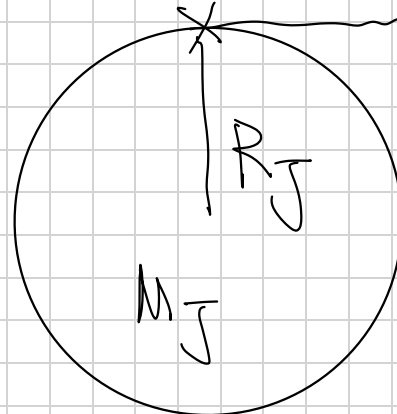
b) ¿Pesará un cuerpo lo mismo en Júpiter que en la Tierra?. Razónese

$R_J = 0,718 \cdot 10^5 \text{ Km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ Km}} = 0,718 \cdot 10^8 \text{ m}$

$g_J = G \frac{M_J}{R_J^2} = G \frac{\rho_J \frac{4}{3} \pi R_J^3}{R_J^2} = G \rho_J \frac{4}{3} \pi R_J$

$\rho_J = \frac{M_J}{\frac{4}{3} \pi R_J^3}$

$M_J = \rho_J \cdot \frac{4}{3} \pi R_J^3$



$$g_J = G \cdot \rho_J \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot R_J = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 134 \cdot 10^3 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 0.718 \cdot 10^8$$

$$g_J = 2686 \text{ m/s}^2$$

b)

$$F = m \cdot g_J$$

$$P_J = m \cdot g_J$$

$$g_J > g_T$$

$$P_J > P_T$$

pag 13 del libro.

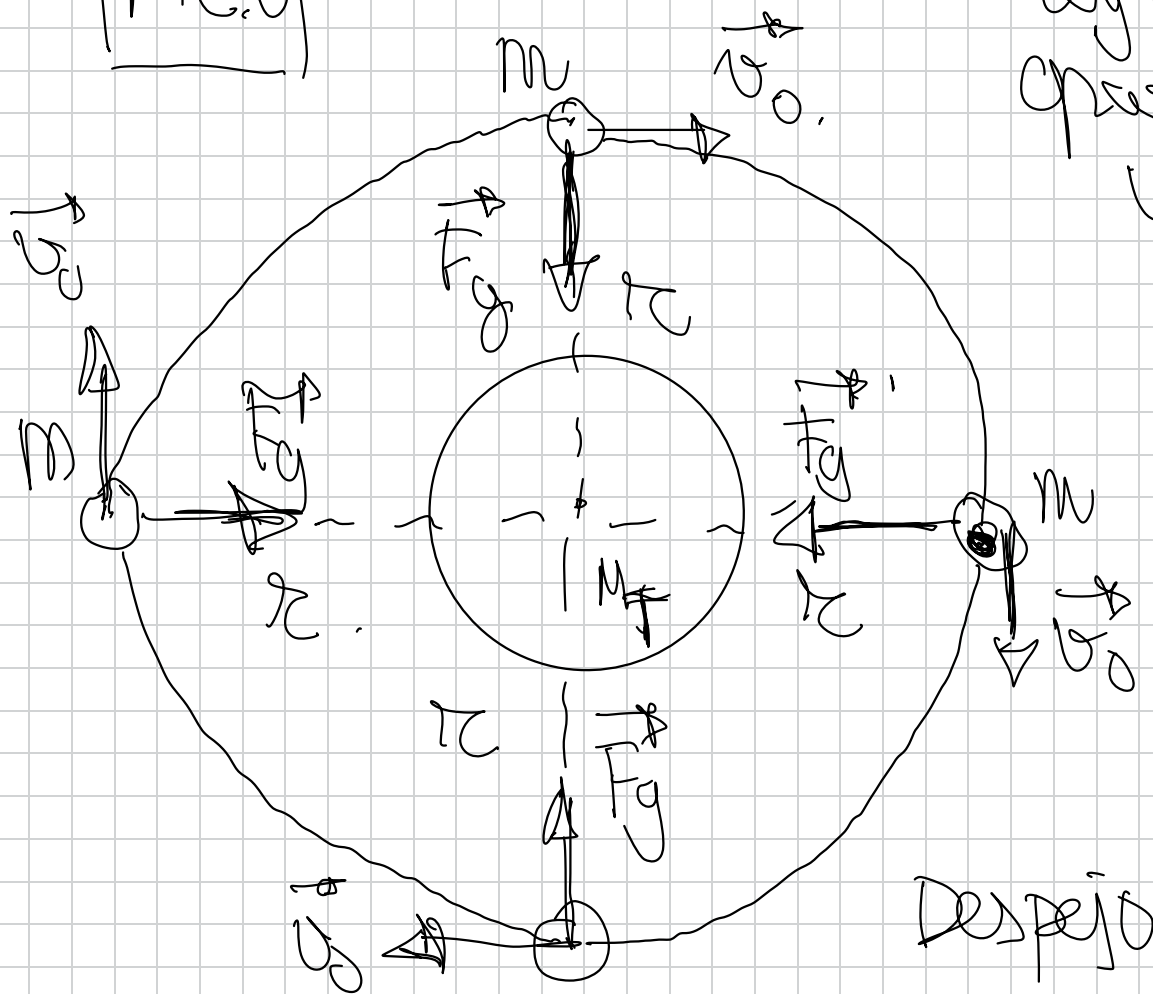
$$a_n = \frac{v_o^2}{r}$$

M.C.U

1.- Velocidad orbital de un satélite

ley de la
gravitación
universal

2a ley de
Newton.



CONDICIÓN
DE
ORBITACIÓN

$$F_g$$

$$= M \cdot |a_n|$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{v_o^2}{r}$$

Despejo

$$v_0 = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R}}$$

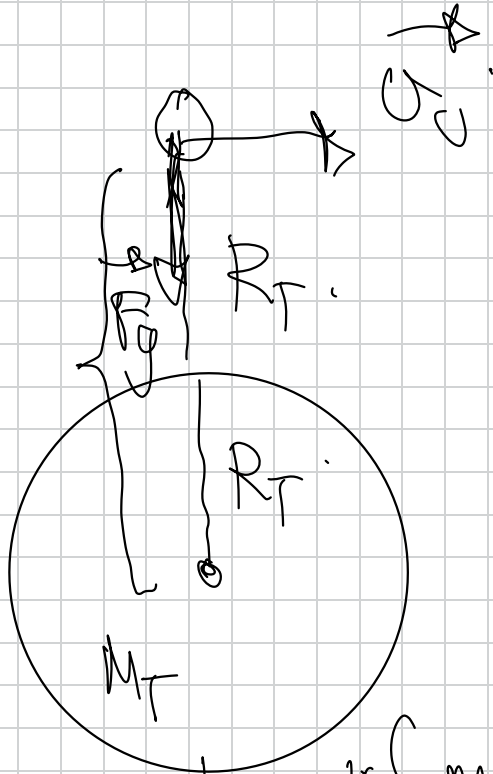
18.- Un satélite describe una órbita circular de radio $2R_T$ en torno a la Tierra.

- Determinar su velocidad orbital
- Si el satélite pesa 5000 N en la superficie terrestre, ¿Cuál será su peso en la órbita?.
- Explicar la fuerza que actúa sobre el satélite.
- Si otro satélite de masa doble al anterior se encontrase orbitando a la misma altura, ¿Con qué velocidad lo haría?.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}, R_T = 6400 \text{ Km}, M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

a)

$(R = 2R_T)$



Condição de orbitação.

$$F_g = F_n$$

$$F_n = m \cdot a_n$$

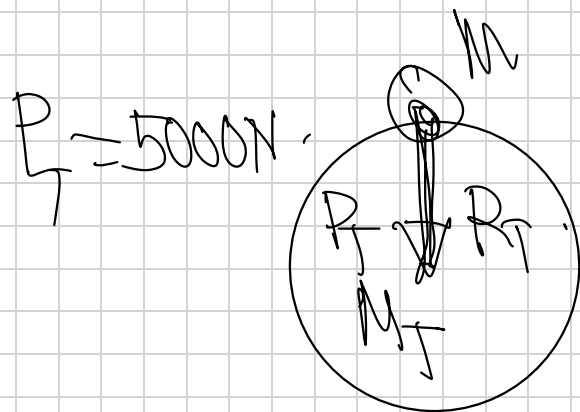
$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R^2} = m \cdot \frac{v_0^2}{R}$$

$$R_T = 6400 \text{ km} = 6.4 \cdot 10^6 \text{ m}$$

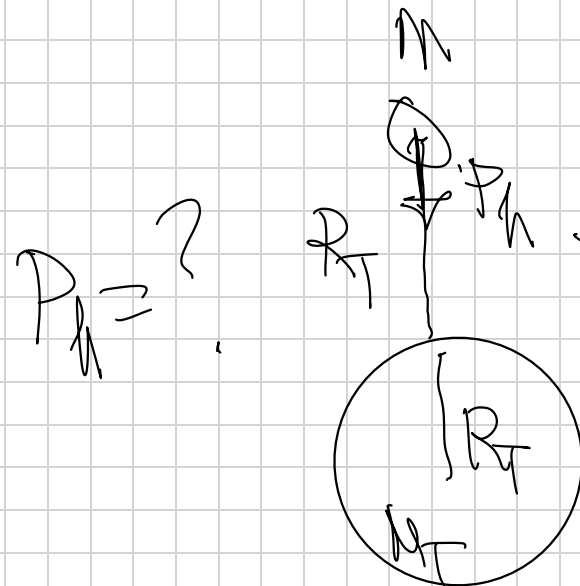
$$v_0 = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{R}} = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{2R_T}} = \sqrt{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{2 \cdot (6.4 \cdot 10^6)}}$$

$$v_0 = 5591.57 \text{ m/s}$$

G)

