

Movimiento Circular Uniforme

© 2009 por Goodman y Zavorotniy

Temas del Movimiento Circular Uniforme (MCU)

[Haga clic en el tema para ir a la sección](#)

Cinemática del MCU

Período, Frecuencia, y Velocidad de rotación

Dinámica del MCU

Vertical MCU

Baldes de agua
Montañas Rusas
Coches que van por las colinas y valles

horizontal MCU

Curvas sin peralte
Curvas con peralte
Péndulo cónico

Importantes Términos y Ecuaciones

Las ecuaciones de la Fuerza centrípeta:

$$a_R = v^2 / r$$

$$F_c = mv^2 / r$$

Período, frecuencia, velocidad de rotación

Ecuaciones:

$$T = t / n = 1 / f$$

$$f = n / t = 1 / T$$

$$v = 2\pi R / T = 2\pi rf$$

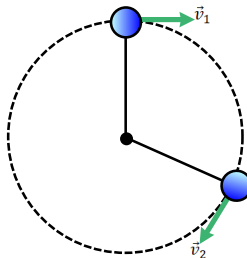
Cinemática del MCU

[Volver a la Tabla de Contenido](#)

Cinemática del movimiento circular uniforme

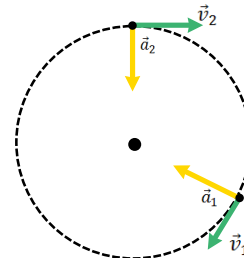
El movimiento circular uniforme: movimiento en un círculo de radio constante con una Velocidad constante

La Velocidad instantánea es siempre tangente al círculo.



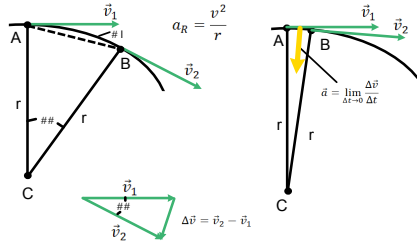
Cinemática del movimiento circular uniforme

Esta aceleración se llama centrípeta, o aceleración radial, y apunta hacia al centro del círculo.



Cinemática del movimiento circular uniforme

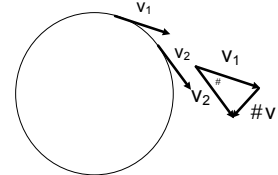
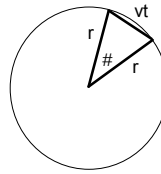
En cuanto a la variación de la velocidad en el límite que el tiempo intervalo se vuelve infinitamente pequeño, vemos que tenemos dos triángulos semejantes.



Cinemática del movimiento circular uniforme

Si el desplazamiento es igual a la velocidad multiplicada por el tiempo, entonces vt es el desplazamiento cubierto entre un tiempo t .

Durante ese mismo tiempo, la velocidad cambió por una cantidad, Δv .



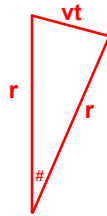
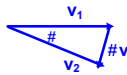
Cinemática del movimiento circular uniforme

Estos son los triángulos semejantes, porque los ángulos son congruentes, por lo tanto las partes deben estar en proporción.

$$\frac{\#v}{v} = \frac{vt}{r}$$

$$\frac{\#v}{t} = \frac{v^2}{r}$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$



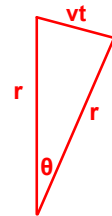
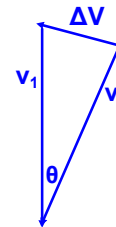
Cinemática del movimiento circular uniforme

Estos son los triángulos semejantes, porque los ángulos son congruentes, por lo tanto las partes deben estar en proporción.

$$\frac{\#v}{v} = \frac{vt}{r}$$

$$\frac{\#v}{t} = \frac{v^2}{r}$$

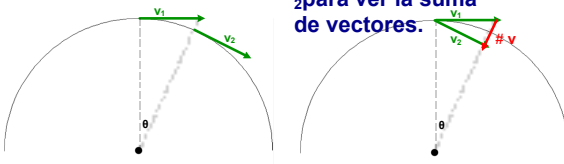
$$a = \frac{v^2}{r}$$



Esta es la magnitud de la aceleración.

Cinemática del movimiento circular uniforme

Transposición de v_2 para ver la suma de vectores.



El cambio de velocidad, $\#v$, muestra la dirección de la aceleración. En la imagen, se puede ver $\#v$ apunta hacia el centro del círculo.

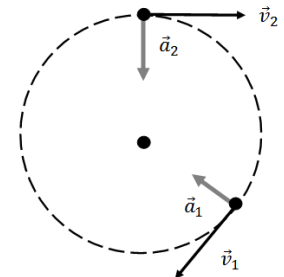
Cinemática del movimiento circular uniforme

Esta aceleración se llama **centrípeto**, o aceleración radial.

Su dirección es hacia el centro del círculo.

Su magnitud es dada por

$$a = v^2 / R$$



- 1 ¿Es posible que un objeto en movimiento con una rapidez constante se acelere? Explique
- ☐ A No, si la rapidez es constante, entonces la aceleración es igual a cero.
 - ☐ B No, un objeto solo se puede acelerar si hay una fuerza neta que actúa sobre él.
 - ☐ C Sí, aunque la rapidez sea constante, la dirección de la velocidad se puede cambiar.
 - ☐ D Sí, si un objeto se mueve se está acelerando.

- 2 Considere una partícula en movimiento con una rapidez constante de tal manera que su aceleración sea constante y perpendicular a su velocidad.
- ☐ A Se está moviendo en una línea recta.
 - ☐ B Se está moviendo en un círculo.
 - ☐ C Se está moviendo en una parábola.
 - ☐ D Ninguna de las anteriores es cierto para todos los tiempo.

