

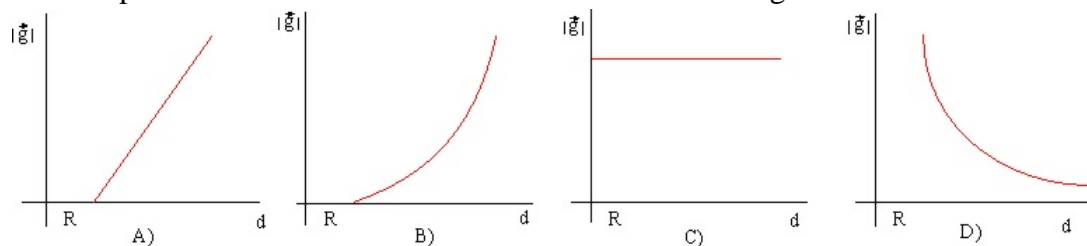
## Campo gravitatorio 2

21. Si la fuerza de interacción entre dos esferas de masa  $m$ , separadas una distancia  $d$ , es  $F$ , y ahora redujéramos sus masas a la mitad, duplicando la distancia de separación, obtendríamos una fuerza de interacción que sería, respecto a  $F$ :

- a) LA CUARTA PARTE      b) UN OCTAVO      c) UN DIECISEIS AVO      d) EL DOBLE

SOL:  
Teniendo en cuenta que  $F = G \frac{Mm}{R^2}$ , aplicándola al problema:  $F = G \frac{m^2}{d^2}$  y en el segundo caso:  $F' = G \frac{\left(\frac{m}{2}\right)^2}{(2d)^2}$ ,  
dividiendo ambas  $\frac{F'}{F} = \frac{1}{16}$ , de lo que  $F' = \frac{F}{16}$ , tal como se propone en c.

22. Te dan una serie de gráficos que representan la variación del módulo de la intensidad del campo gravitatorio terrestre para una distancia  $d > \text{Radio terrestre}$ . De todas las gráficas dadas

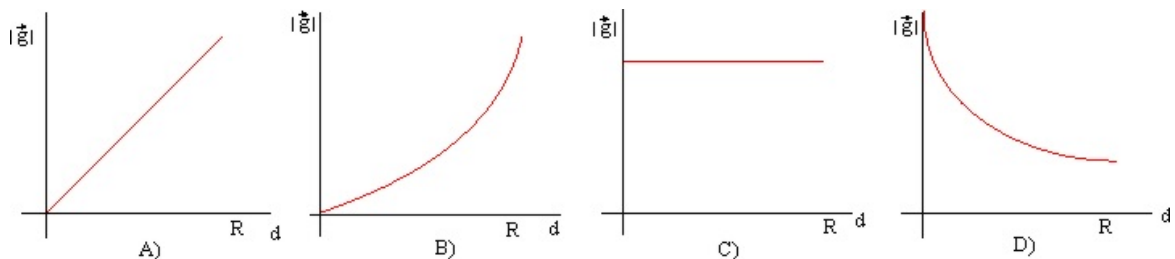


la única correcta es la

- a) A      b) B      c) C      d) D

SOL:  
Como sigue la ley  $|\vec{g}| = \frac{k}{d^2}$ , la gráfica que mejor le corresponde es la D

23. Te dan una serie de gráficos que representan la variación del módulo de la intensidad del campo gravitatorio terrestre, dentro del planeta, supuesto homogéneo desde su superficie (radio  $R$ ), hasta el centro, con una densidad constante  $\rho$ . De todos ellos dirás que el que más se aproxima a la realidad es el:



- a) A      b) B      c) C      d) D

SOL:

Para determinar la variación de  $g$  en el interior de la Tierra, y supuesto un punto  $P$  a una distancia  $d < R$ , trazamos por  $P$  una superficie gaussiana esférica, a fin de determinar la intensidad del campo. Así  $|\vec{g}| = G \frac{M_d}{d^2}$  (I). La masa encerrada  $M_d$

supuesto homogénea con densidad  $\rho$   $M_d = V\rho = \frac{4}{3}\pi d^3 \rho$ , que al sustituir en (I),  $|\vec{g}| = \frac{4}{3}\pi G\rho d$ , siendo

$k = \frac{4}{3}\pi G\rho$ , nos quedaría que  $|\vec{g}| = k d$ , que corresponde a la ecuación de una recta con pendiente  $k$ . En este caso el valor máximo de  $g$  corresponderá a  $d$  máximo =  $R$ . La única gráfica que corresponde a esta función es la A.