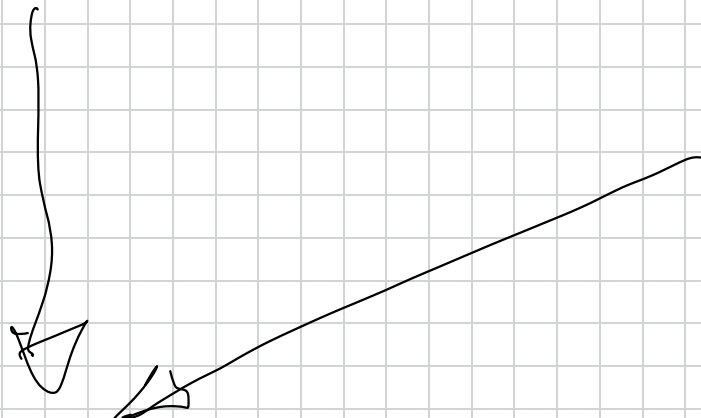


$$P_T = G \cdot \frac{M_T \cdot M}{R_T^2}$$



$$P_h = G \cdot \frac{M_T \cdot M}{(2R_T)^2}$$

$$P_h = G \cdot \frac{M_T \cdot M}{4R_T^2}$$

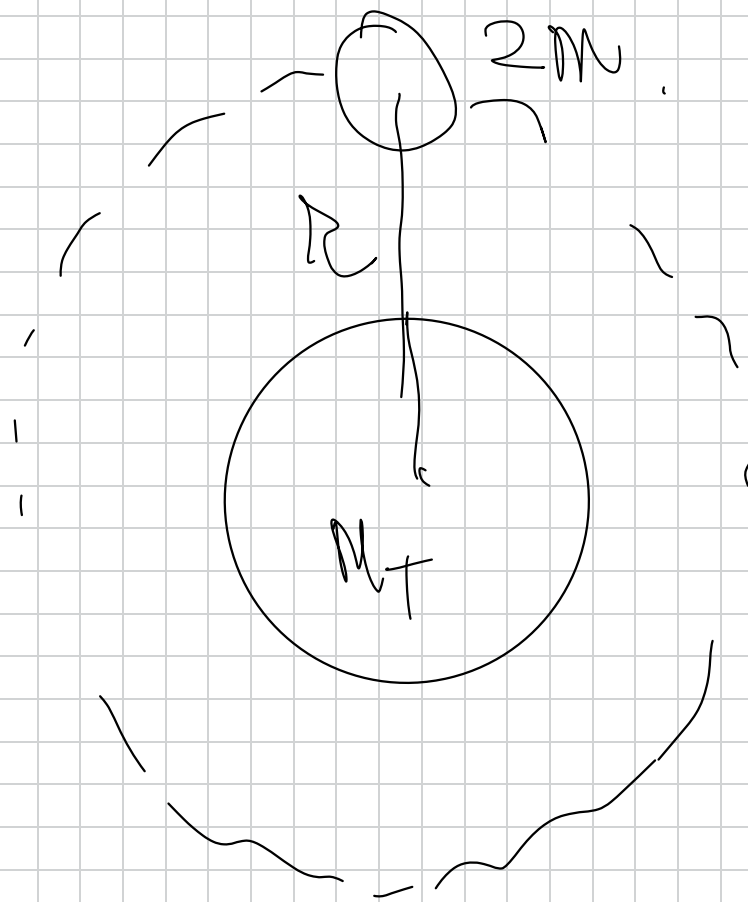


$$\frac{P_h}{P_T} = \frac{G \cdot \frac{M_T \cdot M}{4R_T^2}}{G \cdot \frac{M_T \cdot M}{R_T^2}} \quad \left| \quad \frac{P_h}{P_T} = \frac{1}{4} \right| \quad P_h = \frac{1}{4} P_T = \frac{1}{4} 5000 \text{ N} = \boxed{1250 \text{ N}}$$

c)

Según la ley de la gravitación Universal, sobre el satélite actúa una fuerza gravitatoria (F_g) cuyo carácter es atractivo y que va dirigida hacia el centro de la Tierra. En este caso, dicha fuerza es perpendicular (o normal) a la velocidad con la que orbita el satélite, por lo que podemos expresar la fuerza gravitatoria F_g como una fuerza normal F_n que proporcionará al satélite una aceleración normal a_n que hará cambiar la velocidad del satélite en dirección, de forma que se describe una órbita circular que coincidirá con la curvatura de la Tierra, no llegando el satélite a impactar sobre ella.

La aceleración normal proporcionada por la fuerza hace cambiar la velocidad del satélite en dirección pero no en módulo, permaneciendo su valor constante ($v = \text{cte}$), y por ello se dice que el satélite describirá un movimiento circular uniforme (M.C.U.)



$$R = 2R_T$$

$$v_o^2$$

$$v_o = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{R}}$$

→ también la
misma
velocidad.

La velocidad orbital
de la masa del
satélite es independiente
del satélite.

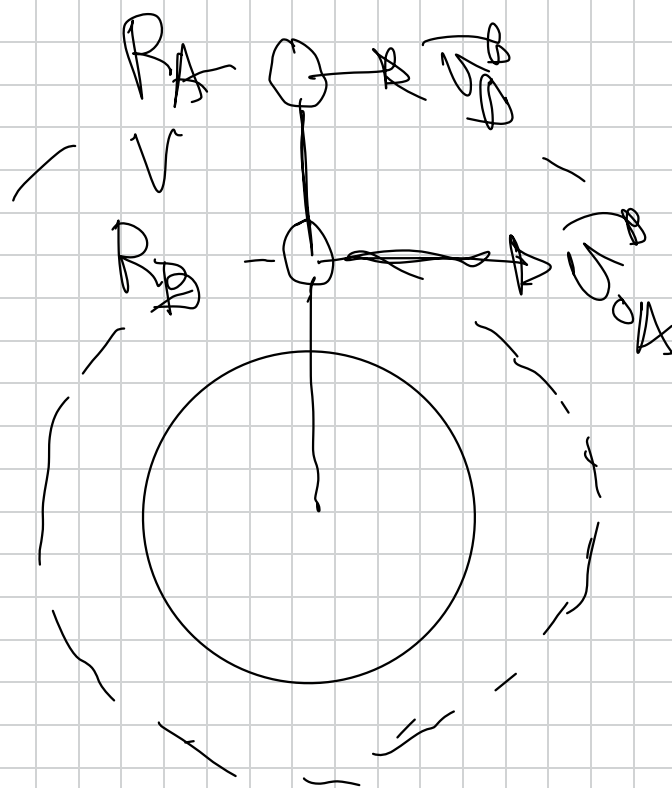
$$G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{v_0^2}{r}$$

19.- Dos satélites idénticos A y B están orbitando en órbitas circulares de distinto radio alrededor de la Tierra, siendo $R_A > R_B$.

a) Indicar cuál de los dos satélites tiene mayor velocidad orbital.

b) Si la Tierra aumentase su masa al cuádruple manteniendo su radio, ¿Cómo se vería afectada la velocidad orbital de ambos satélites?.

Deducción de la velocidad.



~~$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$$~~

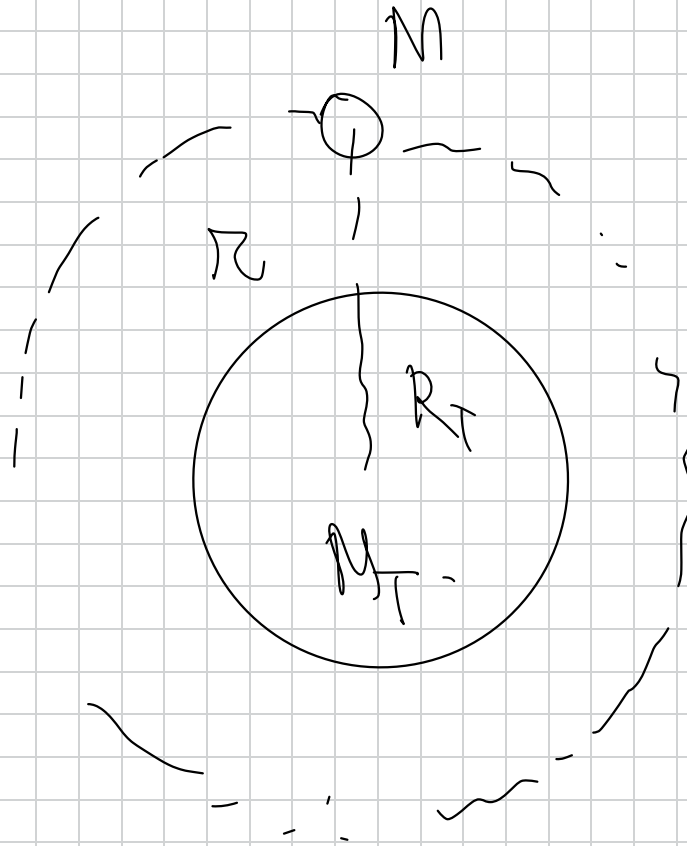
Handwritten equation for orbital velocity: $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$. A downward-pointing arrow is drawn next to the equation.

$$R_A > R_B$$

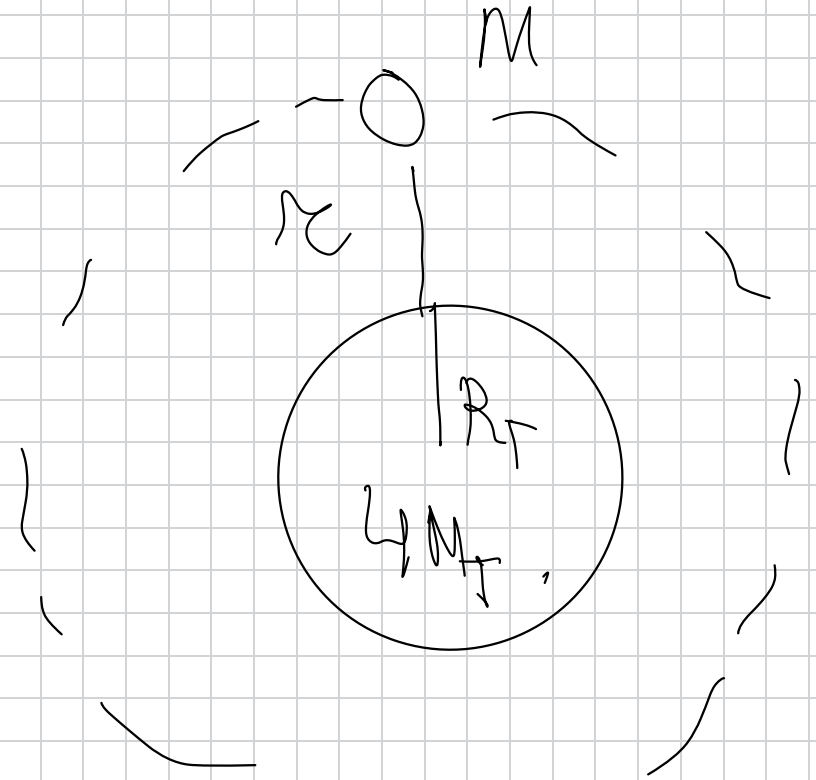
Handwritten inequality: $R_A > R_B$. An arrow points to the right from the text.