- 3 Un objeto se mueve en una trayectoria circular a una rapidez constante. Compare la dirección de la velocidad y de la aceleración de los vectores.
- ☐ A Ambos vectores apuntan en la misma dirección.
 - ☐ B Los vectores apuntan en direcciones opuestas.
 - ☐ C Los vectores son perpendiculares.
 - ☐ D La pregunta no tiene sentido, ya que la aceleración es cero.

- 4 ¿Qué tipo de aceleración tiene un objeto en movimiento de trayectoria circular con una rapidez constante?
- ☐ A Caída Libre
 - ☐ B aceleración constante
 - ☐ C aceleración lineal
 - ☐ D aceleración centrípeta

- 5 Un objeto se desplaza con una velocidad de $6,0 \text{ m/s}$ en una trayectoria circular cuyo radio es de $4,0 \text{ m}$. ¿Cuál es la magnitud de su aceleración centrípeta?
- ☐ A 4 m/s^2
 - ☐ B 9 m/s^2
 - ☐ C 6 m/s^2
 - ☐ D $1,5 \text{ m/s}^2$
 - ☐ E $0,67 \text{ m/s}^2$

- 6 Un objeto se desplaza con una velocidad de $6,0 \text{ m/s}$ en una trayectoria circular. Su aceleración es de $3,0 \text{ m/s}^2$. ¿Cual es el radio de su trayectoria?
- ☐ A 6 m
 - ☐ B 1 m
 - ☐ C 2 m
 - ☐ D 16 m
 - ☐ E 12 m

- 7 Un objeto se desplaza con una velocidad V por una trayectoria circular cuyo radio es de 65m. Su aceleración es de $3,0 \text{ m/s}^2$.
¿Cuál es su velocidad?

- ☐ A 11,87 m/s
☐ B 15,36 m/s
☐ C 19,74 m/s
☐ D 13,96 m/s
☐ E 195 m/s

Período, frecuencia, y Velocidad de rotación

[Volver a la Tabla de Contenido](#)

Período

El tiempo que toma un objeto para completar un viaje alrededor de una trayectoria circular se llama: período.

El símbolo de período es "T"

Períodos se miden en unidades de tiempo; por lo general se utiliza los segundos (s).

Muchas veces tenemos el tiempo (t) que se necesita para un objeto que haga una serie de viajes (N) alrededor de una trayectoria circular. En ese caso,

$$T = t / n$$

- 8 Si se necesitan 50 segundos para que un objeto viaje por todo un círculo 5 veces, cual es el período de su movimiento?

- ☐ A 5 s
☐ B 10 s
☐ C 15 s
☐ D 20 s
☐ E 25 s

- 9 Si un objeto se mueve en forma circular y su período es 7,0s, ¿cuánto tiempo se tarda para hacer 8 vueltas completas?

- ☐ A 56 s
☐ B 54 s
☐ C 63 s
☐ D 58 s
☐ E 48 s

Frecuencia

El número de revoluciones que un objeto completa en un determinado período de tiempo se llama La Frecuencia de su movimiento.

El símbolo de la frecuencia es "f"

Frecuencias se miden en unidades de las revoluciones por unidad de tiempo, por lo general se utilizan 1/segundos (s^{-1}). Otro nombre para s^{-1} es Hertz (Hz). La frecuencia también se puede medir en revoluciones por minuto (rpm), etc

Muchas veces se nos da el tiempo (t) que tarda un objeto para hacer un número de revoluciones (n). En ese caso,

$$f = n / t$$

10 Un objeto viaja alrededor de un círculo 50 veces por cada diez segundo, ¿cuál es la frecuencia (en Hz) de su movimiento?

- ☐ A 25 Hz
- ☐ B 20 Hz
- ☐ C 15 Hz
- ☐ D 10 Hz
- ☐ E 5 Hz

11 Si un objeto se mueve en forma circular con una frecuencia de 7,0 Hz, cuántas revoluciones hace en 20 s?

- ☐ A 120
- ☐ B 145
- ☐ C 130
- ☐ D 140
- ☐ E 150

Periodo y frecuencia

Ya que $T = t / n$

y $f = n / t$

por lo tanto $T = 1 / f$

y $f = 1 / T$

12 Un objeto tiene un periodo de 4,0s, ¿cuál es la frecuencia de su movimiento (en Hertz)?

- ☐ A 1/16 Hz
- ☐ B 1/8 Hz
- ☐ C 1/4 Hz
- ☐ D 1/2 Hz
- ☐ E 2 Hz

13 Un objeto está revolucionando un círculo con una frecuencia de 8,0 Hz, ¿cuál es su periodo (en segundos)?

- ☐ A 1/8 s
- ☐ B 1/4 s
- ☐ C 1/2 s
- ☐ D 2 s
- ☐ E 4 s

Velocidad de rotación

Con cada viaje alrededor de un círculo, el objeto viaja una longitud igual a la circunferencia del círculo.

La circunferencia de un círculo está dado por:
 $C = 2 \pi r$

El tiempo que tarda en dar una revolución una vez es el periodo, T.

Y la rapidez del objeto está dada por $s = d / t$

Así que la velocidad debe ser:

$$s = C / T = 2 \pi R / T$$

Velocidad de rotación

Una velocidad debe tener una magnitud y una dirección.

La magnitud de la velocidad instantánea de un objeto es su rapidez. Así que, para un objeto en movimiento circular uniforme, la magnitud de su velocidad es:

$$v = C/T = 2\pi r/T$$

Si un objeto está en un movimiento circular uniforme, la dirección de su velocidad es tangente a su movimiento circular.

Por lo tanto $v = 2\pi r/T$ es tangente al círculo

- 14 Un objeto está en movimiento circular. El radio de su movimiento es 2,0 y su período es 5,0s. ¿Cuál es su la velocidad?