24\*.En muchos problemas de mecánica, suelen tomar como valor de la intensidad del campo gravitatorio terrestre  $g=10 \text{ m/s}^2$ , pero aunque no lo creas este valor es erróneo porque:

- NO PUEDE TENER LAS UNIDADES DE UNA ACELERACIÓN
- NO PUEDE EXISTIR EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA ESE VALOR DE  $g$
- SÓLO SE PODRÍA CONSIDERAR ESE VALOR, DENTRO DE LA TIERRA
- ESE VALOR SÓLO SE DARÍA EN EL ESPACIO QUE LA RODEA
- IMPLICARÍA QUE LA TIERRA DEBERÍA TENER MAS MASA, MENOS RADIO, O AMBAS COSAS.

SOL:

La máxima intensidad del campo gravitatorio de la Tierra, en valor modular  $|\vec{g}| = G \frac{M}{d^2}$ , corresponde para  $d=R$ , y dado

que el radio ecuatorial es 23 km. mayor que el polar, el máximo valor de  $g$  será en el polo, y numéricamente es  $9,83 \text{ m/s}^2$ , no existiendo jamás el valor de  $g > 9,83 \text{ m/s}^2$  como se sugiere en b. En el espacio exterior a la Tierra  $d > R$ , y  $g < 9,8$ , al igual que en el interior de la Tierra. Para que se cumpliera dicho valor, siendo constante  $G$ , implicaría o que  $M$  sería mayor o

que el radio sería menor como se indica en e. Dado que la intensidad de un campo  $\vec{I} = \frac{\vec{F}}{A}$ , siendo  $A$  la magnitud activa

que crea el campo gravitatorio terrestre (masa de la Tierra), expresándola en el S.I. las unidades de dicha intensidad, serían  $\text{N/kg}$ , como  $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ , sería correcto expresarlo en  $\text{m/s}^2$ .

25\*.En alguna novela de ciencia-ficción, habrás podido leer que los exploradores que intentar llegar al Centro de la Tierra, al descender comienzan a sentir una atracción mayor hacia el suelo, por aumento de la intensidad del campo gravitatorio. Esta idea deberá ser:

- CORRECTA, PORQUE LA GRAVEDAD AUMENTA AL ACERCARSE AL CENTRO DE LA TIERRA
- CORRECTA, SOLO SI LA DENSIDAD DEL PLANETA AUMENTA MUCHO CON LA PROFUNDIDAD
- CORRECTA PORQUE ES INVERSAMENTE PROPORCIONAL AL CUADRADO DE LA DISTANCIA
- INCORRECTA PORQUE AL DESCENDER CADA VEZ LA MASA QUE TE ATRAE ES MENOR
- INCORRECTA PORQUE DENTRO DE LA TIERRA LA INTENSIDAD DEL CAMPO GRAVITATORIO ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA DISTANCIA

SOL:

Por lo explicado en el test 23,  $|\vec{g}| = k/d$ , por lo tanto aciertan las propuestas d y e, debido a que la masa que te atrae, disminuye.

26\*. El valor de la gravedad terrestre al nivel del mar y en el ecuador es de  $9,780 \text{ m/s}^2$ , mientras que en los polos es de  $9,832$  según esto podrás asegurar que:

- EL RADIO TERRESTRE ECUATORIAL ES MENOR QUE EL POLAR
- PESARÍAS MÁS EN EL POLO
- UNA BALANZA ANALÍTICA DARÁ EL MISMO VALOR PARA UN CUERPO, PESADO EN EL ECUADOR Y EN EL POLO
- SI CUELGAS DE UN MISMO RESORTE UN CUERPO EN EL ECUADOR, AQUÉL SE ESTIRARÁ MENOS QUE EN EL POLO

$G=6,67 \cdot 10^{-11}$  u.S.I. Masa de la Tierra= $6 \cdot 10^{24}$  kg.

