
Movimiento circular uniforme (MCU)

Teoría (en vídeo):

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME (M.C.U.):

MCU. Definiciones de ángulo recorrido, radián y velocidad angular: <https://youtu.be/L224rUUmoJ8>

MCU: Relación entre magnitudes lineales angulares: <https://youtu.be/yg1HdNm4aHo>

MCU Periodo y frecuencia: <https://youtu.be/cgVHS9I2izk>

MCU aceleración normal y fuerza centrípeta: <https://youtu.be/YzVdwgtUTN0>

GRAVITACIÓN:

Modelos del sistema solar, Geocéntrico y Heliocéntrico: <https://youtu.be/SCfz0RpvEtI>

Leyes de Kepler: https://youtu.be/TfGNZv_4qWM

Ley de la Gravitación Universal de Newton. Justificación de las leyes de Kepler: <https://youtu.be/HuN5kRdMzZU>

Todos los vídeos anteriores están en una playlist (7 vídeos). Enlace a la lista completa de youtube:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLXgxiRII9T0GyyAb92-phd0mXgyKmd8wn>

Movimiento circular uniforme (MCU)

Desplazamiento angular. El radian. Velocidad angular.

- ¿A cuántos grados equivalen π rad, $\pi/2$ rad, $\pi/3$ rad y $\pi/4$ rad? ¿A cuántos radianes equivalen 2 revoluciones?
- Expresa en radianes por segundo las siguientes velocidades angulares: 1,5 rps, 1 rpm, 60 rps y 30 rpm.
S: 3π rad/s; $\pi/30$ rad/s; 120π rad/s; π rad/s
- Realiza las siguientes conversiones de unidades:
a) 1200 rpm a rad/s b) 1,5 rps a rad/s c) π rad/s a rpm d) $180^\circ/\text{min}$ a rad/s
- Un móvil describe una trayectoria circular de radio 4 m. Calcula el ángulo que corresponde a los siguientes valores de espacio recorrido:
a) 30 cm b) 1 m c) 4 m d) 12,57 m

Ecuación del M.C.U. Relación entre magnitudes lineales y angulares.

- Una noria describe un movimiento circular uniforme con una velocidad angular de $\pi/30$ rad/s. Calcula: a) El desplazamiento angular que realiza en 6 s; b) El tiempo que tarda en realizar una vuelta completa
- ¿Tienen todos los niños en el tiovivo la misma velocidad angular? ¿Y la misma velocidad lineal?
- Calcula las velocidades lineal y angular de un satélite artificial que gira alrededor de la Tierra, sabiendo que realiza una revolución completa en 5 h y su distancia al centro de la Tierra es 7 570 km.
- En una planta embotelladora, una plataforma circular de 25 cm de radio gira con una velocidad angular de 10 rpm. Calcula las velocidades angular y lineal de un punto de la periferia de la plataforma.
- Un objeto tiene un movimiento circular uniforme de 2 metros de radio y una frecuencia de 0,5 Hz. a) Calcula la aceleración del objeto; b) Calcula el espacio recorrido en 20 s.
- La ecuación de un movimiento circular de 2 metros de radio es: $\theta = \pi + \pi t/2$ Calcula:
a) El ángulo a los 6 segundos ¿Cuántas vueltas ha dado?
b) La velocidad del móvil
- En un velódromo circular salen dos ciclistas al mismo tiempo desde el mismo lugar, la meta, y en el mismo sentido, con velocidades de 1 vuelta cada tres minutos y 1 vuelta cada 5 minutos, respectivamente. ¿Cuánto tiempo tardará el primero en "doblar" al segundo?
S: 7,5 minutos
- Los mismos ciclistas anteriores ahora participan en una prueba en el mismo velódromo circular, pero salen al mismo tiempo, de meta y contrameta (2 puntos diametralmente opuestos) y en el mismo sentido. Si sus ritmos no han cambiado ¿Cuánto tiempo tardará uno en alcanzar al otro?

S: la mitad que antes, 3,75 min, 3 min 45 s

Período y frecuencia del MCU.