- ☐ A 1,98 m / s
- ☐ B 3,57 m / s
- ☐ C 4,36 m / s
- ☐ D 3,25 m / s
- ☐ E 2,51 m / s

- 15 Un objeto está en movimiento circular. El radio de su movimiento es de 2,0 m y su velocidad es de 20 m / s. ¿Cual es su período?

- ☐ A 0,38 s
- ☐ B 0,63 s
- ☐ C 0,78 s
- ☐ D 0,89 s
- ☐ E 1,43 s

- 16 Un objeto está en movimiento circular. El período de su movimiento es de 2,0 s y su velocidad es de 20 m / s. ¿Cual es el radio de su movimiento?

- ☐ A 7,87 m
- ☐ B 3,56 m
- ☐ C 5,61 m
- ☐ D 6,36 m
- ☐ E 5,67 m

Velocidad de rotación

Ya que $f = 1 / T$, también podemos determinar la velocidad de un objeto en movimiento circular uniforme por su radio y su frecuencia de su movimiento.

$$v = 2\pi r/T \quad \text{y} \quad f = 1/T \quad \text{para}$$

$$v = 2\pi r f$$

Por supuesto, la dirección de su velocidad sigue siendo tangente a su movimiento circular.

Por lo tanto $v = 2\pi r f$ es tangente al círculo

- 17 Un objeto está en movimiento circular. El radio de su movimiento es de 2,0 m y su frecuencia es de 8,0 Hz. ¿Cual es su velocidad?

- ☐ A 100,53 m / s
- ☐ B 106,89 m / s
- ☐ C 97,93 m / s
- ☐ D 102,23 m / s
- ☐ E 103,39 m / s

- 18 Un objeto está en movimiento circular. El radio de su movimiento es de 2,0 m y su velocidad es de 30 m / s. ¿Cual es su frecuencia?

- ☐ A 4,12 Hz
☐ B 2,82 Hz
☐ C 2,39 Hz
☐ D 3,67 Hz
☐ E 1,78 Hz

Dinámica del MCU

Volver a la
Tabla de
Contenido

- 19 Un objeto está en movimiento circular. La frecuencia de su movimiento es de 7,0 Hz y su velocidad es de 20 m / s. ¿Cuál es el radio de su movimiento?

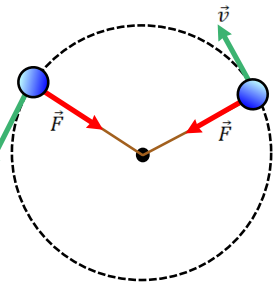
- ☐ A 0,45 m
☐ B 2,08 m
☐ C 0,33 m
☐ D 1,22 m
☐ E 1,59 m

Dinámica del movimiento circular uniforme

Para que un objeto este en movimiento circular uniforme, debe haber una **fuerza neta** actuando sobre ella.

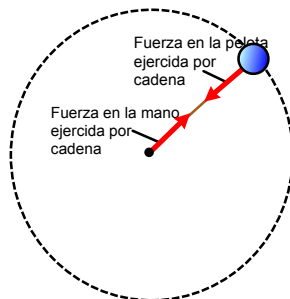
Ya sabemos la aceleración, así que podemos escribir la fuerza:

$$\Sigma F_R = ma_R = m \frac{v^2}{r}$$



Dinámica del movimiento circular uniforme

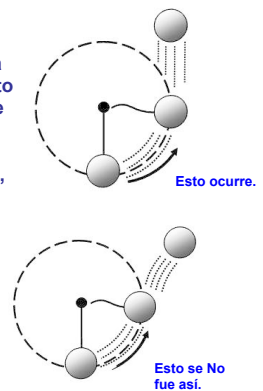
Podemos ver que la fuerza debe ser **interior** por el pensamiento sobre una pelota en una cuerda:



Dinámica del movimiento circular uniforme

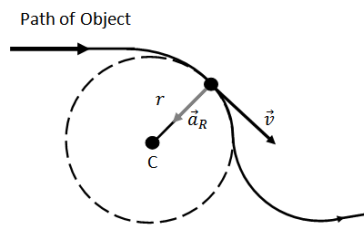
No hay una fuerza **centrífuga** que apunte hacia el exterior, lo que pasa es que la **tendencia natural del objeto** en que se mueve en línea recta debe ser superada.

Si la fuerza centrípeta se desvanece, el objeto vuela en forma **tangente** al círculo.

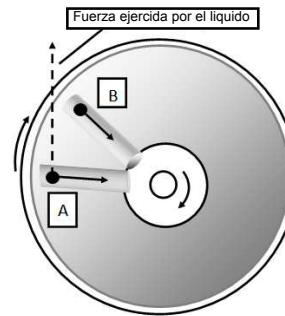


Trayectorias de Curvas

Este concepto se puede utilizar para un objeto en movimiento a lo largo de toda su trayectoria curva, Como pequeño segmento de su ruta será aproximadamente circular.



Centrifugación



Un centrifugo trabaja girando muy rápido. Esto significa que debe haber una fuerza **centrípeta**. El objeto A se iría en línea recta, pero con esta fuerza, termina en B.

20 ¿Qué fuerza se necesita para que un objeto se mueva en un círculo?

- ☐ A La fricción cinética
- ☐ B La fricción estática
- ☐ C fuerza centrípeta
- ☐ D peso

21 Cuando un objeto experimenta movimiento circular uniforme, la dirección de la fuerza neta es

- ☐ A en la misma dirección que el movimiento del objeto
- ☐ B en la dirección opuesta del movimiento del Objeto
- ☐ C se dirige hacia el centro de la trayectoria circular
- ☐ D se aleja del centro de la trayectoria circular

22 Un coche con una masa de 1800 kg gira alrededor de un radio de 18m a una velocidad de 35 m / s. ¿Cuál es la fuerza centrípeta del coche?

