



DEPARTAMENTO DE  
FÍSICA E QUÍMICA

## Física 2º Bach.

Gravitación y ondas

10/12/08

Nombre:

### Problema

[5 Ptos.]

El laboratorio espacial ruso MIR, de 18 600 kg, describía una órbita circular casi rasante, a una altura de 360 km sobre la superficie terrestre. Calcula:

- ¿A qué velocidad habría chocado contra la superficie terrestre si no hubiese atmósfera?
  - Si en la Luna existiese una nave espacial gemela (MIR-2) que girase también a una altura de 360 km sobre la superficie lunar ¿Cuáles serían los períodos de ambas naves alrededor de sus respectivos astros?
- Datos:  $R_T = 6\,370\text{ km}$ ;  $R_L = 1\,740\text{ km}$ ;  $g_T = 9,81\text{ m/s}^2$ ;  $g_L = 1,62\text{ m/s}^2$  ▶

### Laboratorio

[1 Pto.]

En la determinación de  $g$  mediante un péndulo simple, se miden tiempos de una serie de oscilaciones para péndulos de diversas longitudes. Indica qué magnitudes hay que representar *gráficamente* para obtener una recta a partir de los datos experimentales, y relaciona el valor de “ $g$ ” con la pendiente de la gráfica. ▶

### Cuestiones

[4 Ptos.]

(No hay que razonar las respuestas. Sólo una de las cuatro opciones es correcta y vale 1/2 Pto. Elegir una opción incorrecta resta 1/4 Pto. Marcar más de una opción anula la pregunta) ▶

- A partir de la constancia del módulo del momento angular de un planeta respecto al Sol se puede deducir:  
 La 1ª Ley de Kepler                       La 2ª Ley de Kepler  
 La 3ª Ley de Kepler                       Ninguna de las tres.
- La rotación de la Tierra provoca que la aceleración de la gravedad medida en un punto de latitud  $\lambda$   
 Aumente con la latitud                       Disminuya con la latitud  
 Aumente con la altura                       Disminuya con la altura
- Para un péndulo simple, ¿cuál de las afirmaciones siguientes es verdadera?  
 Cuando se aumenta la amplitud la frecuencia no varía.                       El período del péndulo es directamente proporcional a la masa.                       La frecuencia es inversamente proporcional a la longitud del péndulo.  
 El período es el mismo en la Tierra que en la Luna.
- El valor del campo gravitatorio terrestre es menor en un punto que está:  
 Sobre la superficie terrestre.                       En el fondo de un pozo a una distancia  $r = \frac{3}{4} R_T$  del centro de la Tierra.  
 A una altura  $h = \frac{1}{4} R_T$  sobre el suelo. ( $R_T =$  radio de la Tierra)                       Es igual en los tres puntos
- La energía que transporta una onda es proporcional a:                       la frecuencia;                       la amplitud;  
 los cuadrados de la frecuencia y de la amplitud;                       la distancia recorrida.
- Dos ondas coherentes coinciden en un punto. Para que den lugar a una interferencia destructiva, la diferencia de caminos recorridos por las ondas debe ser un múltiplo:  
 par de la longitud de onda                       impar de la longitud de onda  
 par de la semilongitud de onda                       impar de la semilongitud de onda
- Una onda esférica se amortigua de forma que la amplitud  $A$  es, respecto a la distancia  $R$  al origen.  
 proporcional                       inversamente proporcional                       constante                        $A_1 / \sqrt{R_1} = A_2 / \sqrt{R_2}$
- La luz se puede polarizar porque es una onda:  
 transversal                       electromagnética                       tridimensional                       armónica.

## Soluciones

### Problema

El laboratorio espacial ruso MIR, de 18 600 kg, describía una órbita circular casi rasante, a una altura de 360 km sobre la superficie terrestre. Calcula:

- a) ¿A qué velocidad habría chocado contra la superficie terrestre si no hubiese atmósfera?  
 b) Si en la Luna existiese una nave espacial gemela (MIR-2) que girase también a una altura de 360 km sobre la superficie lunar ¿Cuáles serían los períodos de ambas naves alrededor de sus respectivos astros?

Datos:  $R_T = 6\,370\text{ km}$ ;  $R_L = 1\,740\text{ km}$ ;  $g_T = 9,81\text{ m/s}^2$ ;  $g_L = 1,62\text{ m/s}^2$  ▲