$$v_B > v_A$$

Handwritten inequality: $v_B > v_A$.



$$v_0 = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{R}}$$



$$v_0' = \sqrt{G \cdot \frac{4M_T}{R}}$$

La v_0 aumentaría

$$\frac{v_0'}{v_0} = \frac{\sqrt{\cancel{G} \cdot \frac{4M}{\cancel{r}}}}{\sqrt{\cancel{G} \cdot \frac{M}{\cancel{r}}}} = \frac{\sqrt{\cancel{G} \cdot \frac{4M}{\cancel{r}}}}{\sqrt{\cancel{G} \cdot \frac{M}{\cancel{r}}}}$$

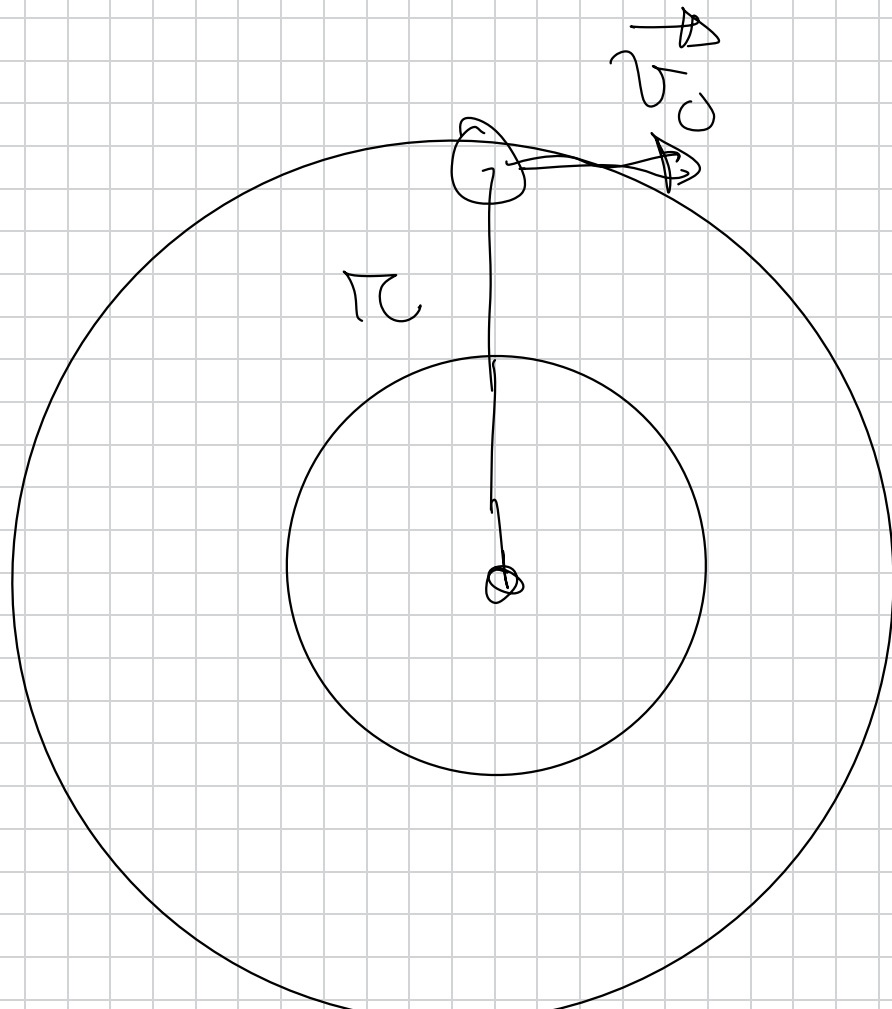
$$\frac{v_0'}{v_0} = \sqrt{4} \Rightarrow v_0' = \sqrt{4} v_0.$$

La velocidad de
ambos satélites se
duplica.

$$v_0' = 2 v_0$$

Período de un satélite. T
tiempo que tarda en describir una órbita completa.

$T \Rightarrow S$ en S.I.



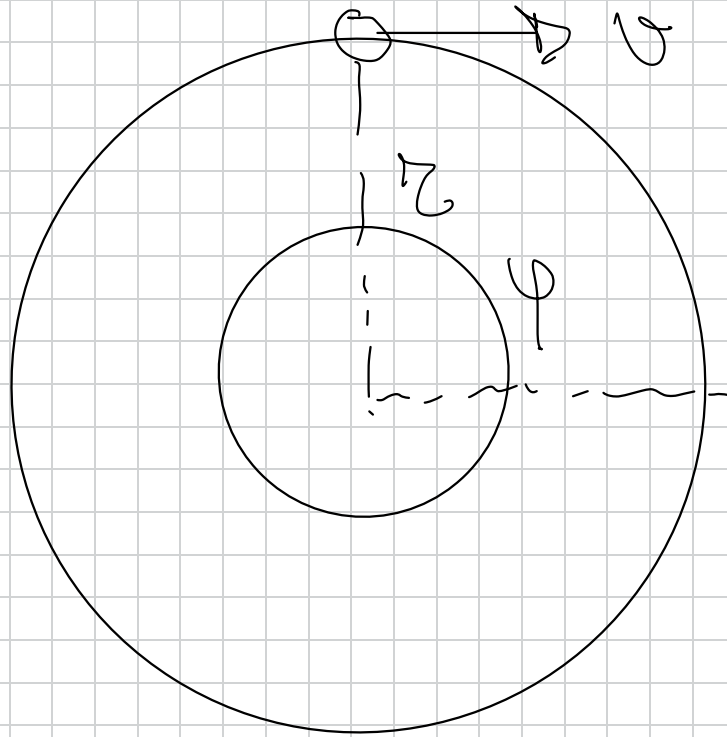
M.C.U. $\Rightarrow$

$v = \text{cte}$ en módulo,
no en dirección.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T}$$

Teoría pag 14.

M.C.V.



T

, M.C.V. $v = \text{cte}$ en módulo
no en dirección.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T} \quad \left(\frac{m}{s} \right)$$

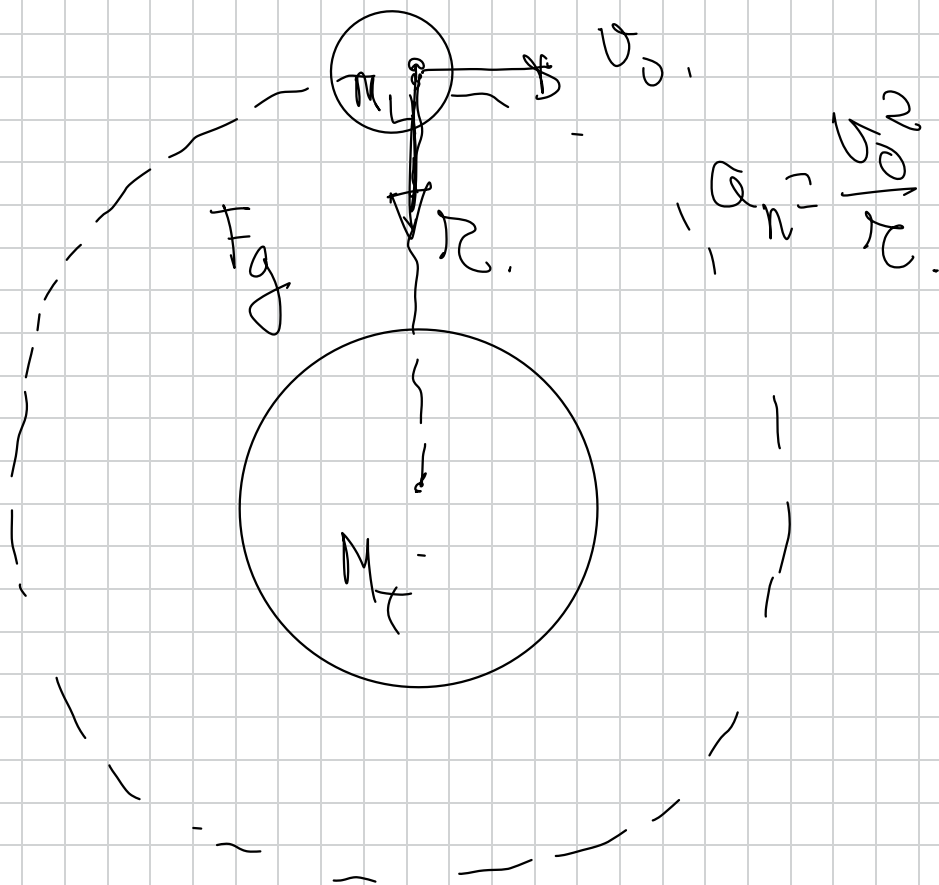
$$\omega = \frac{\phi}{t} = \frac{2\pi}{T} \quad \left(\frac{\text{rad}}{s} \right)$$

$$v = \omega \cdot r$$

22.- La Luna describe una órbita circular en torno a la Tierra en 28 días

- a) Calcular la distancia entre los centros de la Tierra y la Luna. $\hat{r}$ $?$
- b) Calcular el valor de la masa de la Luna sabiendo que una partícula de masa m podría estar en equilibrio en un punto alineado con los centros de la Tierra y de la Luna, a una distancia del centro de la Tierra de $3,4 \cdot 10^8$ m.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$, $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$



CONDICIÓN DE ORBITACIÓN.

$F_g = F_n$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{r^2} = M_L \cdot a_n$$

$$G = \frac{2\pi R}{T}$$



$$G \cdot \frac{M_T \cdot M_E}{R^2} = M_E \cdot \frac{v^2}{R}$$

Me dan el dato del T .
y de lo hacer que
aparezca en la
expresión.