SOL:

Se explica en el test 24. la gravedad terrestre es menor en el ecuador porque el radio ecuatorial es mayor y  $|\vec{g}| = G \frac{M}{d^2}$ . Al

ser  $g$  mayor en el polo pesarías mas, como se propone en b. Sin embargo la balanza analítica que mide masas dará el mismo valor en el ecuador que en los polos. Lo contrario ocurre con una balanza de resorte, que estirará según la ley de Hooke, y por lo tanto depende del peso del cuerpo que cuelga que será mayor donde la gravedad sea mayor o sea en los polos. Son correctas las propuestas b y c.

27\*. La gravedad en Neptuno y de Urano, es similar a la de la Tierra, sin embargo la masa de aquél, es aproximadamente 18 veces mayor, mientras que la del segundo sólo lo es 14, con estos datos podrás afirmar que:

- a) NEPTUNO ES MAYOR QUE URANO
- b) LA TIERRA ES MAYOR QUE NEPTUNO
- c) URANO ES MAYOR QUE LA TIERRA
- d) LA ATMÓSFERA DE NEPTUNO ES MAS DENSA QUE LA DE LA TIERRA

SOL:

Aplicando la expresión  $|\vec{g}| = G \frac{M}{R^2}$ , a los diferentes planetas e igualando  $\frac{M_T}{R_T^2} = \frac{M_N}{R_N^2}$  y  $\frac{M_T}{R_T^2} = \frac{M_U}{R_U^2}$ . Con los datos dados:

$$\frac{M_T}{R_T^2} = \frac{18M_T}{R_N^2}; R_N = R_T \sqrt{18}; \frac{M_T}{R_T^2} = \frac{14M_T}{R_U^2}; R_U = R_T \sqrt{14}; \frac{R_N}{R_U} = \frac{\sqrt{18}}{\sqrt{14}} = 1,13.$$

Por lo tanto Neptuno es 1,13 veces mayor que Urano, y ambos mayores que la Tierra. Dado que la atracción es similar la atmósfera si la hubiera debería ser igualmente densa. Son correctas las propuestas a y c.

28. Con el dato del test 27, una piedra lanzada hacia arriba por un astronauta en Urano, con la misma fuerza tardaría un tiempo en volver al suelo  $t$  veces el tiempo que emplearía en la Tierra, siendo  $t$ :

- a) 1
- b) 0,5
- c) 0,1
- d) 10

SOL:

Dado que  $g$  es similar, el tiempo que tarda en subir y bajar deberán ser similares que en la Tierra. Es correcta la propuesta a.

29. Con el dato del test 27, si en Neptuno eres capaz de saltar verticalmente 0,50m, en Urano dicho salto sería de:

- a) 1m
- b) 0,1m
- c) 5m
- d) 50m

SOL:

Por las mismas razones, si  $g$  es igual,  $h$  será igual, puesto que la energía potencial alcanzada deberá ser la misma  $mgh = \text{constante}$ . Es correcta la propuesta a.

30. Si un planeta tiene masa doble que la Tierra y radio también doble, una piedra lanzada hacia arriba en dicho planeta con la misma energía, deberá alcanzar una altura  $H$ :

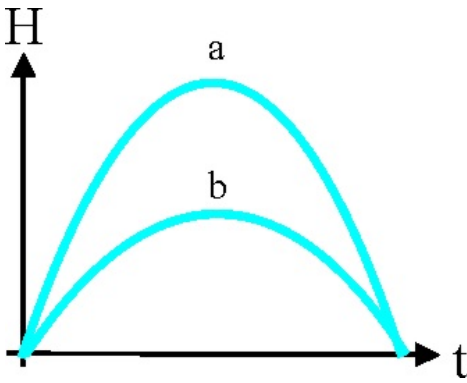
- a) Doble
- b) Igual
- c) La mitad
- d)  $\sqrt{2}$

SOL:

Aplicando la expresión  $|\vec{g}_T| = G \frac{M_T}{R_T^2}$ , al planeta X,  $|\vec{g}_X| = G \frac{2M_T}{(2R_T)^2}$ , y dividiendo ambas expresiones  $\frac{|\vec{g}_T|}{|\vec{g}_X|} = 2$ . Por lo

Tanto  $g$  en dicho planeta es la mitad que en la Tierra.  $m g_T H_T = m g_X H = \frac{1}{2} m g_T H$ ; de lo que  $H = 2H_T$ , es

correcta la propuesta a



31. En la figura se muestra la gráfica posición/tiempo del lanzamiento vertical con la misma velocidad inicial de un cuerpo en diferentes planetas a y b, de aparentemente el mismo tamaño. De ellos podrás asegurar que:

- a) LA GRAVEDAD EN b ES MENOR QUE EN a
- b) LA MASA DE a ES MAYOR QUE LA DE b
- c) LA DENSIDAD DE a ES MENOR QUE LA DE b
- d) EL PESO DE UN ASTRONAUTA EN b ES MENOR QUE EL QUE TENDRÍA EN a

SOL:

Dado que el movimiento descrito es de subida y bajada del objeto hasta alcanzar el suelo, en este caso  $H_{\text{máxima}} = \frac{v_0^2}{2g}$ , o

sea  $g_x = \frac{v_0^2}{2H_{\text{máxima}}}$ , si  $H_{\text{máxima a}} = 2H_{\text{máxima b}}$ ;  $g_a = \frac{v_0^2}{2H_a}$ ;  $g_b = \frac{v_0^2}{2H_b} = \frac{v_0^2}{H_a}$ ; Dividiendo ambas expresiones  $g_b = 2g_a$

como  $g = G \frac{M}{R^2}$ , aplicándolo a ambos planetas  $g_a = G \frac{M_a}{R_a^2}$  y  $g_b = G \frac{M_b}{R_b^2}$ ;  $G \frac{M_b}{R_b^2} = 2G \frac{M_a}{R_a^2}$ , de lo que

$M_b = 2M_a$ . Si se consideran los planetas como esferas homogéneas de densidad  $\rho$ ,  $|\vec{g}| = \frac{4}{3}\pi G \rho R$ , aplicándolo a

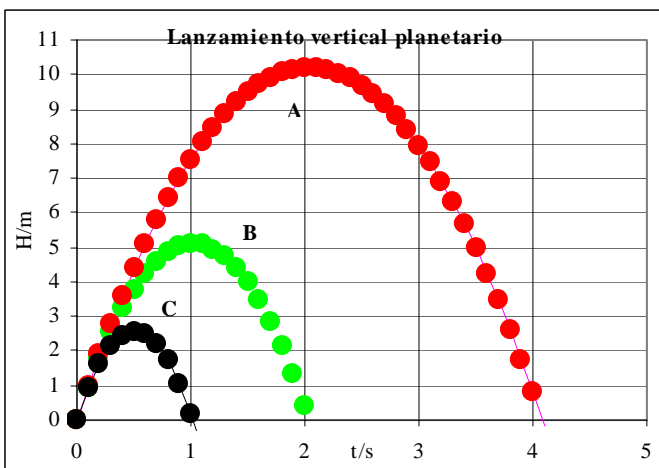
ambos planetas  $|\vec{g}_a| = \frac{4}{3}\pi G \rho_a R$  y  $|\vec{g}_b| = \frac{4}{3}\pi G \rho_b R$ , dividiendo ambas  $\frac{|\vec{g}_b|}{|\vec{g}_a|} = \frac{\rho_b}{\rho_a} = 2$ , o sea que la densidad de b es el doble de la de a. El peso mg, en b será el doble del peso de ese mismo astronauta en a. Por lo tanto sólo es correcta la c.

32. En la Luna para que una piedra en caída libre de 20 metros, llegue al suelo necesita 5 segundos. Con esos datos podrás confirmar que el valor de la gravedad en este satélite es:

- a) SEMEJANTE AL DE LA TIERRA
- b) LA MITAD QUE EN LA TIERRA
- c) 1,2 m/s<sup>2</sup>
- d) 1.6 newtons/kilos
- e) LA CUARTA PARTE QUE EN LA TIERRA

SOL:

Puesto que  $s = g_L t^2 / 2$ ;  $g_L = 2s/t^2 = 2 \cdot 20/25 = 8/5 = 1,6 \text{ m/s}^2 < 9,8 \text{ m/s}^2$ , valor que tampoco corresponde a la cuarta parte de la g terrestre. La única propuesta correcta es la d.



33. Te dan las gráficas posición/ tiempo del lanzamiento vertical de un objeto con la misma velocidad inicial en diferentes planetas de aproximadamente la misma masa. De su estudio cabe deducir que :

- a) LA GRAVEDAD MAYOR ES LA DE C
- b) LA DENSIDAD DE A ES MAYOR QUE LA DE C
- c) EL RADIO DE A ES EL DOBLE DEL DE B
- d) UN ASTRONAUTA SALTARÁ MAS ALTO EN A.

