EXAMEN DE DEPARTAMENTO DE FÍSICA **2º BACHILLERATO**

1ª EVALUACIÓN

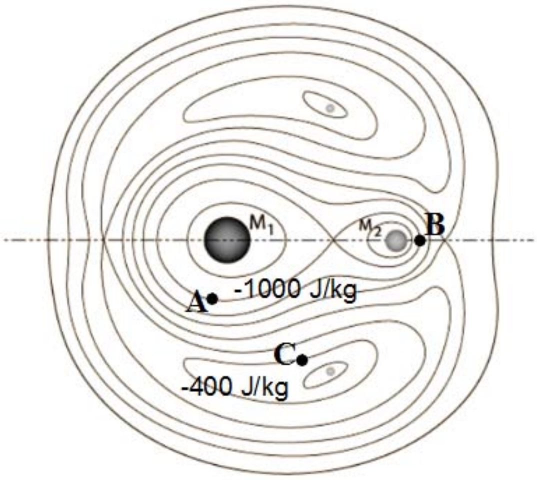
Nombre:

Apellidos:

1. Neptuno describe una órbita elíptica alrededor del Sol. Indica, de forma razonada y ayudándote de un diagrama apropiado, para cada una de las siguientes magnitudes si su valor es mayor, menor o igual en el afelio comparado con el perihelio: **(2p)**
   a) Momento cinético respecto a la posición del Sol.
   b) Momento lineal.
   c) Energía potencial.
   d) Energía mecánica.

2. Un planeta tiene la mitad de radio que la Tierra y la misma densidad media. Compara: **(2p)**
   a) Las intensidades de campo gravitatorio sobre la superficie de ambos planetas.
   b) Las velocidades de escape de un objeto de masa m desde la superficie de ambos planetas.

3. ¿Qué relación existe entre el teorema de conservación del momento angular y la primera ley de Kepler? ¿y con la segunda? **(2p)**



4. El diagrama de la izquierda corresponde a las superficies equipotenciales de un sistema formado por las masas M_1 y M_2. Contesta razonadamente a las siguientes cuestiones: **(2p)**
   a) ¿Existe algún punto en el que se anule la intensidad de campo gravitatorio? ¿Y el potencial gravitatorio?
   b) ¿Cuál es el trabajo realizado sobre una masa de 100 kg para ir desde A hasta B?
   c) ¿Cuál es el incremento de energía cinética cuando la masa de 100 kg va desde C hasta A? ¿Qué deduces del signo de dicho incremento?
   d) ¿Qué masa habría que desplazar desde A hasta el infinito para que el trabajo realizado sobre dicha masa coincidiese con el realizado sobre la masa de 100 kg para llevarla desde C hasta el infinito?

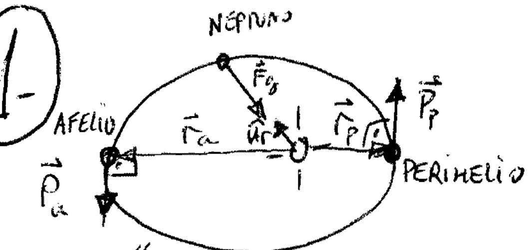
5. Desde un punto de la superficie terrestre se lanza verticalmente hacia arriba un objeto de 500 kg que llega hasta una altura de 500 km. Determina: **(2p)**
   a) La velocidad de lanzamiento.
   b) La energía potencial del objeto a esa altura.

   Si estando situado a la altura de 500 km, queremos convertir el objeto en satélite de forma que se ponga en órbita circular alrededor de la Tierra,
   c) ¿Qué energía adicional habrá que comunicarle?
   d) ¿Cuál será la velocidad y el periodo del satélite en esa órbita?