23 Una masa de 75 kg está unido al final de una larga barra metálica que gira en un plano horizontal con una trayectoria circular. Si la fuerza máxima que la barra puede soportar es de 8500 N. ¿Cuál es la velocidad máxima que la masa puede alcanzar sin romper la barra?

Vertical MCU

[Volver a la
Tabla de
Contenido](#)

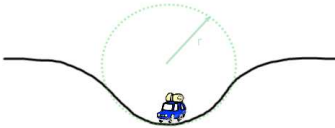
Coche en un camino montañoso

Un coche circula a una velocidad de 20 m / s.

El conductor del automóvil tiene una masa de 60 kg.

El coche se encuentra en la parte inferior de una inmersión de la carretera. El radio de la inmersión es de 80m.

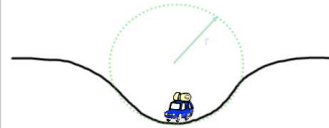
¿Cuál es el peso aparente del conductor (la fuerza normal suministrada por el asiento del coche para apoyarlo) en la parte inferior de la carretera?



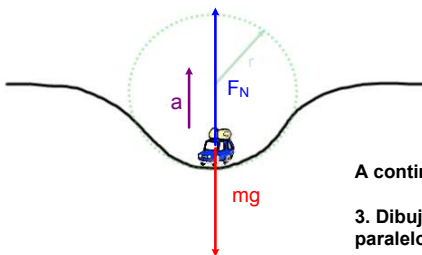
Haga un diagrama del problema.

¿Qué debes hacer después?

1. Dibujar un diagrama de cuerpo libre
2. Indicar la dirección de aceleración

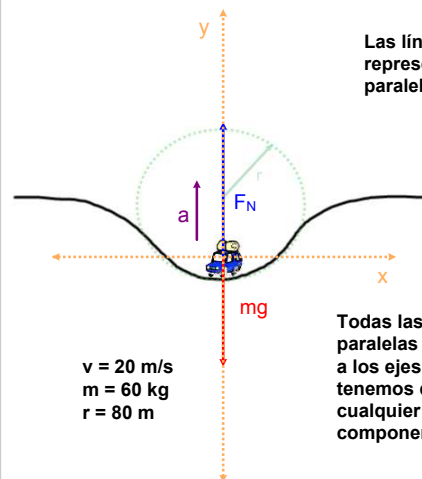


$v = 20 \text{ m/s}$
 $m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$



$v = 20 \text{ m/s}$
 $m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

A continuación,
3. Dibuje los ejes con un eje
paralelo a la aceleración



$v = 20 \text{ m/s}$
 $m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

Las líneas punteadas
representan ejes con un eje
paralelo a la aceleración

Todas las fuerzas son
paralelas o perpendiculares
a los ejes, por lo tanto no
tenemos que resolver
cualquier vector por sus
componentes

4. Aplicar la segunda ley de Newton a lo largo de cada eje.

x - dirección y - la dirección

$\Sigma F = ma$	$\Sigma F = ma$
$0 = 0$	$F_N - mg = ma$
	$F_N = mg + ma$
	$F_N = m(g + a)$

Aunque no sabemos "a", si sabemos "v" y "r". ¿Cuál es mi siguiente paso?

5. Sustituir una $a = v^2 / r$

$F_N = m(g + v^2 / r)$

$v = 20 \text{ m/s}$
 $m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

6. El último paso.

substituta los números.

$F_N = m(g + v^2 / R)$

$F_N = (60 \text{ kg}) ((9,8 \text{ m/s}^2 + (20 \text{ m/s})^2 / (80 \text{ m}))$

$F_N = (60 \text{ kg}) (9,8 \text{ m/s}^2 + 5 \text{ m/s}^2)$

$F_N = (60 \text{ kg}) (14,8 \text{ m/s}^2)$

$F_N = (60 \text{ kg}) (14,8 \text{ m/s}^2)$

$F_N = 890 \text{ N}$

¿Cómo se compara esto con su peso en la parte plana de la carretera?

$v = 20 \text{ m/s}$
 $m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

En la carretera plana el peso del conductor (la fuerza normal del asiento) es mg.

$F_N = mg$

$F_N = (60 \text{ kg}) (9,8 \text{ m/s}^2) = 590 \text{ N}$

Peso aparente

<u>Carretera plana</u>	<u>Parte inferior (r = 80 m)</u>
590 N	890 N

La fuerza gravitacional sobre el conductor (mg) no cambia, pero su peso aparente (F_N) si cambia.

¿Hay una situación en que su peso aparente sea cero?

$v = 20 \text{ m/s}$
 $m = 60 \text{ kg}$
 $r = \infty$

¿A qué velocidad debe un coche pasar por encima de una colina para que el peso del conductor (Y del coche) aparezca cero?

El conductor del automóvil tiene una masa de 60 kg.

El radio de la colina es de 80m.

Este es un diagrama del problema.

¿Qué debo de hacer?

1. Dibujar un diagrama de cuerpo libre
2. Indicar la dirección de la aceleración

$m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

$m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

Este es el diagrama del cuerpo libre (vamos a comenzar con F_N , pero con el fin de hacerlo igual a cero)

A continuación,

3. Dibuja los ejes con un eje paralelo a la aceleración

$m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

Las líneas punteadas representan ejes con un eje paralelo a la aceleración

$m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

4. Aplica la segunda ley de Newton a lo largo de cada eje.

x - dirección y - la dirección

$\Sigma F = ma$ # $F = ma$
 $0 = 0$ $F_N - mg = ma$
 $F_N = mg - ma$
 $F_N = m(g - a)$

Pero necesitamos encontrar el velocidad del coche para que el conductor (Y el coche) aparezcan sin peso ¿Cómo?

5. Sustituir una $a = v^2 / r$

$F_N = M(g - v^2 / r)$

$m = 60 \text{ kg}$
 $r = 80 \text{ m}$

6. El último paso, cuando $F_N = 0$

Cuando el producto de dos variables es cero, entonces uno de ellos debe ser cero. Puesto que m no es cero, la única forma de que F_N sea igual a cero es ...