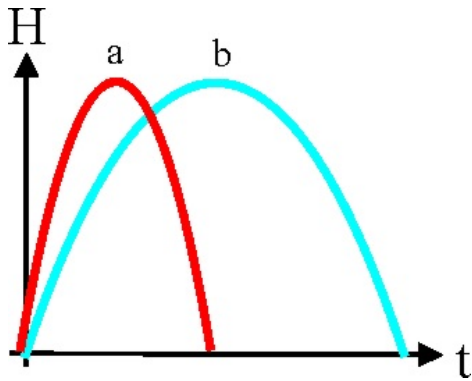
SOL:

Operando como en el test 31, y dado que  $H_A = 2H_B = 4H_C$

$g_C = 2g_B = 4g_A$  y dado que son directamente proporcionales a sus densidades,  $\rho$ ,  $\rho_C = 2\rho_B = 4\rho_A$ . Como tienen la

misma masa y  $\rho = \frac{3M}{4\pi R^3}$ , estableciendo las proporcionalidades  $\frac{\rho_A}{\rho_B} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3 = \frac{1}{2}$ ; despejando  $\frac{R_B}{R_A} = \sqrt[3]{\frac{1}{2}} = 0,79$

El astronauta saltará más alto donde g sea menor. por lo tanto, sólo es correcta la a.



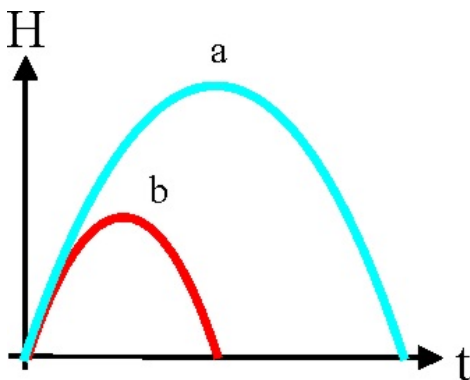
34\*. En la figura se muestra la gráfica posición/tiempo del lanzamiento vertical de un cuerpo en diferentes planetas a y b, de aparentemente el mismo tamaño, de forma que la velocidad inicial en el a es el doble de la de b. De ellos podrás asegurar que:

- a) LA GRAVEDAD EN b ES MENOR QUE EN a
- b) LA MASA DE a ES MAYOR QUE LA DE b
- c) LA DENSIDAD DE a ES MENOR QUE LA DE b
- d) EL PESO DE UN ASTRONAUTA EN b ES MENOR QUE EL QUE TENDRÍA EN a

SOL:

Operando como en el test 31, como  $g_x = \frac{v_0^2}{2H_{m\acute{a}xima}}$ ;  $\frac{g_a}{g_b} = \frac{v_a^2}{v_b^2} = 4$ .

Como  $g = G \frac{M}{R^2}$ ,  $M_a = 4M_b$ . Como  $\frac{g_a}{g_b} = \frac{\rho_a}{\rho_b} = 4$ , la densidad de a es cuatro veces la de b. Son correctas la a y la d.



35. En la figura se muestra la gráfica posición/tiempo del lanzamiento vertical de un cuerpo en diferentes planetas a y b, de la misma masa, de forma que la velocidad inicial en el b es el doble de la de a. De ellos podrás asegurar que:

- a) LA GRAVEDAD EN b ES MENOR QUE EN a
- b) EL RADIO DE a ES MAYOR QUE EL DE b
- c) LA DENSIDAD DE a ES MENOR QUE LA DE b
- d) EL PESO DE UN ASTRONAUTA EN b ES 8 VECES MAYOR QUE EL QUE TENDRÍA EN a

SOL:

Operando como en el test 33, sabiendo que  $H_a = 2H_b$  y  $v_b = 2v_a$ . Como  $g_x = \frac{v_{inicial}^2}{2H_{m\acute{a}xima}}$ ;  $g_a = \frac{v_a^2}{2H_a}$  y  $g_b = \frac{v_b^2}{2H_b} = \frac{4v_a^2}{H_a}$

dividiendo ambas  $\frac{g_a}{g_b} = \frac{1}{8}$ ;  $g_b = 8g_a$ ; Como  $g = G \frac{M}{R^2}$ , y puesto que GM es igual para ambos, se puede establecer que