Despejando R .

$$G \cdot \frac{M_T}{R} = \left(\frac{2\pi R}{T} \right)^2$$

$$G \cdot \frac{M_T}{R} = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2}$$

$$G \cdot M_T \cdot T^2 = 4\pi^2 R^3$$

$$R = \sqrt{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4\pi^2}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot (28 \cdot 24 \cdot 3600)^2}{4\pi^2}}$$

$$R = 3,9 \cdot 10^8 \text{ m}$$

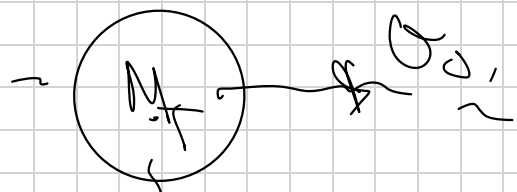
$$T = 28 \text{ días} \cdot \frac{24 \cdot 3600 \text{ s}}{1 \text{ día}}$$

21.- Suponiendo que la órbita de la Tierra en torno al Sol es una circunferencia de radio $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ y que la Tierra tarda $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$ en completar dicha órbita: $\rightarrow$

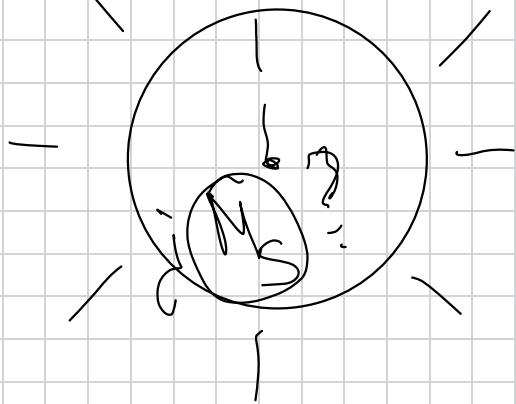
a) Calcular la masa del Sol.

b) Calcular el potencial gravitatorio debido al Sol en el punto en el que se halla la Tierra.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$$



$$r = 1.5 \cdot 10^{11} \text{ m}$$



$$T = 3.15 \cdot 10^7 \text{ s}$$

CONDICIÓN DE ORBITACIÓN.

$$F_g = F_n = M_1 a_n$$

$$G \frac{M_S M_1}{r^2} = M_1 \frac{v^2}{r}$$

$$G \frac{M_S}{r} = v^2$$

$$G \frac{M_S}{r} = \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2$$

$$r = M_1 \cdot a_n$$

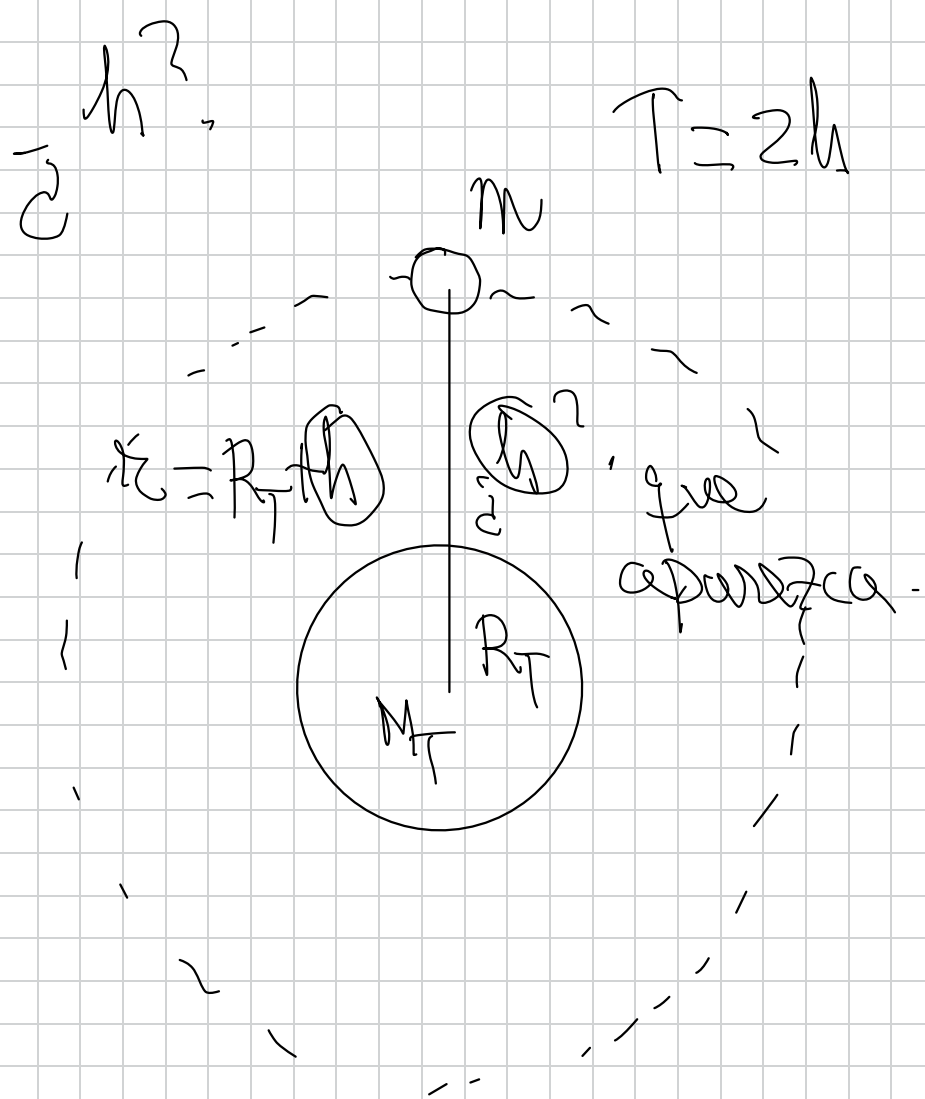
$$F_n = M_1 \frac{v^2}{r}$$

$$G \cdot \frac{M_S}{R} = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2}$$

$$M_S = \frac{4\pi^2 R^3}{G \cdot T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot (15 \cdot 10^{11})^3}{667 \cdot 10^{-11} \cdot (215 \cdot 10^7)^2} = 2101 \cdot 10^{30} \text{ Kg}$$

20.- ¿A qué altura de la superficie terrestre deberá estar situado un satélite si queremos que describa una órbita circular con un período de 2 horas?

$$\left\{ \begin{array}{l} g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \\ R_T = 6400 \text{ Km} \end{array} \right.$$



$\tilde{h}^?$
CONDICIÓN DE ORBITACIÓN

$$F_g = F_n$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T + h)^2} = m \cdot a_n$$

$$\frac{v_0^2}{R} \downarrow (R = R_T + h)$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T + h)^2} = m \cdot \frac{v_0^2}{(R_T + h)}$$

$$G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)} = \left(\frac{2\pi(R_T + h)}{T} \right)^2$$

$$G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)} = \frac{4\pi^2 (R_T + h)^2}{T^2}$$

$$G \cdot M_T \cdot T^2 = 4\pi^2 (R_T + h)^3$$

$$(R_T + h)^3 = \frac{G \cdot M_T \cdot T^2}{4\pi^2}$$

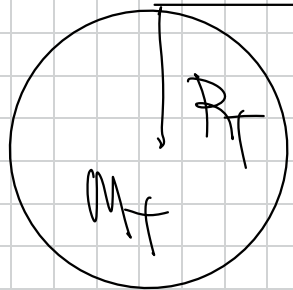
$$R_T + h = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_T \cdot T^2}{4\pi^2}}$$

$$h = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{4 \pi^2}} - R_T$$

No tengo ni G ni M_T
 pero me dan la gravedad
 en la superficie terrestre.

$g \approx M/5^2$ - Sacamos el despeje de ese producto

$$g_T = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2}$$



$$G \cdot M_T = g_T \cdot R_T^2$$

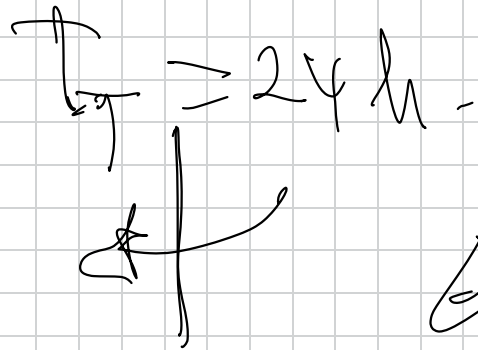
$$h = \sqrt{\frac{g \cdot M \cdot r^2}{4\pi^2}} - R_T$$

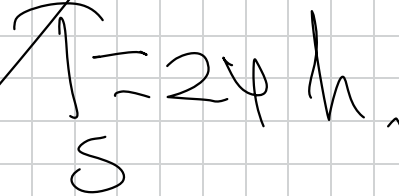
$$h = \sqrt{\frac{g_T \cdot R_T^2 \cdot T^2}{4\pi^2}} \Rightarrow R_T$$

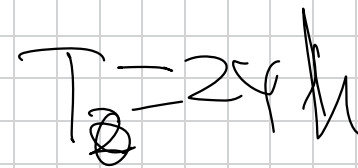
$$h = \sqrt{\frac{9.8 \frac{m}{s^2} (6.4 \cdot 10^6)^2 (2.3600 s)^2}{4\pi^2}} \Rightarrow 6.4 \cdot 10^6$$