Datos: Constante de Gravitación $G = 6{,}67\times10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$

Masa de la Tierra $M_T = 5{,}98\times10^{24}$ *kg; Radio de la Tierra* $R_T = 6370$ *km.*

1-



$$\boxed{r_p > r_a}$$

a) EL MOMENTO CINÉTICO RESPECTO AL SOL SE MANTIENE CONSTANTE, YA QUE LA GRAVEDAD ES UNA FUERZA CENTRAL.

$$\boxed{\vec{F} = -\frac{GM_S M_N}{r^2}\hat{u}_r}$$

EL MOMENTO DE FUERZA CAUSADO POR NEPTUNO SOBRE EL SOL SE ANULA:

$$\vec{M} = \hat{r} \times \vec{F} = \vec{0}$$

$$\boxed{M = r \cdot \frac{GM_S M_N}{r^2} \cdot \operatorname{sen} 180^\circ = 0}$$

DEMOSTRACIÓN:

DEF. $\vec{v}$ — 2ª LEY NEWTON

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \Rightarrow \frac{d(\vec{r}\times\vec{p})}{dt} = \frac{d\vec{r}}{dt}\times\vec{p} + \vec{r}\times\frac{d\vec{p}}{dt} = \boxed{\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}}$$

$$= \cancel{\vec{v}\times\vec{p}} + \vec{r}\times\vec{F} = \vec{M}$$

0 (YA QUE $\vec{v} \parallel \vec{p} = m\vec{v}$)

SEGÚN EL Tª DEL MOM. CINÉTICO $\Longleftarrow$

$\Downarrow$ SI $\vec{M} = 0$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{0} \Rightarrow \vec{L} = \vec{cte} \Rightarrow \boxed{\vec{L}_a = \vec{L}_p}$$

b) EL MOMENTO LINEAL ($\vec{p} = m\vec{v}$) TIENE UNA DIRECCIÓN TANGENTE A LA TRAYECTORIA EN CADA PUNTO, EN EL DIAGRAMA PODEMOS VER CUÁL ES SU DIRECCIÓN Y SENTIDO EN AFELIO Y PERIHELIO. PARA COMPARAR SUS MÓDULOS UTILIZAMOS LA CONSERVACIÓN DEL MOM. ANGULAR (LEY DE LAS ÁREAS):

$$L_a = L_p \Rightarrow \cancel{M_N} \cdot r_a \cdot v_a \cancel{\operatorname{sen}} \overset{1}{90^\circ} = \cancel{M_N} \cdot r_p \cdot v_p \cancel{\operatorname{sen}} \overset{1}{90^\circ}$$

$$\frac{r_a}{r_p} = \frac{v_p}{v_a} > 1 \Rightarrow v_p > v_a \Rightarrow \boxed{P_p > P_a}$$

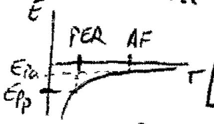
COMO LA MASA DE NEPTUNO ES CTE.

c) LA ENERGÍA POTENCIAL SE DEFINE, EN UN CAMPO CONSERVATIVO, COMO LA MAGNITUD ESCALAR QUE PIERDE UN CUERPO CUANDO VA DE UNA POSICIÓN A OTRA IMPULSADO POR LAS FUERZAS DEL CAMPO.

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_A^B -\frac{GM_S M_N}{r^2}\cdot\hat{u}_r \cdot d\vec{r} = -GM_S M_N \int_A^B \frac{1}{r^2}\,dr =$$

$$= -GM_S M_N \left(-\frac{1}{r}\Big|_A^B\right) = -\frac{GM_S M_N}{r_A} - \left(-\frac{GM_S M_N}{r_B}\right) = \boxed{-\Delta E_p}$$

$$E_{p_a} = -\frac{GMm}{r_a} > -\frac{GMm}{r_p}$$



$$\boxed{E_{p_a} > E_{p_p}}$$

d) LA ENERGÍA MECÁNICA SE MANTIENE CTE. EN UN CAMPO CONSERV.

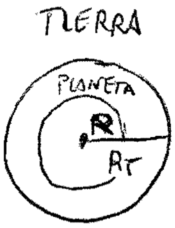
$$\left.\begin{aligned} W_{AB} &= -\Delta E_p \\ W_{AB} &= \Delta E_c \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} -\Delta E_p &= \Delta E_c \\ -(E_{p_A} - E_{p_B}) &= E_{c_B} - E_{c_A} \end{aligned}$$