$F_N = m(g - v^2 / R)$
 $0 = (60 \text{ kg})(g - v^2 / R)$
 $0 = (g - v^2 / R)$
 $v^2 / r = g$
 $v = (gr)^{1/2}$
 $v = ((9,8 \text{ m/s}^2)(80 \text{ m}))^{1/2}$
 $v = 28 \text{ m/s}$

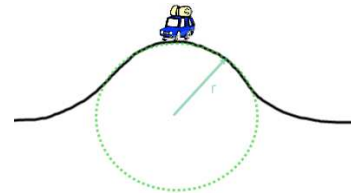
PROBLEMA DE PRÁCTICA:

Un automóvil viaja a una velocidad de 15 m/s.

El conductor del automóvil tiene una masa de 50 kg.

El coche se encuentra en la cima de una colina en el camino. El radio de la colina es de 45 m.

¿Cuál es el peso aparente del conductor (la fuerza normal suministrada por el asiento del coche para apoyarlo) en la parte superior de la colina?



- 24 Un coche que va en la parte superior de una colina cuya curvatura se aproxima a un círculo de radio 175 m. ¿A qué velocidad va a aparecer que los ocupantes del coche pesen 10% menos de su peso normal ($F_N = 0,9 \text{ mg}$)?

- ☐ A 13,1 m / s
☐ B 14,7 m / s
☐ C 13,9 m / s
☐ D 14,2 m / s
☐ E 12,7 m / s

- 25 Un coche pasa por una inmersión en la carretera que curvatura se aproxima a un círculo de radio 175 m. ¿A qué velocidad sucede que los ocupantes del coche pesen 10% mas de su peso normal?

- ☐ A 9,8 m / s
☐ B 12,7 m / s
☐ C 11,9 m / s
☐ D 13,1 m / s
☐ E 14,5 m / s

- 26 Los ocupantes de un automóvil viajan a una velocidad de 25 m/s. En una parte del camino su peso aparente es 20% mayor que su peso cuando se conduce por un camino plano.

Es esa parte de la carretera una colina, o una inmersión?

- ☐ A Colina
☐ B Inmersión

- 27 Los ocupantes de un automóvil que viaja a una velocidad de 25 m/s. En una parte del camino su peso aparente es 20% mayor que su peso cuando se conduce por un camino plano.

¿Cuál es la curvatura vertical de la carretera?

- ☐ A 345,67 m
☐ B 298,74 m
☐ C 276,91 m
☐ D 399,35 m
☐ E 318,88 m

Los baldes de agua y las montañas rusas ...

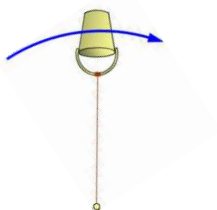
Un balde de agua es girado por un círculo vertical de radio 0,80m. ¿Cuál es la velocidad más pequeña en que el agua no saldrá del balde?

¿Qué sabes y que estás buscando?

$$r = 0,80 \text{ m}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ hacia abajo}$$

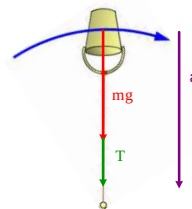
$$v = ?$$



$$r = 0,80$$

$$mg = 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ hacia abajo}$$

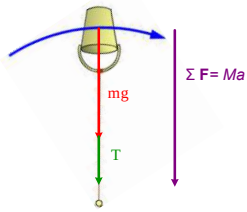
$$v_{\text{mínimo}} = ?$$



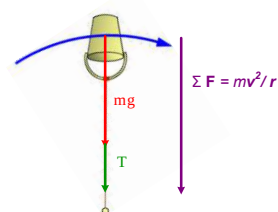
$$r = 0,80$$

$$mg = 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ hacia abajo}$$

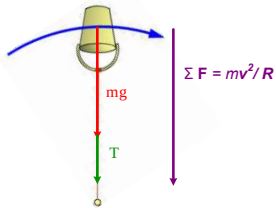
$$v_{\text{mínimo}} = ?$$



$r = 0,80$
 $mg = 9,8 \text{ m/s}^2$ hacia abajo
 $v_{\text{mínimo}} = ?$



$r = 0,80$
 $mg = 9,8 \text{ m/s}^2$ hacia abajo
 $v_{\text{mínimo}} = ?$



$$\begin{aligned}\Sigma F &= ma \\ T + mg &= m(v^2/r) \\ T &= m(v^2/r) - mg \\ T &= m(v^2/r - g) \\ T &= 0 \quad \text{para mínimo } v \\ v^2/r - g &= 0 \\ v^2/r &= g \\ v &= (gr)^{1/2} = ((9,8)(0,8))^{1/2} = 2,8 \text{ m/s}\end{aligned}$$

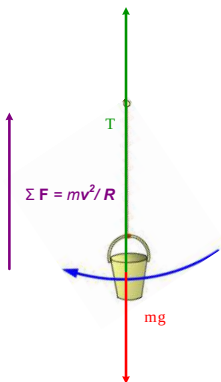
$r = 0,80$
 $mg = 9,8 \text{ m/s}^2$ hacia abajo
 $v_{\text{mínimo}} = ?$

Suponiendo una velocidad constante, y que la masa de la cubeta es de 2,5 kg, cual es la tensión de la cadena en la parte inferior del círculo?



$r = 0,80$
 $mg = 9,8 \text{ m/s}^2$ hacia abajo

Suponiendo una velocidad constante, y que la masa de la cubeta es de 2,5 kg, ¿Cuál es la tensión de la cuerda en el fondo del círculo?