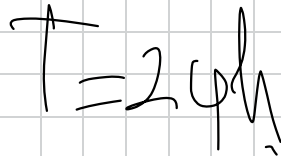
$$h = 1168 \cdot 10^6 \text{ m}$$

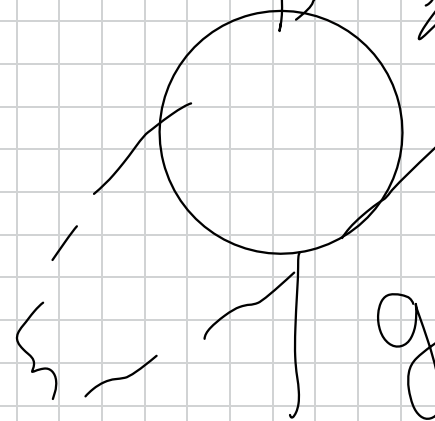
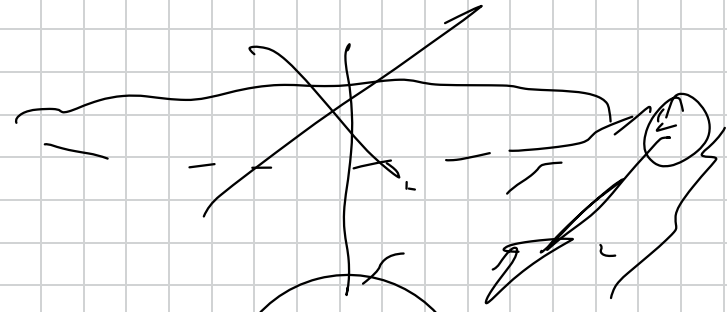
Satélites geoestacionarios

$$T_g = 24 \text{ h}$$


$$T = 24 \text{ h}$$


$$T = 24 \text{ h}$$


$$T = 24 \text{ h}$$


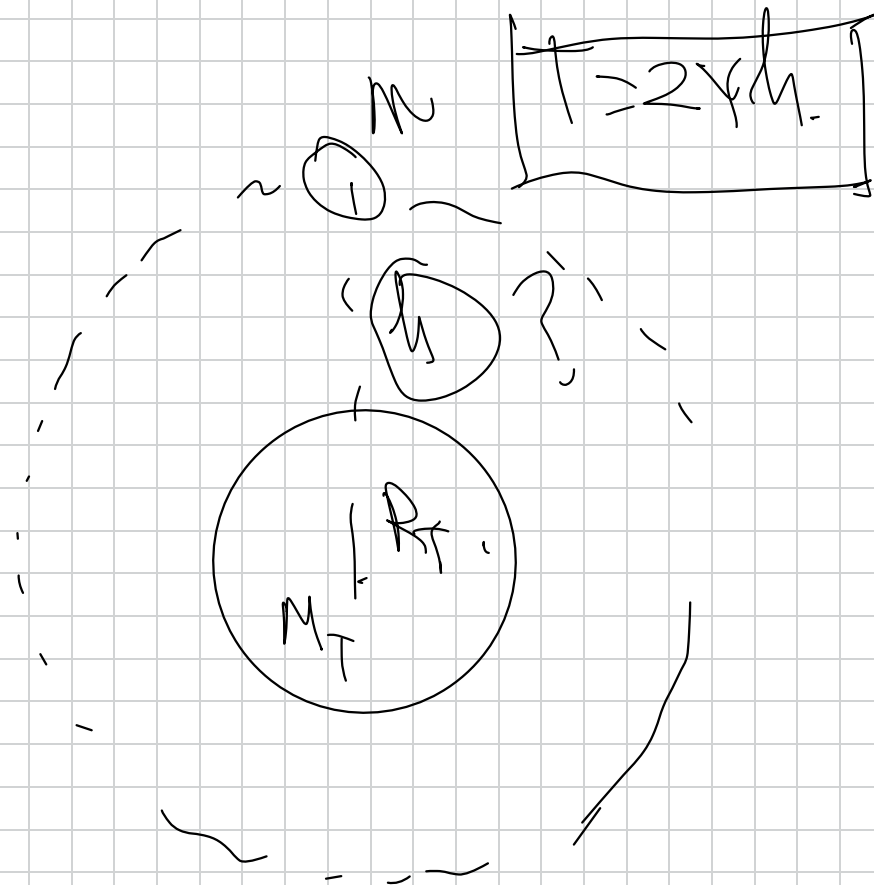


geoestacionario.

25.- Un satélite gira en una órbita geoestacionaria (es decir, la vertical del satélite siempre pasa por el mismo punto de la superficie terrestre)

- Calcular su velocidad angular
- Calcular la altura a la que se encuentra sobre la superficie terrestre
- Calcular su aceleración normal
- Explicar porqué el satélite no cae sobre la Tierra

$$g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}, R_T = 6400 \text{ Km}$$



$$F_g = F_n$$

$$G \cdot \frac{M_T m}{(R_T + h)^2} = m \cdot \frac{v^2}{(R_T + h)}$$

$$G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)} = \left(\frac{2\pi(R_T + h)}{T} \right)^2$$

$$G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)} = \frac{4\pi^2 (R_T + h)^2}{T^2}$$

$$G \cdot M_T \cdot T^2 = 4\pi^2 (R_T + h)^3$$

$$(R_T + h)^3 = \frac{G \cdot M_T \cdot T^2}{4\pi^2}$$

$$R_T + h$$

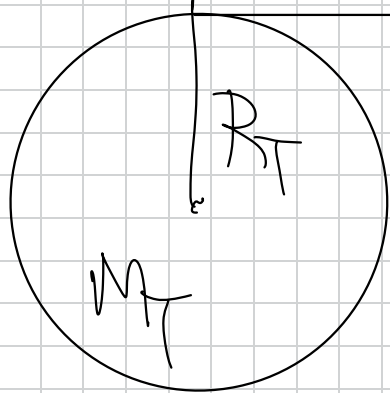
$$\sqrt[3]{\frac{G \cdot M_T \cdot T^2}{4\pi^2}}$$

$h =$

$$\sqrt{\frac{G \cdot M_T \cdot T^2}{4 \pi^2}}$$

$- R_T$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$



$$g = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2}$$

$$G M_T = g \cdot R_T^2$$

$$h = \sqrt{\frac{g \cdot R_T^2 \cdot T^2}{4 \pi^2}}$$

$- R_T$

$$h = \sqrt[3]{\frac{9/8 (64 \cdot 10^6)^2 (24 \cdot 3600)^2}{4\pi^2}} \quad \text{--- } 64 \cdot 10^6 \quad \text{--- } \cancel{2\pi = 2 \times h}$$

$$h = 315 \cdot 10^7 \text{ m}$$

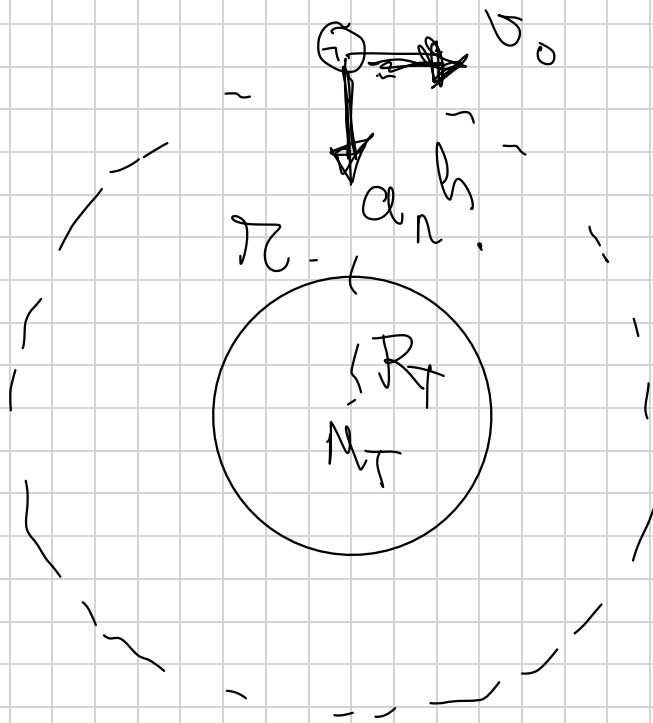
a)

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi \text{ rad}}{(24 \cdot 3600 \text{ s})}$$

$$\omega = 7.27 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

25.- Un satélite gira en una órbita geoestacionaria (es decir, la vertical del satélite siempre pasa por el mismo punto de la superficie terrestre)

- a) Calcular su velocidad angular
 - b) Calcular la altura a la que se encuentra sobre la superficie terrestre
 - c) Calcular su aceleración normal
 - d) Explicar porqué el satélite no cae sobre la Tierra
- $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $R_T = 6400 \text{ Km}$



Teoría

M.C.V. $\Rightarrow v = \omega \cdot r$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega \cdot r)^2}{r} = \frac{\omega^2 \cdot r^2}{r}$$
$$a_n = \omega^2 \cdot r$$

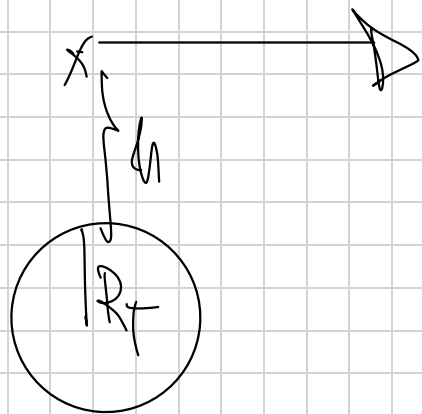
$$R = (R_T + h)$$

$$a_n = \omega^2 \cdot (R_T + h)$$

$$a_n = (7.27 \cdot 10^{-5})^2 \cdot (6.4 \cdot 10^6 + 3.6 \cdot 10^7)$$

$$a_n = 0.22 \text{ m/s}^2$$

También se podría calcular como la gravedad a esa altura.

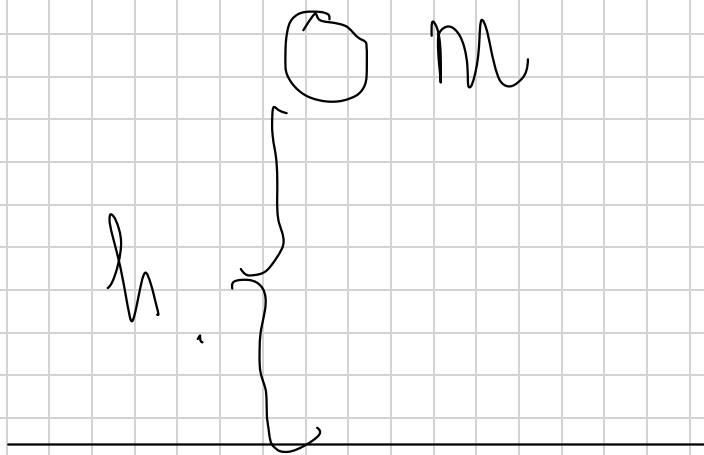


$$g = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} = 0.22 \text{ m/s}^2$$

Repaso 4º ESO y 1º BACH.