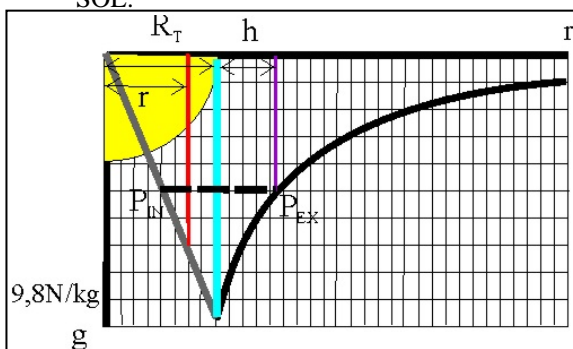
$$\frac{g_a}{g_b} = \frac{R_b^2}{R_a^2} = \frac{1}{8}; R_a = R_b \sqrt{8}; \text{ Como } \rho = \frac{3M}{4\pi R^3}, \text{ o sea son inversamente proporcionales al cubo de sus radios}$$

$$\frac{\rho_a}{\rho_b} = \left(\frac{R_a}{R_b}\right)^3 = (\sqrt{8})^3 = 22,6. \text{ Como el peso es } mg, \text{ en b ser\acute{a} 8 veces mayor. S\acute{o}lo es correcta la propuesta d.}$$

36. Como sabes la variaci3n de la intensidad del campo gravitatorio terrestre, no sigue la misma ley fuera (una hip3rbola c3bica), que dentro (una recta), con un m\acute{a}ximo en su superficie y en los polos ( $9,83\text{m/s}^2$ ), por eso si te preguntan la relaci3n entre las distancia hacia fuera y hacia dentro donde un hombre pesar\acute{a} la mitad que en su superficie, dir\acute{a}s que valdr\acute{a}:

- a) 1,41
- b) 1
- c) 2,8
- d) 0,5

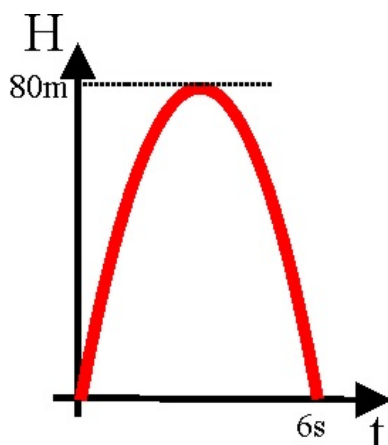
SOL:



Mientras que fuera de la Tierra, la variaci3n es cuadr\acute{a}tica, dentro es lineal como se aprecia en la figura, por lo tanto dentro de la Tierra

$$\frac{g_0}{g_i} = 2 = \frac{R}{d_i}; d_i = \frac{R}{2} \text{ y fuera } \frac{g_0}{g_e} = 2 = \frac{d_e^2}{R^2}; d_e = R\sqrt{2}.$$

Dividiendo ambos  $\frac{d_e}{d_i} = 2\sqrt{2} = 2,8$ . Es correcta la propuesta c.



37.\* El gráfico posición/tiempo que te dan, hace referencia al movimiento de un cuerpo lanzado verticalmente con una velocidad inicial  $v_0$ , en la superficie de un planeta desconocido, supuestamente esférico y homogéneo, del tamaño de la Tierra. Con este simple dato podrás decir que:

- LA INTENSIDAD DE SU CAMPO GRAVITATORIO ES DE  $2\text{m/s}^2$
- EL PLANETA ES CASI DOS VECES MAS DENSO QUE LA TIERRA
- LA COMPOSICIÓN DE SU MATERIA DEBE ESTAR FORMADA POR ELEMENTOS MAS LIGEROS QUE LOS DE LA TIERRA
- LA VELOCIDAD CON QUE SE LANZÓ LA PIEDRA ERA APROXIMADAMENTE DE  $50\text{m/s}$

SOL:

La función posición/tiempo representada indica que la máxima altura es 80m, necesitando para ello 3s. En este caso como

$$v_y = v_0 - gt = 0 ; \frac{v_0}{g} = 3 . \text{ Por otra parte } H = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 80 ; 3v_0 - \frac{9g}{2} = 80 . \text{ Como } v_0 = 3g ; 9g - \frac{9g}{2} = 80$$