$r = 0,80$ $mg = 9,8 \text{ m/s}^2$ hacia abajo

$$\begin{aligned}\Sigma F &= Ma \\ T - mg &= ma \\ T - mg &= m(v^2/R) \\ T &= m(v^2/R) + mg \\ T &= m(v^2/R + g) \\ T &= 2,5 \text{ kg} (9,8 \text{ m/s}^2 + 9,8 \text{ m/s}^2) \\ T &= 2,5 \text{ kg} (19,6 \text{ m/s}^2) \\ T &= 490 \text{ N}\end{aligned}$$

PROBLEMA DE PRÁCTICA:

Un cubo de agua es girado en un círculo vertical de radio 1,2 m. ¿Cuál es la velocidad más pequeña con tal que el agua no salga del cubo?



Suponiendo una velocidad constante, y que la masa de la cubeta es de 1,3 kg, cual es la tensión de la cadena en la parte inferior del círculo?



28 Una bola está unida al extremo de una cadena. Es girada en un círculo vertical de radio de 10 m. ¿Cual es la velocidad mínima que debe de tener la bola con el fin de recorrer todo el círculo?

- ☐ A 2,8 m/s
- ☐ B 9,9 m/s
- ☐ C 7,5 m/s
- ☐ D 2,1 m/s
- ☐ E 3,9 m/s

29 Una bola está unida al extremo de una cadena. Es girada en un círculo vertical de radio 2,25 m. ¿Cual es la velocidad mínima que debe de tener la bola con el fin de recorrer todo el círculo?

- ☐ A 3,87 m/s
- ☐ B 4,34 m/s
- ☐ C 4,69 m/s
- ☐ D 5,12 m/s
- ☐ E 5,39 m/s

30 Un coche de montaña rusa esta en una pista que forma un circuito circular a lo vertical. Si el coche simplemente tiene que mantener contacto con la pista en la parte superior del circuito, cual es el valor mínimo para su aceleración centrípeta en este momento?

- ☐ A g para abajo
- ☐ B 0,5 g para abajo
- ☐ C g hacia arriba
- ☐ D 2 g hacia arriba

31 Un coche de montaña rusa (masa = M) está en una pista que forma un circuito circular (radio = r) a lo vertical. Si el coche tiene que mantener contacto con la pista en la parte superior del circuito, cual es el valor mínimo para su rapidez en ese punto?

- ☐ A rg
- ☐ B $(rg)^{1/2}$
- ☐ C $(2rg)^{1/2}$
- ☐ D $(0,5rg)^{1/2}$

32 Un piloto realiza una picada vertical luego seguido por una trayectoria semicircular hasta que se dirige hacia arriba. Cuando el avión está en su punto más bajo, la fuerza sobre él es:

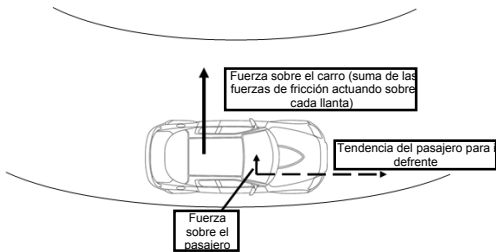
- ☐ A menos de mg y apuntando hacia arriba
- ☐ B menos de mg y hacia abajo
- ☐ C más de mg y apuntando hacia arriba
- ☐ D más de mg y hacia abajo

MCU horizontal

[Volver a la Tabla de Contenido](#)

Curvas con peralte y sin peralte

Cuando un coche va en una curva, debe haber una fuerza neta hacia el centro del círculo ya que la curva es un arco. Si el camino es plano, la fuerza es suministrada por fricción.



Curvas con peralte y sin peralte

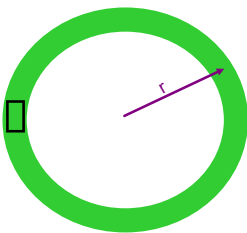
Siempre y cuando los neumáticos no se deslicen, la fricción es **estática**.

Si los neumáticos empiezan a deslizarse, la fricción es **cinética**, lo cual es mal de dos maneras:

- La fuerza de fricción cinética es **menor** de la estática.
- La fuerza de fricción estática puede apuntar hacia el centro del círculo, pero la fuerza de fricción cinética **se opone** a la dirección del movimiento, por lo tanto es muy difícil recuperar el control del coche y continuar en la curva.

Curvas sin peralte

Vista de arriba



Vista frontal
(El coche en dirección a usted)



$$\begin{aligned} v &= 20 \text{ m/s} \\ r &= 150 \text{ m} \\ \mu &= ? \end{aligned}$$

Curvas con peralte y sin peralte

Si la fuerza de fricción es **insuficiente**, el coche tiende a moverse más cerca de la línea recta, Como las marcas muestran.



Curvas sin peralte

Un coche va alrededor de una pista con una velocidad de 20 m/s. El radio de la pista es de 150 m. ¿Cuál es el coeficiente mínimo de fricción estática que haría esto posible?

¿Qué tienes y que estás buscando?

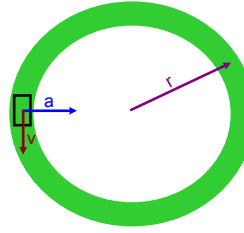
$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$r = 150 \text{ m}$$

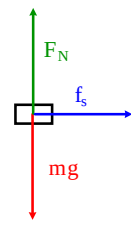
$$\mu = ?$$

Las curvas sin peralte

Vista de arriba

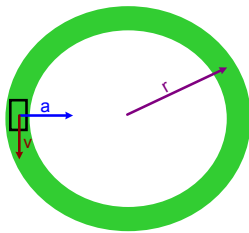


Vista frontal
(El coche en dirección a usted)



$$\begin{aligned} v &= 20 \text{ m/s} \\ r &= 150 \text{ m} \\ \mu &= ? \end{aligned}$$

Las curvas sin peralte



$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$r = 150 \text{ m}$$

$$\mu = ?$$

Las curvas sin peralte

<u>dirección vertical</u>	<u>dirección radial</u>
$\Sigma F = ma$	$\Sigma F = ma$
$F_N - mg = 0$	$f_s = ma$
$F_N = mg$	$\mu_s F_N = m(v^2/r)$
	$\mu_s mg = mv^2/r$
	$\mu_s = v^2/gr$
	$\mu_s = (20 \text{ m/s})^2 / ((9.8 \text{ m/s}^2)(150 \text{ m}))$
	$\mu_s = 0,27$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$r = 150 \text{ m}$$

$$\mu = ?$$

- 33 Un automóvil recorre una curva de radio R a una rapidez constante v. Después recorre alrededor de la misma curva en la mitad de la rapidez original. ¿Cuál es la fuerza centrípeta sobre el coche, ya que gira alrededor de la curva por la segunda vez, en comparación con de la primera vez?