Energía potencial E_p

Es la energía que presenta un cuerpo de masa m en función de su posición.
(en un campo de fuerzas conservativo)



$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = \left(K_g \cdot \frac{M}{52} \right) \cdot m$$

$$E_p = \underbrace{N}_{\substack{\uparrow \\ \text{peso}}} \cdot m$$

$$E_p =$$



J

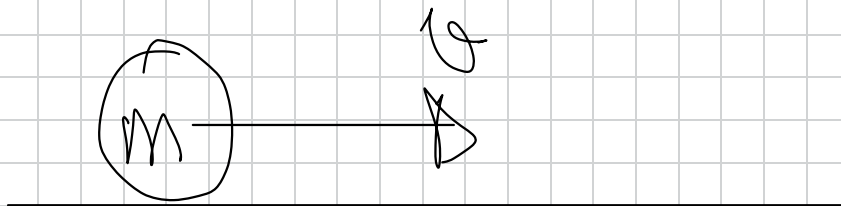
(Julio
en
S.I.)

= Energía cinética E_c

Es la energía que posee un cuerpo de masa m en función de su velocidad v

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_c = \text{kg} \cdot \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$



$$E_c = \text{Kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}$$

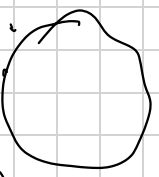
$$E_c = \text{N} \cdot \text{m}$$

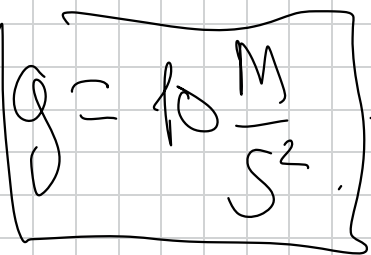
$$E_c = \text{Julio (J en SI)}$$

Energía mecánica . (E_m)

$$E_m = E_p + E_c = \text{J} + \text{J} = \text{Julio en SI}.$$

Principio de conservación de la Em.

REPOSO  $m = 1 \text{ kg}$.

$h = 5 \text{ m}$  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{cte}$.

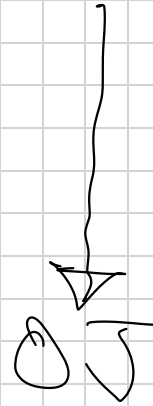


Origen de E_p

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 0$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

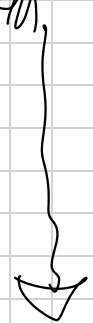
$$E_{pa} = 1 \cdot 10 \cdot 5 = 50 \text{ J}$$



$E =$
SUELTO

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_c = 0 \text{ J}$$

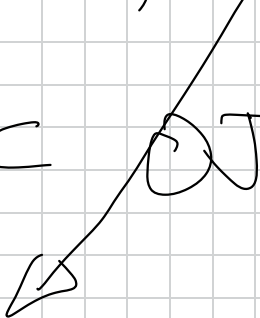


$E_c = 50 \text{ J}$
SUELTO

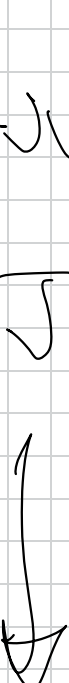
$$E_{\text{all}} = E_{\text{MSUEL}}.$$

$$E_{\text{Ph}} + E_{\text{ch}} = E_{\text{Pseu}} + E_{\text{Suelo}},$$

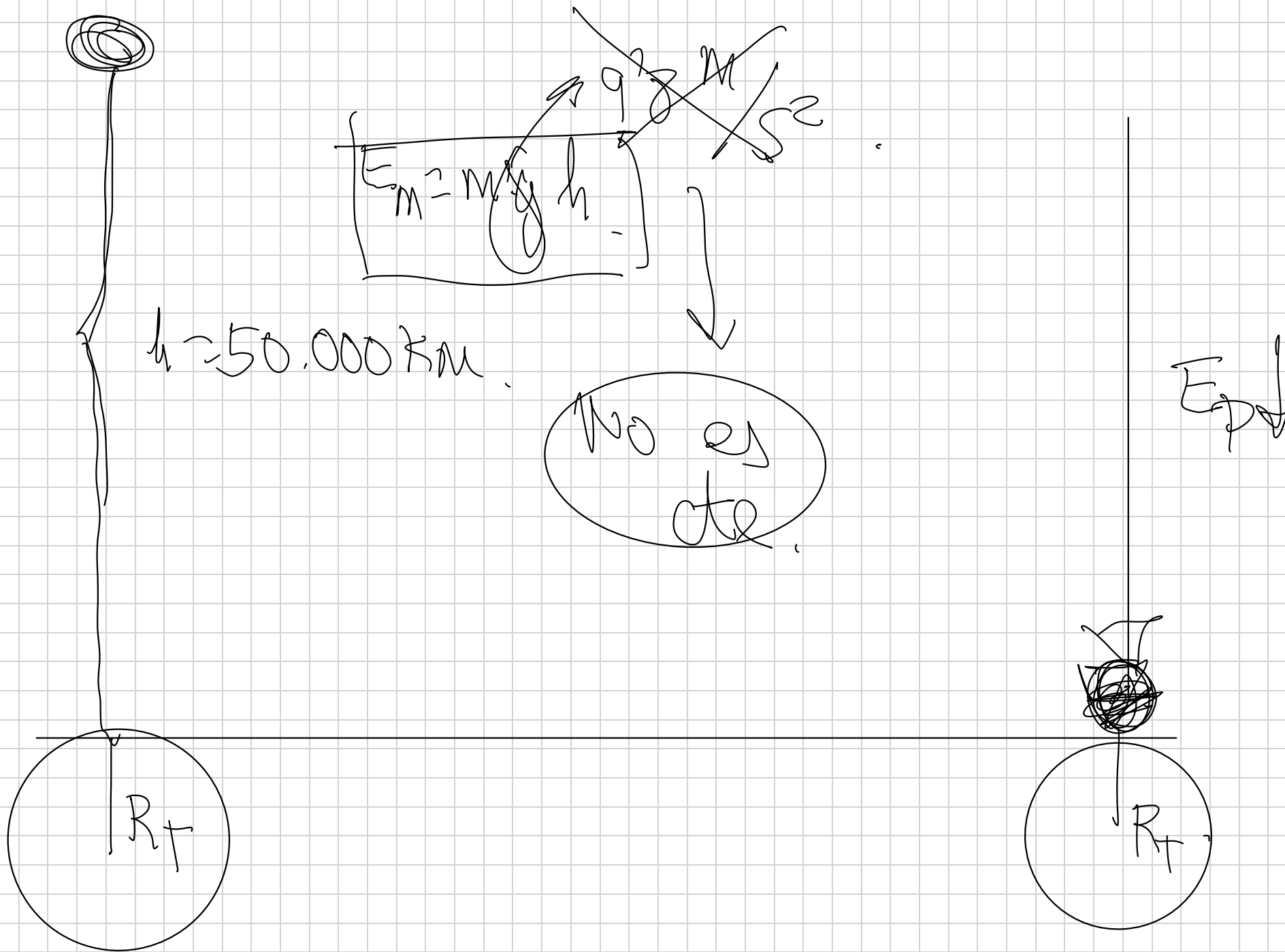
$$50\text{J} + 0\text{J} = 0\text{J} + 50\text{J}.$$



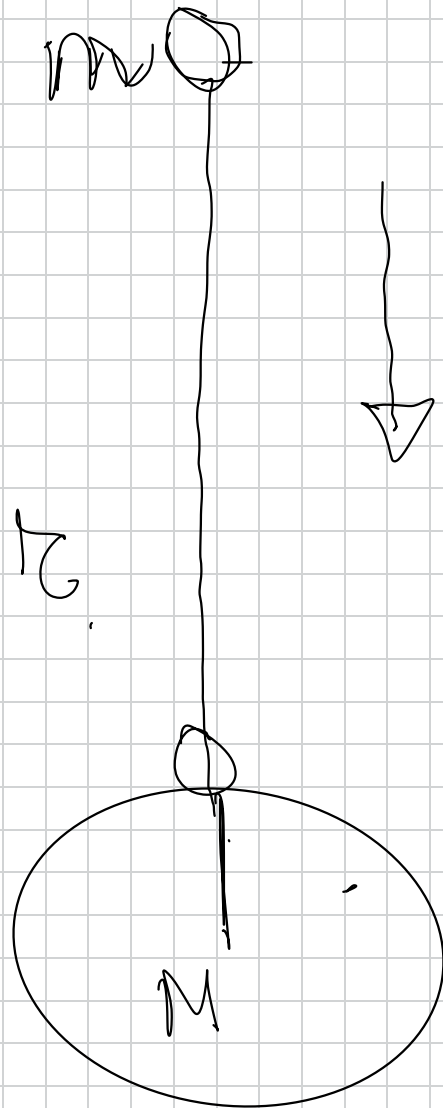
 übrigen de
 E_p



 $v?$



$\infty \longrightarrow E_p = 0$. (E_p gravitatorie .
[origen de E_p en da])



↓
Pierde .

$$E_p = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

↓
Julio (J) .

SANTANDER - Km 500.

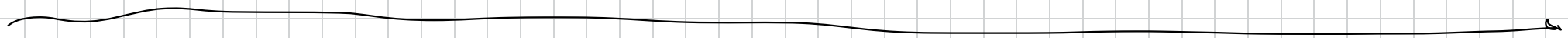
SANTANDER Km 0.

MADRID - Km 0.

MADRID Km 500.

MÁLAGA - Km. - 400

MÁLAGA Km - 900



Lo que realmente tiene significado físico
son las diferencias de E_p y
no la E_p en una posición ya
que su valor depende del origen
de E_p tomado (arbitrariamente
se toma el ∞).