Tª FUERZAS VIVAS

$$E_{c_A} + E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B}$$

$$\boxed{E_{m_A} = E_{m_B}}$$

2-



DENSIDAD MEDIA $\boxed{\rho = \frac{M}{V} = \frac{3}{4\pi}\frac{M}{R^3}}$

$V_{ESF} = \frac{4}{3}\pi R^3$

CONDICS. $\boxed{R = R_T/2 \;;\; \rho = \rho_T}$

DEDUCIMOS LA RELACIÓN ENTRE MASAS:

$$\cancel{\frac{3}{4\pi}}\frac{M}{R^3} = \cancel{\frac{3}{4\pi}}\frac{M_T}{R_T^3}$$

$$\frac{M}{(\cancel{R_T}/2)^3} = \frac{M_T}{\cancel{R_T^3}} \Rightarrow \boxed{M_T = 8M}$$

a) LA INTENSIDAD DE CAMPO GRAVITATORIO:

$$\boxed{\vec{g} = -\frac{GM}{r^2}\hat{u}_r}$$

SU MÓDULO EN LA SUPERFICIE DE UN PLANETA:

$$\boxed{g = \frac{GM}{R^2}} = \frac{G M_T/8}{(R_T/2)^2} = \frac{1}{2}\frac{GM_T}{R_T^2}$$

$$\boxed{g_T = \frac{GM_T}{R_T^2}} \Rightarrow \boxed{g_T/g = 2}$$

LA INTENSIDAD DE CAMPO GRAVITATORIO SOBRE LA SUPERF. DE LA TIERRA ES EL DOBLE QUE SOBRE LA DEL PLANETA

b) LA VELOCIDAD DE ESCAPE DE UN OBJETO DESDE LA SUPERF. DE UN PLANETA:

$$\boxed{E_{M_{SUP}} + E_{esc} = 0}$$

ES LA VELOCIDAD NECESARIA PARA QUE EL OBJETO SE LIBERE DEL CAMPO GRAVITATORIO

$$-\frac{GM\cancel{m}}{R} + \frac{1}{2}\cancel{m}v_{esc}^2 = 0 \Rightarrow \boxed{V_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}}$$

$$\boxed{\frac{1}{2}V_{esc_T} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}} = \sqrt{\frac{1}{4}\frac{2GM_T}{R_T}}} = \sqrt{\frac{2G(M_T/8)}{(R_T/2)}}$$

$$\boxed{\frac{V_{esc_T}}{V_{esc}} = 2}$$

LA VELOCIDAD DE ESCAPE TERRESTRE ES EL DOBLE QUE LA DEL PLANETA.

3-

ENUNCIA Y DEMUESTRA

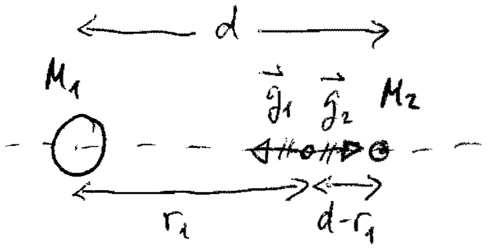
- Tª MOM CINÉTICO Y SU CONS.
- 1ª Y 2ª LEY DE KEPLER
- SUS DEMOS

4.-

a) $\boxed{\vec{g} = -\dfrac{GM}{r^2}\,\hat{u}_r}$ SEGÚN EL T^a DE SUPERPOSICIÓN DE CAMPOS:

$$\boxed{\vec{g}_T = \vec{g}_1 + \vec{g}_2}$$

EL CAMPO TOTAL SE PUEDE ANULAR SI $\boxed{\vec{g}_1 = -\vec{g}_2}$
- MISMA DIR
- SENT. CONT.
- IGUAL MOD.



$$\Downarrow$$

$$\boxed{g_1 = g_2} \Rightarrow \frac{\cancel{G}M_1}{r_1^2} = \frac{\cancel{G}M_2}{(d-r_1)^2}$$

$$\boxed{M_1(d-r_1)^2 = M_2\, r_1^2}$$

EL CAMPO GRAVITATORIO SE ANULARÁ EN UNA POSICIÓN SITUADA ENTRE LOS CENTROS DE AMBAS MASAS, PERO MÁS CERCA DE M_2 QUE DE M_1; YA QUE $M_2 < M_1$. NO OCURRIRÁ LO MISMO CON EL POTEN.

$$\frac{W_{AB}}{m} = \int_A^B \vec{g}\cdot d\vec{r} = -\frac{GM}{r_A} - \left(-\frac{GM}{r_B}\right) \Rightarrow \boxed{V = -\frac{GM}{r}}$$