- ☐ A el doble de grande
- ☐ B cuatro veces más grande
- ☐ C la mitad de grande
- ☐ D una cuarta parte de lo grande

Curvas peraltadas

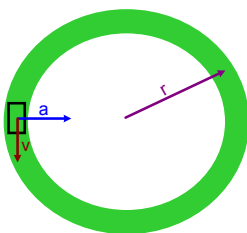
Las curvas peraltadas pueden ayudar que los coches no se deslicen

De hecho, para cada curva con inclinación (peralte), hay una velocidad donde toda la fuerza centrípeta es suministrada por el componente horizontal de la fuerza normal, y la fricción no es necesaria.

Vamos a averiguar lo que la velocidad es para un ángulo y el radio de curvatura.

Curvas peraltadas

Vista de arriba



Vista frontal
(El coche en dirección a usted)

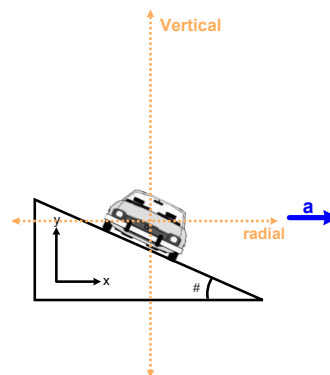


Sabemos que la dirección de nuestra aceleración, ahora tenemos que crear ejes.

Tenga en cuenta que estos ejes serán diferente de los Planos Inclinado, porque el coche debe de deslizarse por el inclinado.

En su lugar, debe tener una aceleración horizontal para ir en un círculo horizontal.

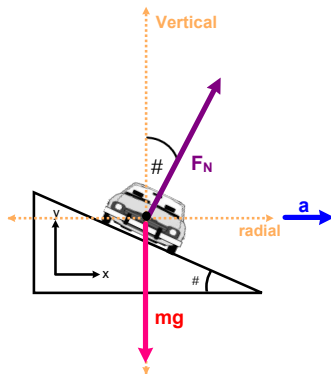
Curvas peraltadas



A continuación, hacemos el diagrama de cuerpo libre

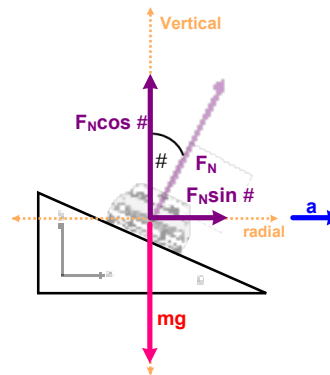
Vamos a suponer que ninguna fricción es necesaria para la velocidad que estamos solucionando.

Curvas peraltadas



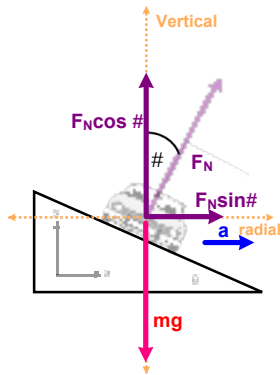
A continuación, descompongan las fuerzas que no se alinean con un eje, F_N .

Curvas peraltadas



Ahora vamos a resolver para la velocidad tal que ninguna fricción sea necesaria para mantener el coche en la pista mientras que recorre una curva de radio r y peralte de ángulo θ .

Curvas peraltadas



dirección vertical

$$\Sigma F = ma$$

$$F_N \cos \theta - mg = 0$$

$$F_N = mg / \cos \theta$$

dirección radial

$$\Sigma F = ma$$

$$F_N \sin \theta = ma$$

$$(mg / \cos \theta)(\sin \theta) = m(v^2 / r)$$

$$(g / \cos \theta)(\sin \theta) = (v^2 / r)$$

$$(g \tan \theta) = (v^2 / r)$$

$$v = (g r \tan \theta)^{1/2}$$

PROBLEMA DE PRÁCTICA:

Determina la velocidad en que un coche debe de tener al viajar alrededor de una curva sin fricción con un radio de 250 m y una peralte de ángulo de 15° .



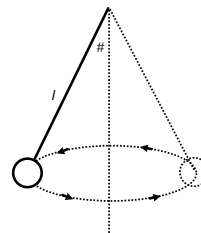
Péndulo cónico

Un Péndulo Cónico es un péndulo que recorre un círculo, en vez de dar ida y vuelta.

Dado que el péndulo se mueve en un círculo horizontal, podemos estudiarlo como otro ejemplo de movimiento circular uniforme.

Sin embargo, es necesarios descomponer las fuerzas en sus componentes.

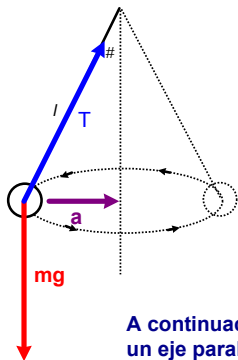
Péndulo cónico



Dibuje el problema, a menos que se proporcione uno.