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}, M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

29.- Un meteorito de 1000 Kg colisiona con otro a una altura sobre la superficie terrestre de 6 veces el radio de la Tierra y pierde toda su Energía cinética.

a) ¿Cuánto pesa el meteorito en ese punto y cuál es su energía mecánica después de la colisión?

b) Si cae a la Tierra, haga un análisis energético del proceso de caída. ¿Con qué velocidad llega a la superficie terrestre?

c) ¿Dependerá esa velocidad de la trayectoria seguida?, ¿y del origen de energía potencial tomado?. Razonar las respuestas.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}, R_T = 6400 \text{ Km}, M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

Handwritten notes:
 $\vec{F}_g = 0$
 $\vec{F}_g = 0$

∞

m pinda toda zu E_c ,

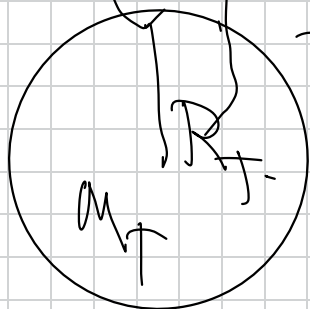
$$E_{ph} = -G \cdot \frac{M_T \cdot m}{7R_T} \quad / \quad E_{ch} = 0J$$

$$h = 6R_T$$

$$R = R_T + h$$

$$R = R_T + 6R_T$$

$$R = 7R_T$$



$$E_{ph} = -G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T}$$

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

desnervura

acumula

$$E_{m_h} = E_{m_T}$$

$$E_{p1} \rightarrow E_{c1} = E_{p1} + E_{c1}$$

$$-G \cdot \frac{M_f \cdot m}{7R_f} + 0 = -G \cdot \frac{M_f \cdot m}{R_f} + \frac{1}{2} m \cdot \underbrace{v_f^2}$$

$$G \cdot \frac{M_f \cdot m}{R_f} - G \cdot \frac{M_f \cdot m}{7R_f} = \frac{1}{2} m v_f^2$$

FACTOR COMÚN

$$G \cdot \frac{M_f \cdot m}{R_f} \left(1 - \frac{1}{7} \right) = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$\frac{6}{7} \cdot G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T} = \frac{1}{2} M v_T^2$$

$$v_T = \sqrt{\frac{12}{7} \frac{G M_T}{R_T}} = 1.035 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T} - G \cdot \frac{M_T \cdot m}{7 R_T}$$

$$\underbrace{7(GM_T \cdot M)}_{7R_T} \cdot \underbrace{(GM_T \cdot M)}_{7R_T} = \underbrace{\left(\begin{array}{c} 6(GM_T \cdot M) \\ 7R_T \end{array} \right)}_{\checkmark}$$

$$2 - \frac{1}{7} = \frac{7}{7} - \frac{1}{7} = \frac{6}{7}.$$

29.- Un meteorito de 1000 Kg colisiona con otro a una altura sobre la superficie terrestre de 6 veces el radio de la Tierra y pierde toda su Energía cinética.

a) ¿Cuánto pesa el meteorito en ese punto y cuál es su energía mecánica después de la colisión?

b) Si cae a la Tierra, haga un análisis energético del proceso de caída. ¿Con qué velocidad llega a la superficie terrestre?

c) ¿Dependerá esa velocidad de la trayectoria seguida?, ¿y del origen de energía potencial tomado?. Razonar las respuestas.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$, $R_T = 6400 \text{ Km}$, $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$

$h = 6R_T$
 $E_p = -G \frac{M_T \cdot m}{(6R_T + R_T)}$
 $E_{pT} = -G \frac{M_T \cdot m}{R_T}$
 $E_c = \frac{1}{2} m v^2$
 $E_{cT} = \frac{1}{2} m v_T^2$
 la disminución de E_p pasa a incrementar la E_c
 De esta forma la E_m permanece cte.
 $v_f = 0$

$$P_h = G \cdot \frac{M_f = M}{(6R_f + R_T)^2} \approx G \cdot \frac{M_f = M}{49 R_f^2} \approx 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{10^{24} \cdot 1000}{49 (6.4 \cdot 10^6)^2}$$

$$P_h = 200 \text{ W}$$

— o —

b) Conservation de l'énergie

$$E_{Mh} \approx E_{MT}$$

$$E_{Ph} + E_{Ch} = E_{PT} + E_{CT}$$

$$- G \cdot \frac{M_T \cdot M}{7 R_f} + \frac{1}{2} M v^2 = - G \cdot \frac{M_f = M}{R_T} + \frac{1}{2} M \left(\frac{v_T}{T} \right)^2$$

$$1 - G \cdot \frac{M_T}{7R_T} = G \cdot \frac{M_T}{R_T} + \frac{1}{2} v_T^2$$

$$\frac{1}{2} v_T^2 = G \left[\frac{M_T}{R_T} - \frac{M_T}{7R_T} \right]$$

$$\frac{1}{2} v_T^2 = G \left[\frac{6M_T}{7R_T} \right] = G \frac{6M_T}{7R_T}$$

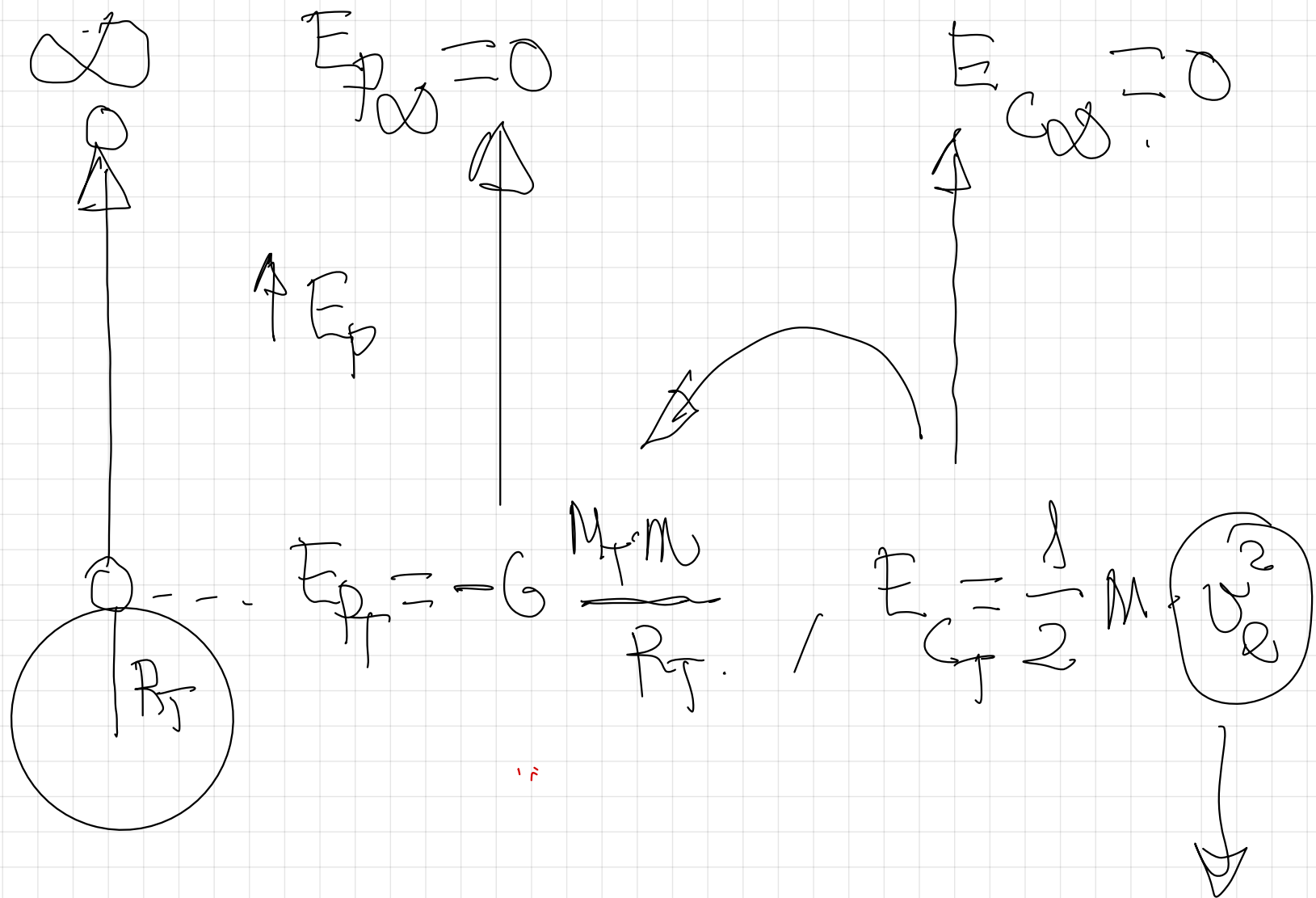
$$\frac{1}{2} v_T^2 = \frac{7 \cancel{G M_T}}{7 R_T} = \frac{\cancel{G M_T}}{R_T}$$

$$\frac{1}{2} v_T^2 = \frac{6 G M_T}{7 R_T}$$

$$v_T = \sqrt{\frac{12 G M_T}{7 R_T}} = 11035 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

pag 15, pregunta 3

3: Velocidad de escape de un cuerpo.



velocidad de escape
o velocidad
mínima de
escape.

Conservación de la E_m ,

$$E_{m_i} = E_{m_f}$$
$$E_{p_i} + E_{c_i} = E_{p_f} + E_{c_f}$$

$$-G \frac{M_T \cdot m}{R_T} + \frac{1}{2} m \cancel{v_e^2} = 0 + 0$$

la calculo,

$$\frac{1}{2} \cancel{m} v_e^2 = G \cdot \frac{\cancel{M_T} \cdot m}{R_T}$$

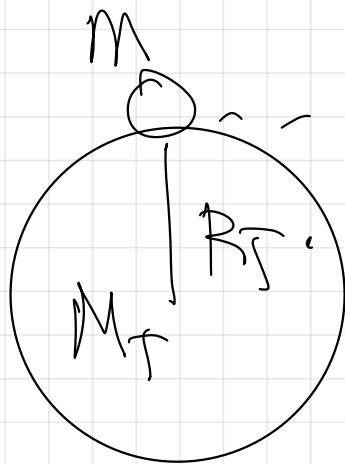
$$v_e^2 = \frac{2 G M_T}{R_T}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 G M_T}{R_T}}$$