$\boxed{V_T = V_1 + V_2 < 0}$ ES NEGATIVO EN CUALQUIER PUNTO (SALVO SI $r \to \infty$)

b) $W_{AB} = m\,(V_A - V_B) = \boxed{0\ J}$ A y B ESTÁN SOBRE UNA SUPERF. EQUIPOTENCIAL

$V_A = V_B = -1000\ J/kg$

c) $W_{CA} = m\,(V_C - V_A) = 100\cdot\left(-400 - (-1000)\right) = 6\cdot 10^4\ J$

$m = 100\ kg$
$V_A = -1000\ J/kg$
$V_C = -400\ J/kg$

SEGÚN EL T^a DE CONS. DE E_M $\Rightarrow$ $W_{CA} = \Delta E_c = 6\cdot 10^4\ J > 0$

EL TRABAJO LO REALIZA EL CAMPO Y SE INVIERTE EN AUMENT. LA E_c DE LA MASA.

d) $W_{A\infty} = m\,(V_A - \cancel{V_\infty}^{\,0}) = -10^3\, m\ J$

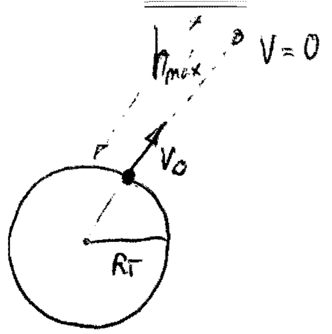
$W_{C\infty} = 100\cdot(V_c - \cancel{V_\infty}^{\,0}) = -4\cdot 10^4\ J$

SI $W_{A\infty} = W_{C\infty}$

$$\Downarrow$$

$$m = \frac{4\cdot 10^4}{10^3} = \boxed{40\ kg}$$

5-



$m = 500\ kg$

$h = 500\ km$

$\boxed{r_f = h_{máx} + R_T} = 6870\ km = 6{,}87 \cdot 10^6\ m$

$R_T = 6370\ km$

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

$M_T = 5{,}98 \cdot 10^{24}\ kg$

a) $\Delta E_m = 0 \Rightarrow E_{c_0} + E_{p_0} = \cancel{E_{c_f}}^{0} + E_{p_f}$

$$\frac{1}{2}\cancel{m} v_0^2 - \frac{G M_T \cancel{m}}{R_T} = -\frac{G M_T \cancel{m}}{r}$$

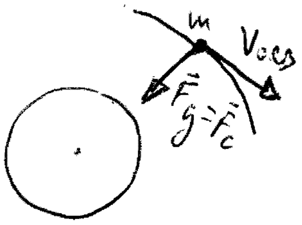
$$V_0 = \sqrt{2 G M_T \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{r}\right)}$$

$$V_0 = \sqrt{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \left(\frac{1}{6{,}37 \cdot 10^6} - \frac{1}{6{,}87 \cdot 10^6}\right)}$$

$$\boxed{V_0 = 3020\ m/s}$$

b) $E_{p_f} = -\frac{G M_T m}{r} = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot 500}{6{,}87 \cdot 10^6} = -2{,}90 \cdot 10^{10}\ J$

c) PARA SITUARLO EN UNA ÓRBITA CIRCULAR, HABRÁ QUE SUMINISTRARLE LA E_c NECESARIA PARA ALCANZAR LA VELOC. ORBITAL:



$$\vec{F}_g = \vec{F}_c \Rightarrow \frac{G M_T \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \frac{\cancel{m} v^2}{\cancel{r}}$$

$$V_{ORB} = \sqrt{\frac{G M_T}{r}} = 7620\ m/s$$

$$E_{extra} = E_{c_{ORB}} = \frac{1}{2} m V_{ORB}^2 = \frac{1}{2}\frac{G M_T m}{r} = \boxed{-\frac{1}{2} E_{p_f}}$$

$$E_{extra} = -\frac{1}{2}\left(-2{,}90 \cdot 10^{10}\right) J = \boxed{1{,}45 \cdot 10^{10}\ J}$$

d)

$$V_{ORB} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24}}{6{,}87 \cdot 10^6}} = \boxed{7620\ m/s}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 6{,}87 \cdot 10^6}{7620} = 5670\ s = \boxed{1{,}57\ h}$$