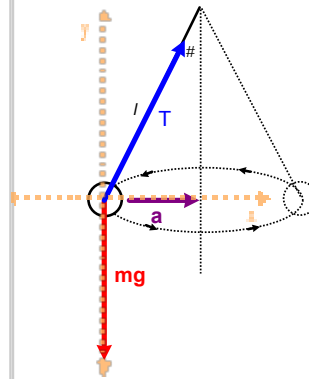
A continuación, dibuje un diagrama de cuerpo libre y indica la dirección de la aceleración.

Péndulo cónico



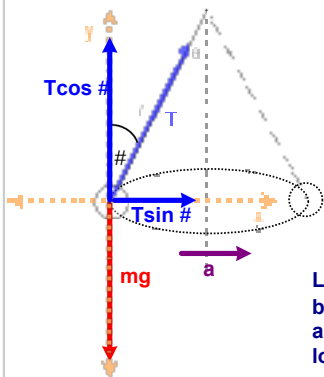
A continuación, dibuje los ejes con un eje paralelo a la aceleración

Péndulo cónico



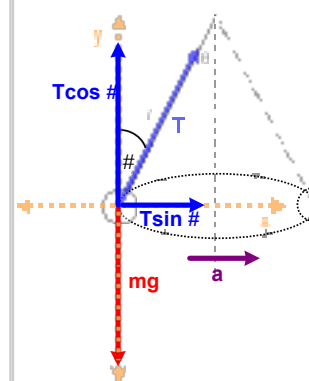
A continuación, descompongamos las fuerzas para que todos los componentes se encuentren en un eje ... en este caso, se descompone T.

Péndulo cónico



Luego se resuelve la aceleración de la bola, basándose en el ángulo θ , por aplicando la segunda ley de Newton a lo largo de cada eje.

Péndulo cónico



x - dirección y - la dirección

$$\Sigma F = ma$$

$$T \sin \theta = ma$$

$$\Sigma F = ma$$

$$T \cos \theta - mg = 0$$

$$T \cos \theta = mg$$

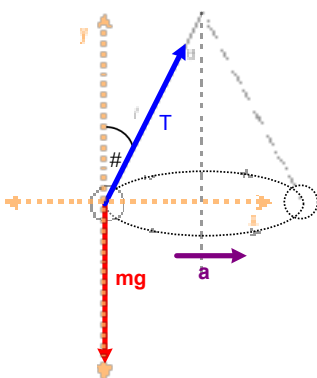
Divide estos dos resultados

$$\frac{T \sin \theta = ma}{T \cos \theta = mg}$$

$$\tan \theta = a/g$$

$$\theta = \tan^{-1}(a/g) \quad \text{o} \quad a = g \tan \theta$$

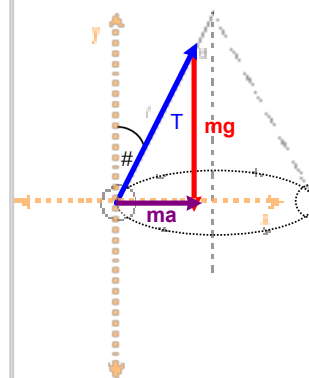
Péndulo cónico



Un enfoque alternativo es resolver esto como una ecuación vectorial usando $\Sigma F = ma$. (Esto funciona cuando sólo dos fuerzas están presentes.)

Simplemente traduce los vectores originales (antes de descomponerlos) para formar un triángulo rectángulo cuya la suma de las dos fuerzas es igual al nuevo vector "ma".

Péndulo cónico



Entonces, ya que

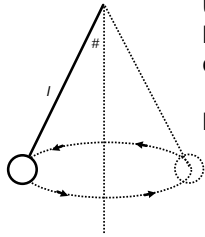
$$\tan \theta = \text{opuesto} / \text{adyacente}$$

$$\tan \theta = ma / mg = a/g$$

$$\tan \theta = (v^2 / r) / g = v^2 / gr$$

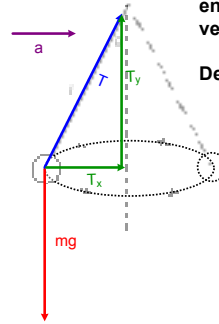
$$v^2 = gr \tan \theta$$

el que es el mismo resultado que hemos encontrado antes



Una pelota de 0,5 kg en una cuerda se hace girar en un círculo con un radio de 0,75 m con un velocidad de 3 m / s.

Determina la tensión en la cadena.



Una pelota de 0,5 kg en una cuerda se hace girar en un círculo con un radio de 0,75 m con una velocidad de 3 m/s.

Determina la tensión en la cadena.

x-direction	y-direction
$\Sigma F = ma$	$\Sigma F = ma$
$T_x = ma$	$T_y - mg = 0$
$T_x = mv^2/r$	$T_y = mg$

$$T^2 = T_x^2 + T_y^2$$

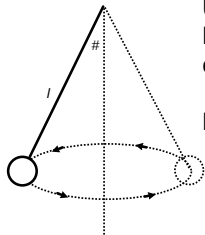
$$T^2 = (mv^2/r)^2 + (mg)^2$$

$$T^2 = m^2(v^4/r^2 + g^2)$$

$$T^2 = (0,5\text{kg})^2((3\text{m/s})^4/(0,75\text{m})^2 + (9,8\text{m/s}^2)^2)$$

$$T^2 = 60 \text{ N}^2$$

$$T = 7,7 \text{ N}$$

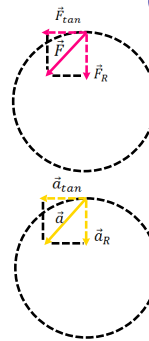


Una pelota de 1,5 kg en una cuerda se hace girar en un círculo con un radio de 2,25 m con un velocidad de 6 m/s.

Determinar la tensión en la cadena.



No Uniforme, Movimiento Circular



Si un objeto se mueve en un recorre un círculo, pero a distintas velocidades, debe de tener un componente tangencial a su aceleración, como también un componente radial.