31.- Calcular la velocidad de escape de un cuerpo situado en la superficie terrestre
 $g=9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $R_T= 6400 \text{ Km}$

$$0 \dots \dots E_{\text{total}} = 0 \text{ J}$$

$$E_{\text{total}} = 0 \text{ J}$$



$$E_{\text{total}} = \cancel{0} G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T}$$

$$E_G = \frac{1}{2} M v_e^2$$

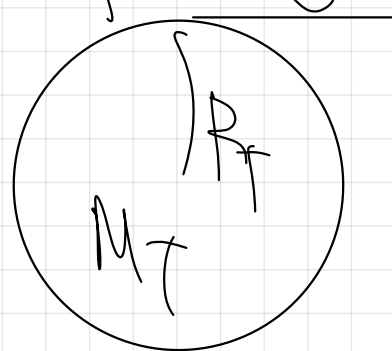
$$E_M = E_{M\infty} \rightarrow 0$$

$$E_{PT} + E_G = E_{P\infty} + E_{G\infty} \rightarrow 0$$

$$- G \cdot \frac{M_T \cdot M}{R_T} + \frac{1}{2} M \cdot v_E^2 = 0 + 0,$$

$$\frac{1}{2} M v_E^2 = G \cdot \frac{M_T \cdot M}{R_T},$$

$$v_E = \sqrt{\frac{2 G M_T}{R_T}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9.8 \cdot 6.4 \cdot 10^6}{R_T}} =$$

$$g = 9.8 \frac{m}{s^2}$$


A circle representing a planet with radius R_T and mass M_T .

$$g = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2}$$

$$= 11.200 \frac{m}{s}$$

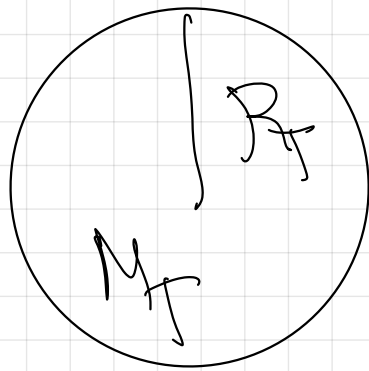
$$G \cdot M_T = g_T \cdot R_T^2$$

$$v_e = 11.200 \frac{m}{s}$$

$$\left(11.2 \frac{km}{s} \right)$$

$v_c = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$



Agujero
 negro

$11\frac{1}{2} \frac{\text{km}}{\text{s}}$

$$G_r = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$C = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$$

$$C^2 = \frac{2GM_s}{R_s}$$

$$C = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

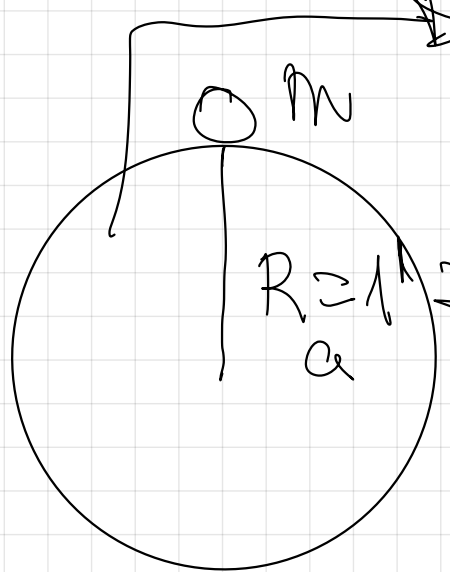
$$R_s = \frac{2GM_s}{C^2}$$



32.- Un astronauta, con 100 Kg de masa (incluyendo el traje) está en la superficie de un asteroide de forma prácticamente esférica, con 2,4 Km de diámetro y densidad media de $2,2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

- a) ¿Con qué velocidad debe impulsarse el astronauta para abandonar el asteroide?
- b) ¿Cómo se denomina rigurosamente tal velocidad?
- c) El astronauta carga ahora con una mochila de 40 Kg. ¿Le será más fácil salir del planeta. Razónese

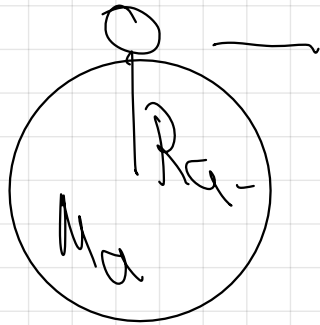
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$$


$$\rho = 2,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3}$$
$$\rho = 2200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$\infty \rightarrow$

$$E_{px} \geq 0$$

$$E_{px} = 0,$$



$$E_{pa} = G \cdot \frac{M_a \cdot m}{R_a}$$

$$E_{ca} = \frac{1}{2} m \cdot v_e^2$$

$$E_{ma} \geq E_{max}$$

$$= G \cdot \frac{M_a \cdot m}{R_a} + \frac{1}{2} m v_e^2 = 0 + 0,$$

$$\frac{1}{2} \cancel{M} v_e^2 = G \cdot \frac{M_a - M}{R_a} \quad \varphi = 2200 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2G \cancel{M_a}}{R_a}}$$

$\rho_a \rightarrow \cancel{M_a}$
 v_a

$$M_a = \rho_a \cdot V_a$$

$$\cancel{M_a} = \rho_a \cdot \frac{4}{3} \pi R_a^3$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2G \cdot \rho_a \cdot \frac{4}{3} \pi R_a^3}{R_a}}$$

$$v_e = \sqrt{2G \cdot f_a \cdot \frac{4}{3} \pi R_a^3}$$

c) la v_e es
independiente
de la masa
m del
astronauta

$$v_e = \sqrt{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 2200 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (1200)^2}$$

$$v_e = 133 \frac{m}{s}$$

b)

* velocidad de escape

c) No le será ni más fácil
ni más difícil salir del
planeta.

49.- La masa de una estrella es de $2 \cdot 10^{31}$ Kg. Si en un momento dado, la estrella se contrae debido a la presión gravitatoria, determinar el radio por el que la estrella se convierte en un agujero negro y la densidad del mismo.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$, velocidad de la luz en el vacío $c = \underline{\underline{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$

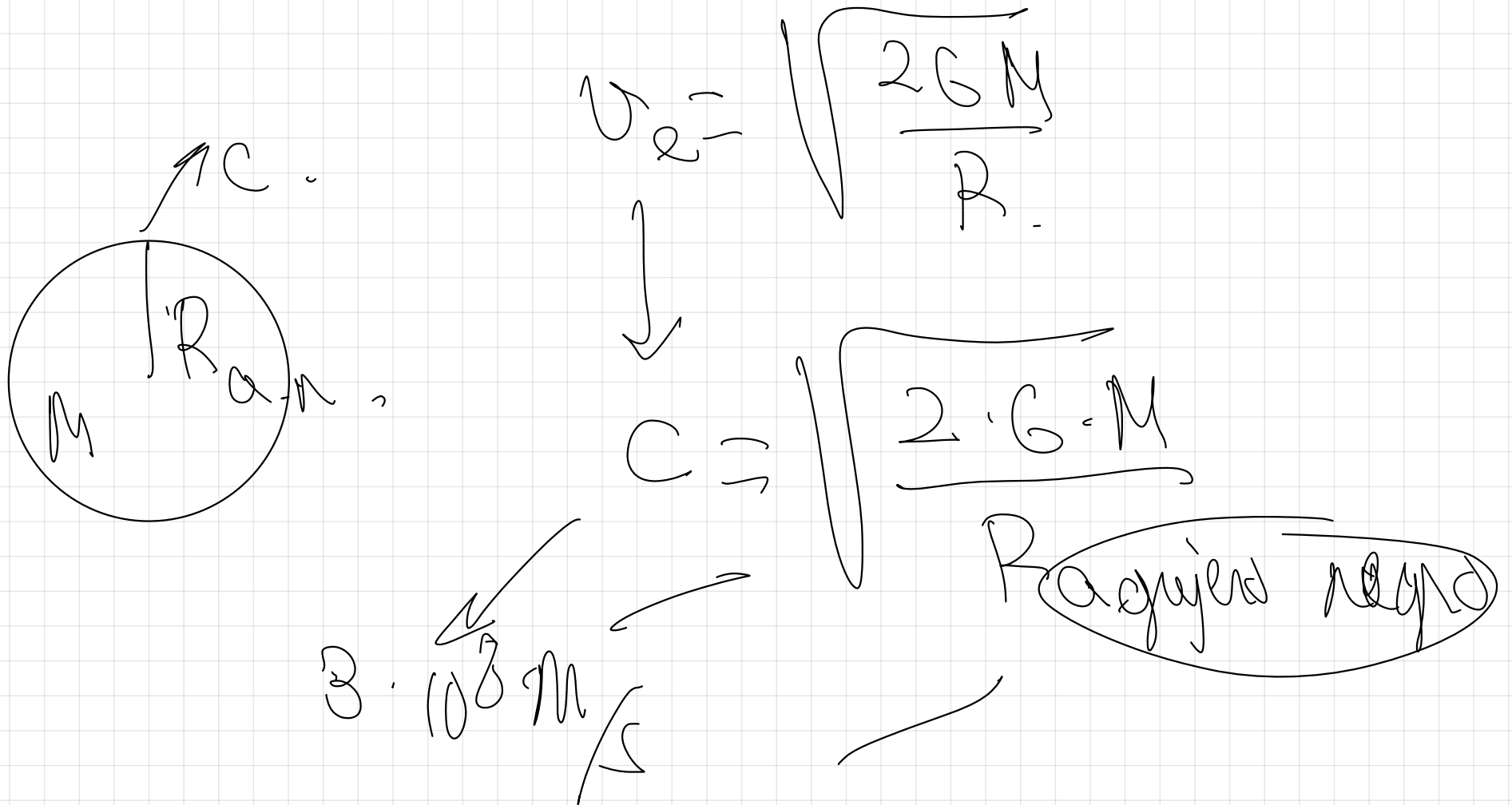


Diagram illustrating the formation of a black hole from a star. A circle represents the star with mass M and radius R . An arrow labeled c points upwards from the star. The escape velocity equation is written as $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$. Below this, the speed of light c is equated to the escape velocity: $c = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$. The resulting radius is labeled "Radio agujero negro". The value $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ is written below the equation, with an arrow pointing to the c in the equation.

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$
$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$$

Radio agujero negro

$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$c^2 = \frac{2GM}{R_{an}}$$

$$R_{an} = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{31}}{(3 \cdot 10^8)^2}$$

$$R_{an} = 2.97 \cdot 10^4 \text{ m}$$

densidad
↗ muy alta.

$$\rho_{an} = \frac{M}{V_{an}} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R_{an}^3} = \frac{2 \cdot 10^{31} \text{ Kg}}{\frac{4}{3}\pi \cdot (2.97 \cdot 10^4)^3} = 1.87 \cdot 10^{17} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