- La Luna se mueve a 384000 Km de la Tierra y tarda 27,32 días en dar una vuelta completa. a) La frecuencia de la Luna; b) La velocidad lineal de la Luna; c) El espacio recorrido en una hora.
- La Tierra se mueve a 149 millones de Km del Sol:
a) El período de la Tierra
b) La velocidad lineal en Km/h
c) El espacio recorrido en un minuto.
- Un tocadiscos antiguo gira con una velocidad angular de 33 rpm y el diámetro del plato es de 30 cm. Calcula:
a) la velocidad angular en rad/s. b) El período y la frecuencia del movimiento. c) La velocidad lineal de un punto situado en la periferia del disco.
S: $3,46$ rad/s; $0,55$ s⁻¹; 1,8 s.; 0,52 m/s
- Una rueda de un vehículo de 90 cm de diámetro gira a 75 rad/s. Averigua el período y la velocidad lineal de un punto de la periferia de la rueda.
S: 33,75 m/s y 0,08 s

Fuerza y aceleración centrípeta.

- Comprueba que las expresiones matemáticas de la aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta son homogéneas.
- ¿Existe aceleración centrípeta en un movimiento rectilíneo?
- Describe cómo son entre sí las direcciones de los vectores velocidad lineal, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta.

- 20.- Halla la fuerza centrípeta a la que se encuentra sometida una pelota de 500. g de masa atada al extremo de una cuerda, si describe una circunferencia de 1 m de longitud y gira con una velocidad de 3 m/s.
- 21.- ¿Cómo es la fuerza que mantiene a la Luna o a cualquier satélite artificial girando en una trayectoria circular alrededor de la Tierra?
- 22.- Calcula la aceleración centrípeta de una rueda de 1 m de radio que gira a razón de 120 rpm.
- 23.- Un vehículo de 650 kg de masa describe una curva de 200 m de radio con una velocidad de 90 km/h. Calcula el módulo de la fuerza centrípeta a la que se encuentra sometido.
- 24.- Halla cuál es la velocidad máxima. En km/h, con la que un vehículo de 800 kg de masa puede tomar una curva de 20 m de radio sabiendo que el coeficiente de rozamiento de las ruedas con el asfalto es de 0,8.
Pista: Piensa en que fuerza le hará tomar la curva cuando gire las ruedas. Efectivamente, el rozamiento (si no rozase no tomaría la curva). Esa será la fuerza centrípeta. Su valor máximo te dará la velocidad máxima.
 ¿Por qué crees que debe ir más despacio el coche en la curva si el suelo está mojado? ¿Se te ocurre por qué se peraltan las curvas?

Leyes de Kepler

- 25.- (28-OXFORD) Indica si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: «El planeta más cercano al Sol tiene el período de revolución más corto».
- 26.- En el recorrido de la Tierra alrededor del Sol, ¿viaja siempre a la misma velocidad? ¿En qué momento del año vamos más deprisa? ¿Puedes estimar nuestra velocidad media, en km/s? ¿y de rotación en el ecuador? Datos: 1 UA: 150 millones de km. Radio de la Tierra: 6370 km.
S: 29,8 km/s
- 27.- Usando la tercera ley de Kepler y a partir de los valores de la distancia entre la Tierra y el Sol (1 UA=1,5·10¹¹ m) y de la duración del año terrestre, halla las siguientes cantidades:
 a) La distancia del planeta Marte al Sol sabiendo que el año marciano dura 687 días.
 b) El tiempo que tarda en completar su órbita alrededor del Sol el planeta enano Ceres, situado entre las órbitas de Marte y Júpiter, a 414 millones de kilómetros del Sol.
S: $r_{\text{marte-sol}}=1,52 \text{ U.A.}$ 4,59 años terrestres
- 28.- (32-OXFORD) Supón que se descubre un nuevo planeta que se encuentra a una distancia del Sol diez veces superior a la que existe entre esta estrella y la Tierra. ¿Cuántos años tardaría dicho planeta en recorrer su órbita alrededor del Sol? Utiliza los datos del ejercicio anterior.
Solución: 31,6 años
- 29.- (33-OXFORD) El cometa Swift-Tuttle tiene un período aproximado de 113 años. Halla su distancia media al Sol, sabiendo que la distancia entre la Tierra y el Sol es de 1,5·10¹¹ m y el período de la Tierra de un año.
S: 23,37 U.A.=3,51·10¹² m
- 30.- El planeta Marte dispone de dos satélites: Fobos y Deimos. El primero está situado a una distancia de 9 380 km del planeta y tiene un período de rotación de 7 horas y 41 minutos. El segundo se encuentra a 23 500 km del planeta.
 a) Determina el período de rotación de Deimos.
 b) Calcula la velocidad orbital de cada satélite.
 c) ¿Es la misma la constante k de estos satélites que la usada en el ejercicio anterior? ¿Por qué?
S: $T_{\text{deimos}} = 4 T_{\text{fobos}} = 50,5 \text{ horas}; 2131 \text{ m/s y } 1347 \text{ m/s}$

Ley de gravitación universal de Newton.

