Universidad Nacional Mayor de San Marcos

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS

ESTUDIOS GENERALES

Curso: Fisica General

Grupo 3

Movimiento de proyectiles,
Movimiento circular uniforme (MCU),
Movimiento circular uniformemente variado (MCUV)

Integrantes:

Ayzanoa Solano Joao Carlos
Borda Sernaqué José Ricardo
VictorJesus Huamani Huaman
Melendez Curi Ana Paula

SEMESTRE 2024 – II

Indice

01. Introduccion

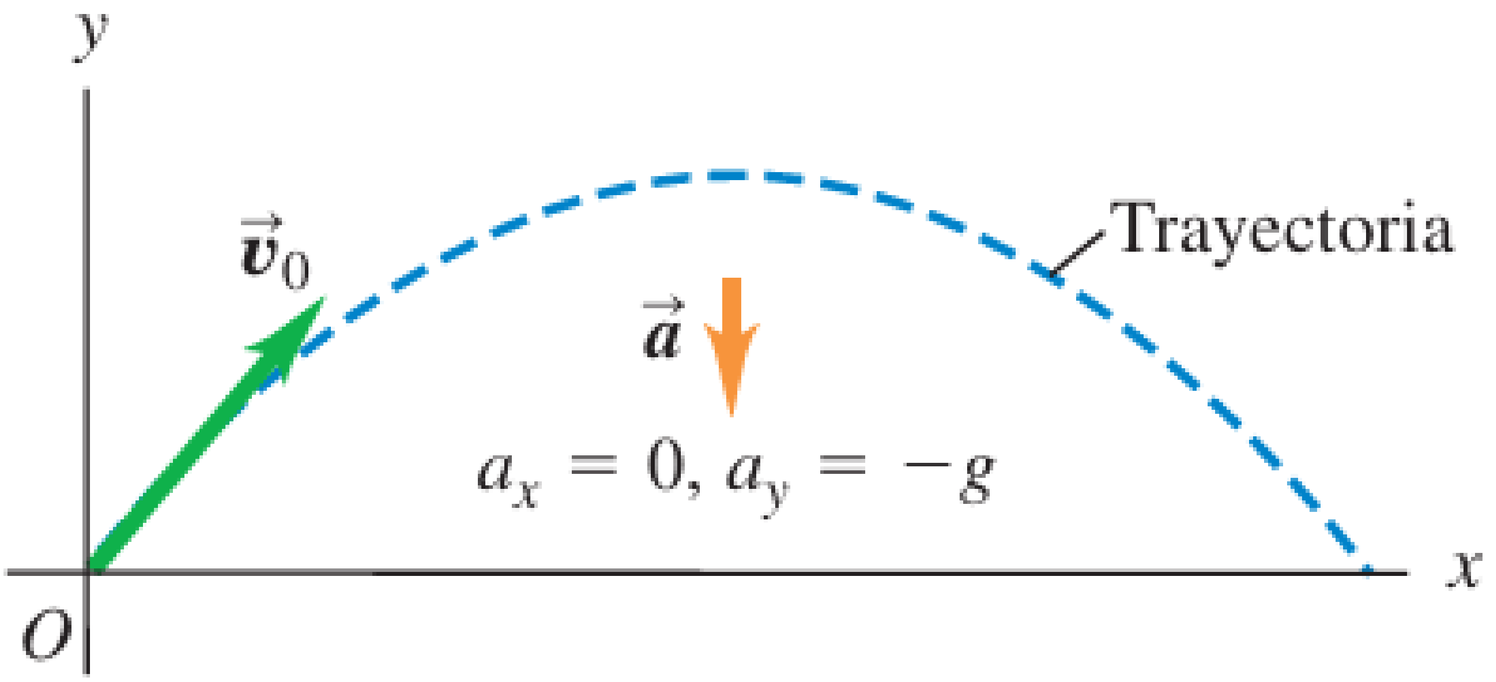
- Según Serway y Jewett (2008), el **movimiento de proyectiles** describe la **trayectoria de un objeto** bajo la **aceleración constante de la gravedad**, mientras que el **movimiento circular uniforme (MCU)** implica un **desplazamiento con rapidez constante en una trayectoria circular**, y el **movimiento circular uniformemente variado (MCUV)** presenta una **aceleración angular constante que modifica la rapidez tangencial del objeto a lo largo de su trayectoria.**