$g = \frac{80}{4,5} = 17,78 \text{ ms}^{-2}$  muy superior a la propuesta;  $v = 3g = 53,33\text{m/s}^2$ , tal como se expone en d. Si comparamos la

expresión de la intensidad del campo gravitatorio en función de la densidad  $|\vec{g}| = \frac{4}{3} \pi G \rho d$  y puesto que las densidades

son directamente proporcionales a los valores respectivos de  $g$  ;  $\frac{|\vec{g}_T|}{|\vec{g}_X|} = \frac{\rho_T}{\rho_X} = \frac{9,8}{17,78} = 0,55$

La densidad del planeta X será  $\frac{\rho_T}{0,55} = 1,81\rho_T$ . Como la densidad media es superior a la de la Tierra, deberán predominar en su composición elementos más pesados que los de aquella. Son correctas las propuestas b, y d.

38. En 1992, se celebraron las olimpiadas de verano en Barcelona, y por lo tanto al nivel del mar, 24 años antes tuvieron lugar en México, 2000 metros de altura por encima, aunque en un paralelo unos grados por debajo. Teniendo en cuenta que en la composición atmosférica el porcentaje de oxígeno disminuye con la altura, y la variación correspondiente de la gravedad y de la presión atmosférica, desde México a Barcelona, dirás que en condiciones técnicas y físicas semejantes, las pruebas de atletismo que se verán más afectadas positivamente o negativamente con la variación geográfica, serían:

- LAS DE SALTO CON PÉRTIGA Y ALTURA
- LAS DE VELOCIDAD
- LAS DE FONDO, Y MARATÓN
- LAS DE LANZAMIENTO DE JABALINA, DISCO Y PESO

SOL:

Puesto que  $g = G \frac{M}{d^2} = G \frac{M}{(R_T + h)^2}$ ,  $g$  será inversamente proporcional a la altura, y las pruebas que impliquen

lanzamiento o salto, así como las de resistencia como la maratón serán las más afectadas. Son correctas las propuestas a, c y d.

39. Como sabes la aceleración de la gravedad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro de la Tierra, para un cuerpo situado en su superficie o fuera de ella, siendo directamente proporcional a esa distancia, dentro del planeta. Pero deberá tenerse en cuenta la propia atracción de la masa de la montaña, por eso si en una determinada cumbre, haces oscilar una esfera metálica sujeta por un hilo inextensible a tu dedo, y su período es mayor podrás afirmar que:

- a) NO ES UNA MONTAÑA, SINO QUE ESTAS EN UNA ALTA MESETA
- b) SE TRATA DE UNA CUMBRE AISLADA Y PICUDA
- c) NO ESTÁS EN UNA MONTAÑA SINO BAJO EL NIVEL DEL MAR
- d) LA EXPERIENCIA SE DESARROLLA A LA ORILLA DEL MAR

SOL:

Dado que el periodo de oscilación de un péndulo simple es  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ , si T es mayor es de suponer que g sea menor,

quiere decir que hay menos masa alrededor, y la respuesta correcta sería la b.

40. Una noticia realmente curiosa pasó desapercibida, en el verano de 1991. Se va a descubrir por fin, un nuevo planeta fuera del sistema solar. Imaginemos que este planeta tiene una atmósfera de composición similar a la de la Tierra, pero su masa es el doble con un radio similar. Basándose en estos datos y jugando a ser vidente, podrías asegurar que si hubiera vida en él:

- a) LAS PERSONAS, SI LAS HUBIERA, SERÍAN MUY BAJAS
- b) LOS ÁRBOLES TENDRÍAN POCAS RAMAS BAJAS Y SERÍAN MUY ALTOS
- c) EL AIRE SERÍA MAS DENSO
- d) LA CAPA ATMOSFÉRICA TENDRÍA MAS ESPESOR QUE LA DE LA TIERRA

SOL:

Dependerá de su gravedad respecto a la de la Tierra  $g = G \frac{M}{R^2}$ , por lo tanto si M es el doble, g también lo será, y por lo

tanto si tuviera una estructura vital similar a la humana, los fluidos corporales, tendrían mas dificultad en subir, por lo que las personas y los árboles serían bajos, y el aire más denso, con menos espesor que en la Tierra. Son correctas las propuestas a y c.