### Solución:

- a) Como la fuerza gravitatoria es una fuerza conservativa

$$(E_C + E_P)_{\text{ORBITA}} = (E_C + E_P)_{\text{SUELO}}$$

$$\frac{1}{2} m v_O^2 - G M_T m / r_O = \frac{1}{2} m v_S^2 - G M_T m / R_T$$

En la órbita,

$$F = m a_N$$

$$G M_T m / r_O^2 = m v_O^2 / r_O$$

$$m v_O^2 = G M_T m / r_O$$

$$-\frac{1}{2} G M_T m / r_O = \frac{1}{2} m v_S^2 - G M_T m / R_T$$

$$v_S = [G M_T (2 / R_T - 1 / r_O)]^{1/2}$$

En el suelo, el peso de un objeto es:

$$m g_T = G M_T m / R_T^2$$

$$G M_T = g_T R_T^2$$

$$v_S = \sqrt{g_T R_T^2 \left( \frac{2}{R_T} - \frac{1}{r_O} \right)} = R_T \sqrt{g_T \left( \frac{2}{R_T} - \frac{1}{r_O} \right)}$$

$$v_S = 6,37 \times 10^6 [\text{m}] \sqrt{9,81 [\text{m/s}^2] \left( \frac{2}{6,37 \times 10^6 [\text{m}]} - \frac{1}{6,73 \times 10^6 [\text{m}]} \right)} = 8,11 \times 10^3 \text{ m/s}$$

- b) La MIR terrestre giraba a una velocidad orbital

$$v_{OT} = [G M_T / r_{OT}]^{1/2} = [g_T R_T^2 / r_{OT}]^{1/2}$$

y el período vendrá dado por la expresión:

$$T_T = 2 \pi r_{OT} / v_{OT} = 2 \pi [r_{OT}^3 / g_T R_T^2]^{1/2}$$

$$T_T = 2 \pi \sqrt{\frac{r_{OT}^3}{g_T R_T^2}} = \sqrt{\frac{(6,73 \times 10^6 [\text{m}])^3}{9,81 [\text{m/s}^2] (6,37 \times 10^6 [\text{m}])^2}} = 5,50 \times 10^3 \text{ s} = 1,53 \text{ h}$$

La expresión para el período de la nave lunar será análogo.

$$T_L = 2 \pi \sqrt{\frac{r_{OL}^3}{g_L R_L^2}} = \sqrt{\frac{(2,10 \times 10^6 \text{ m})^3}{1,62 \text{ m/s}^2 (1,74 \times 10^6 \text{ m})^2}} = 8,63 \times 10^3 \text{ s} = 2,40 \text{ h}$$

## Laboratorio

En la determinación de  $g$  mediante un péndulo simple, se miden tiempos de una serie de oscilaciones para péndulos de diversas longitudes. Indica qué magnitudes hay que representar *gráficamente* para obtener una recta a partir de los datos experimentales, y relaciona el valor de " $g$ " con la pendiente de la gráfica. ▲

*Solución:*

De la ecuación del período para el péndulo simple

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

se ve que la representación de los períodos " $T$ " frente a las longitudes " $l$ " no da una recta. Elevando al cuadrado

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}l$$

tomando  $T^2$  como variable dependiente y  $l$  como variable independiente, queda la ecuación de una recta que pasa por el origen y cuya pendiente vale

$$\text{pendiente} = \frac{\Delta T^2}{\Delta l} = \frac{4\pi^2}{g}$$

## Cuestiones ▲

1. A partir de la constancia del módulo del momento angular de un planeta respecto al Sol se puede deducir:

- La 1ª Ley de Kepler                       La 2ª Ley de Kepler  
 La 3ª Ley de Kepler                       Ninguna de las tres.

2. La rotación de la Tierra provoca que la aceleración de la gravedad medida en un punto de latitud  $\lambda$

- Aumente con la latitud                       Disminuya con la latitud  
 Aumente con la altura                       Disminuya con la altura

3. Para un péndulo simple, ¿cuál de las afirmaciones siguientes es verdadera?

- Cuando se aumenta la amplitud la frecuencia no varía.                       El período del péndulo es directamente proporcional a la masa.                       La frecuencia es inversamente proporcional a la longitud del péndulo.  
 El período es el mismo en la Tierra que en la Luna.

4. El valor del campo gravitatorio terrestre es menor en un punto que está:

- Sobre la superficie terrestre.                       En el fondo de un pozo a una distancia  $r = \frac{3}{4} R_T$  del centro de la Tierra.  
 A una altura  $h = \frac{1}{4} R_T$  sobre el suelo. ( $R_T$  = radio de la Tierra)                       Es igual en los tres puntos

5. La energía que transporta una onda es proporcional a:                       la frecuencia;                       la amplitud;  
 los cuadrados de la frecuencia y de la amplitud;                       la distancia recorrida.

6. Dos ondas coherentes coinciden en un punto. Para que den lugar a una interferencia destructiva, la diferencia de caminos recorridos por las ondas debe ser un múltiplo:

- par de la longitud de onda                       impar de la longitud de onda  
 par de la semilongitud de onda                       impar de la semilongitud de onda

7. Una onda esférica se amortigua de forma que la amplitud  $A$  es, respecto a la distancia  $R$  al origen.

- proporcional                       inversamente proporcional                       constante                        $A_1 / \sqrt{R_1} = A_2 / \sqrt{R_2}$

8. La luz se puede polarizar porque es una onda:

- transversal                       electromagnética                       tridimensional                       armónica.