02. Movimiento de proyectiles

- **<u>Definición</u>:** Un proyectil es un objeto lanzado con una velocidad inicial que sigue una trayectoria determinada por la gravedad y, en casos ideales, sin resistencia del aire.
- **<u>Ejemplos</u>:** Balones, balas, o cualquier objeto que sigue una trayectoria parabólica.
- **<u>Características</u>:** Su movimiento es bidimensional y se puede descomponer en dos componentes independientes: horizontal y vertical

3.15 Trayectoria idealizada de un proyectil.

- Un proyectil se mueve en un plano vertical que tiene un vector velocidad inicial $\vec{v}_0$.
- Su trayectoria depende solo de $\vec{v}_0$ y de la aceleración hacia abajo debida a la gravedad.



(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

02. Movimiento de proyectiles

Componentes del movimiento

- **Movimiento horizontal:**

- Velocidad constante (sin aceleración), ya que la aceleración horizontal es cero $(\mathbf{a_x = 0})$.

- Sustituimos en (2.8) y (2.12):

Solo aceleración constante:

$$v_x = v_{0x} + a_x t \quad (2.8)$$

$$x = x_0 + v_{0x}t + \tfrac{1}{2}a_x t^2 \quad (2.12)$$

- Tenemos: $\boldsymbol{v_x = v_{0x}}$ .... (1)

- Ecuación de posición: $\boldsymbol{x = x_0 + v_{0x}t}$ .... (2)

(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

02. Movimiento de proyectiles

Componentes del movimiento

- **Movimiento vertical:**

- Aceleración constante igual a $-$ g debido a la gravedad ($\mathbf{a_y} = -\mathrm{g}$).

- Ecuaciones de posición y velocidad:

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \text{ .... } (3)$$

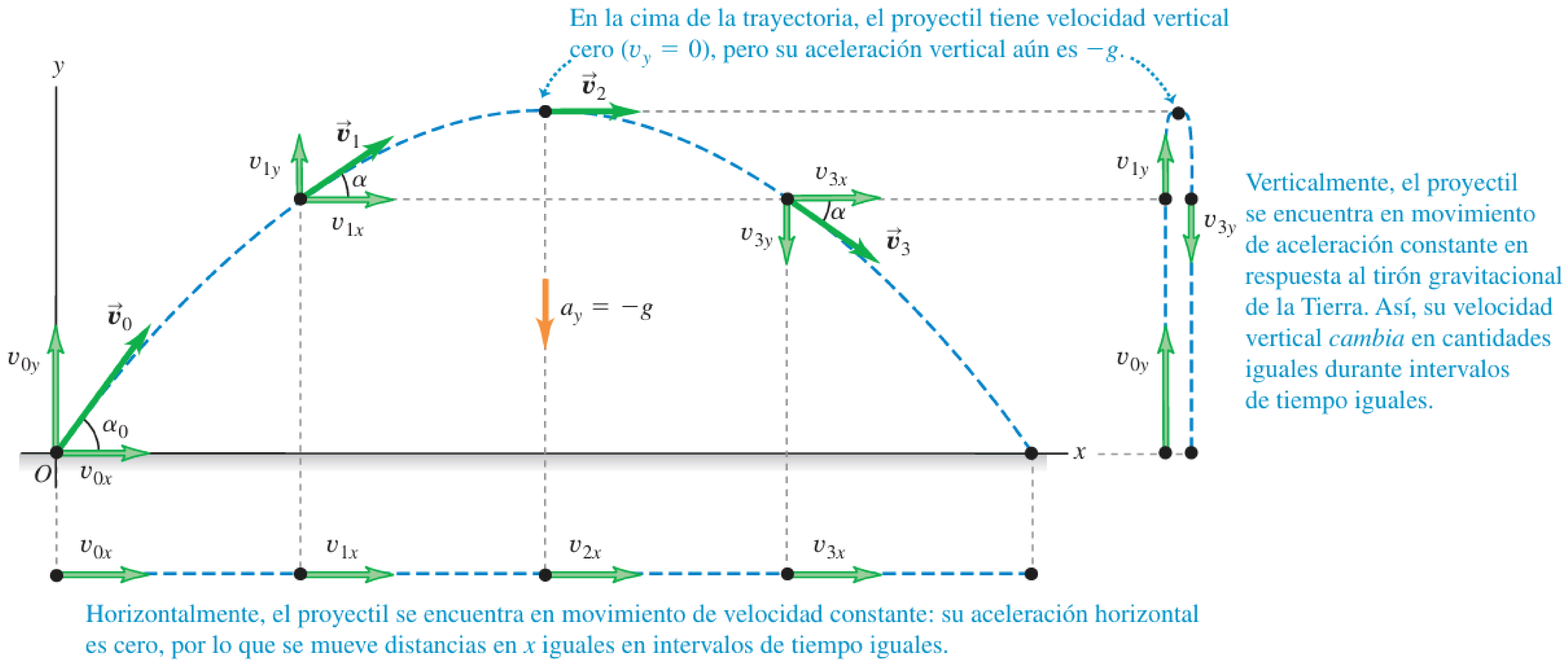
$$v_y = v_{0y} - gt \text{ .... } (4)$$

(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

02. Movimiento de proyectiles

- **<u>Trayectoria Parabólica:</u>** La combinación del movimiento horizontal constante y el movimiento vertical con aceleración resulta en una curva parabólica.

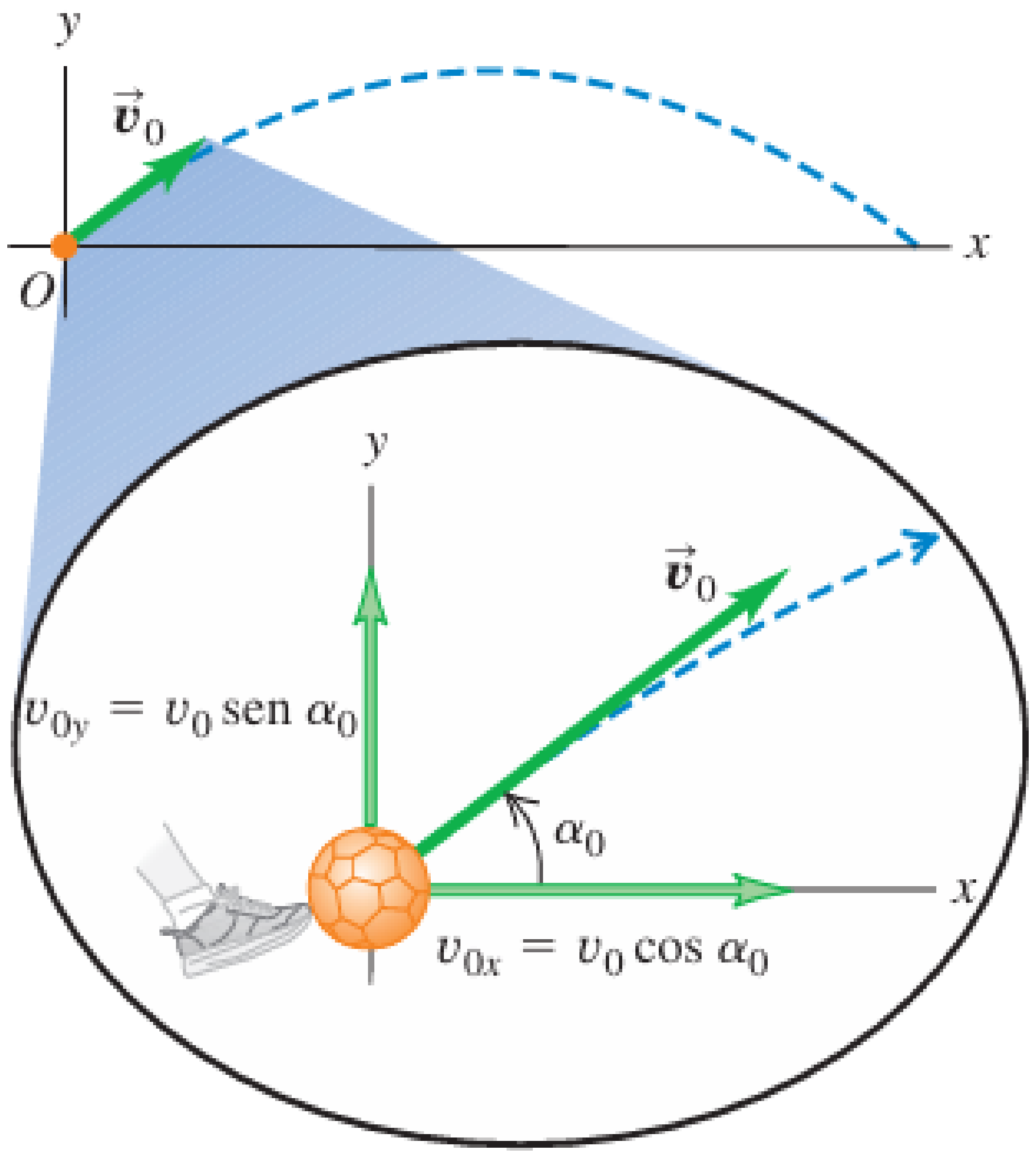
3.17 Si se ignora la resistencia del aire, la trayectoria de un proyectil es una combinación de movimiento horizontal con velocidad constante y movimiento vertical con aceleración constante.