DATO PARA TODOS LOS PROBLEMAS: $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

- 31.- Calcula la fuerza con que se atraen dos libros de 500 y 400 g situados sobre una mesa si la distancia entre ellos es de 80 centímetros.
S: $2,08 \cdot 10^{-11} \text{ N}$
- 32.- (37-OXFORD) Calcula la fuerza con la que se atraen la Tierra y la Luna. Datos: $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $M_{\text{Luna}} = 7,20 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; $d_{\text{Tierra-Luna}} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$
Solución: $2 \cdot 10^{20} \text{ N}$
- 33.- Explica cómo varía la fuerza de la gravedad entre dos cuerpos cuando se duplica la distancia que los separa.
- 34.- (46-OXFORD) La Luna orbita a $3,9 \cdot 10^5 \text{ km}$ del centro de la Tierra. Su masa es $7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ y la de la Tierra, $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. ¿A qué distancia del centro de la Tierra las fuerzas gravitatorias son iguales y de sentido opuesto?
Solución: $3,5 \cdot 10^5 \text{ km}$

La síntesis Newtoniana.

- 35.- El planeta Marte tiene una masa de $6,42 \cdot 10^{23}$ kg y su radio es de 3 397 kilómetros.
- Calcula el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de Marte.
 - ¿Qué peso tendría un astronauta de 80 kg en la superficie de Marte?
 - Cuanto pesaría en Marte un astronauta que en la Tierra pesase 850 N. Compara los pesos del astronauta en la Tierra y en Marte.
- $g_{\text{Marte}} = 3,71 \text{ m/s}^2$; 297 N; 322 N**
- 36.- Calcula el peso que tendría un astronauta de 80 kg en los siguientes casos:
- En la superficie de la Tierra.
 - A una altura de 500 km sobre la superficie terrestre.
- Datos. $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg; $R_{\text{Tierra}} = 6,37 \cdot 10^6$ m.
- S: 784 N; g vale a esa altura $8,43 \text{ m/s}^2$ y el astronauta pesaría 674 N**
- 37.- Determina la aceleración en la Luna, sabiendo que un astronauta que se deja caer desde una altura de 10 m tarda 3,4 segundos en llegar al suelo. Con este valor, Halla la masa de la Luna sabiendo que el radio lunar es 1738 km. Utiliza unidades del S.I.
- Pista: Por cinemática puedes hallar el valor de la g en la luna y con ese valor de g hallar la masa lunar.
- S: $M_{\text{Luna}} = 7,343 \cdot 10^{22}$ kg**
- 38.- (Igual que el anterior) Un cuerpo pesa 250 N en la Tierra. En otro planeta el mismo cuerpo pesa 150 N.
- ¿Cuáles el valor de la gravedad del planeta?
 - Si la circunferencia del planeta es 24.500 km, ¿cuál es la masa del planeta?
- S: La g planeta = $5,88 \text{ m/s}^2$ y su masa es $1,34 \cdot 10^{24}$ kg**
- 39.- La excentricidad de la órbita de la Tierra es tan pequeña, que se puede considerar como una órbita circular. Realiza los siguientes cálculos:
- La velocidad angular de la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del Sol.
 - La velocidad lineal de la Tierra en su órbita.
 - La aceleración centrípeta que sufre la Tierra.
 - La fuerza de atracción gravitatoria que ejerce el Sol sobre la Tierra.
 - La masa del Sol.
- Datos. Distancia Tierra-Sol = $1,5 \cdot 10^{11}$ m; $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg
- S: $\omega = 2 \cdot 10^{-6} \text{ rad/s}$; $v = 30 \text{ km/s}$; $0,006 \text{ m/s}^2$; $3,6 \cdot 10^{22} \text{ N}$; $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$**
- 40.- La Estación Espacial internacional [EEI] gira alrededor de la Tierra a una altura de 450 km sobre su superficie. Calcula estas cantidades:
- El valor de la aceleración de la gravedad a esa altura sobre la superficie terrestre.
 - La velocidad a la que se mueve la EEI expresada en kilómetros por hora.
 - El tiempo que tarda la EEI en completar una órbita alrededor de la Tierra.
- S: $8,55 \text{ m/s}^2$; 7635 m/s; 5611 s (1 hora y 34 minutos, aproximadamente)**
- 41.- ¿Pesa exactamente lo mismo una persona en la cima del Everest que al nivel del mar? Y su masa, ¿es la misma? EXPLICACIONES.
- 42.- Un astronauta que en la Tierra pesa 1100 N (con todo el equipo) observa que en un planeta desconocido su peso es de 1400 N. ¿Cuánto vale la gravedad en ese planeta? Si la masa del planeta desconocido es de $6 \cdot 10^{32}$ kg, ¿qué radio posee, en kilómetros?
- 43.- Se desea lanzar un satélite "geoestacionario" que tarde 24 horas en dar una vuelta a la Tierra.
- Utiliza la tercera Ley de Kepler (en la versión de Newton) para calcular el radio de su órbita.
 - ¿A qué velocidad se mueve?
 - ¿Cómo se observaría el movimiento de dicho satélite desde la superficie terrestre?
- Datos. $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg; $R_{\text{Tierra}} = 6,37 \cdot 10^6$ m.
- S: $4,23 \cdot 10^7 \text{ m} = 42250 \text{ km de radio}$, a una altura media de 35880 km. $v = 3072 \text{ m/s}$; Aparentemente no se movería**
- 44.- Se deja caer un objeto desde una $h = 1$ m. Calcula cuánto tiempo tarda el objeto en llegar al suelo en estas dos situaciones:
- En la superficie de la Tierra.
 - En la superficie de la Luna. ($M_{\text{luna}} = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg; $R_{\text{luna}} = 1737$ km)
- S: 0,45 s en la tierra y $g_{\text{luna}} = 1,62 \text{ m/s}^2$ el tiempo sería 1,11 s**

- 45.- Halla el valor de la aceleración de la gravedad sobre un satélite artificial que gira alrededor de la Tierra a una altura de 1 000 km sobre su superficie.
46. ¿Qué pesa más: 100 kg de oro en la superficie de la Tierra o 500 kg de papel en la superficie de la Luna?
47. Argumenta si una piedra que cae ejerce o no una fuerza de atracción gravitatoria sobre la Tierra. Contesta la misma cuestión si la piedra se encuentra en reposo en tu mano.
48. El récord del mundo de salto de altura lo ostenta Javier Sotomayor (Cuba) desde 1993, con 2,45 m. Si intentara batirlo en la superficie de la luna, ¿qué altura alcanzaría? Utiliza el dato de la aceleración de la Luna obtenido en un problema anterior.
- Teniendo en cuenta que en la Luna necesita un traje especial, que tiene una masa considerable. ¿Alcanzaría la misma altura? Razona la respuesta.
 - Compara la velocidad con la que llega al suelo después del salto, en la Tierra y en la Luna. ¿Podríamos colocar una colchoneta más delgada en la Luna?

49. Cuando es verano en nuestro hemisferio, ¿dónde estará la Tierra: más cerca o más lejos del sol? ¿Es cierto que los habitantes del hemisferio sur celebran las Navidades en mangas cortas y en las piscinas?

50. Completa la tabla siguiente relativa a algunos satélites de Júpiter, denominados galileanos porque fueron descubiertos por él en 1610:

SATÉLITE	DISTANCIA A JÚPITER (km)	PERÍODO (horas)	R^3 / T^2 (km ³ / h ²)
IO	422.000	42,5	
EUROPA	671.000	85,2	
GANÍMEDES	1.070.000	171,8	
CALISTO	1.880.000	400,6	

51. Dos camiones de 10 toneladas cada uno se encuentran a 10 m de distancia. Calcula:

a) La fuerza gravitatoria que ejerce cada uno sobre el otro.

b) La aceleración producida en cada uno de ellos por esta fuerza de atracción.

c) Suponiendo que no hubiera rozamiento, el tiempo que tardaría uno de ellos en recorrer un centímetro desde el reposo.