(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

02. Movimiento de proyectiles

3.18 Las componentes de la velocidad inicial v_{0x} y v_{0y} de un proyectil (como un balón de fútbol que se patea) se relacionan con la rapidez inicial v_0 y el ángulo inicial α_0.



También podemos representar la velocidad inicial $\vec{v_0}$ con su magnitud v_0 (la rapidez inicial) *y su ángulo* α_0 *con el eje* $+x$ (figura3.18). *En términos de estas cantidades,* las componentes v_{0x} y v_{0y} de la velocidad inicial son:

$$v_{0x} = v_0 \cos(\alpha_0)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin(\alpha_0)$$

–Sisustituimos estas relaciones en las ecuaciones (1), (2), (3)y(4) haciedo $\boldsymbol{x_0} = \mathbf{y_0} = 0$, tenemos:

$$x = (v_0 \cos \alpha_0)t \quad \text{(movimiento de un proyectil)} \quad (3.20)$$

$$y = (v_0 \operatorname{sen} \alpha_0)t - \tfrac{1}{2}gt^2 \quad \text{(movimiento de un proyectil)} \quad (3.21)$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha_0 \quad \text{(movimiento de un proyectil)} \quad (3.22)$$

$$v_y = v_0 \operatorname{sen} \alpha_0 - gt \quad \text{(movimiento de un proyectil)} \quad (3.23)$$

(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

02. Movimiento de proyectiles

Estas ecuaciones describen la posición y velocidad del proyectil de la figura 3.17 en cualquier instante t.

Podemos obtener mucha información de las ecuaciones (3.20) a (3.23). Por ejemplo, en cualquier instante, la distancia r del proyectil al origen (la magnitud del vector de posición $\vec{r}$) está dada por

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \tag{3.24}$$

La rapidez del proyectil (la magnitud de su velocidad) en cualquier instante es

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \tag{3.25}$$

La *dirección* de la velocidad, en términos del ángulo α que forma con el eje $+x$ (véase la figura 3.17), está dada por

$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} \tag{3.26}$$

02. Movimiento de proyectiles

El vector velocidad $\vec{v}$ es tangente a la trayectoria en todos los puntos.

Podemos deducir una ecuación para la forma de la trayectoria en términos de x y y eliminando t. De las ecuaciones (3.20) y (3.21), que suponen que $x_0 = y_0 = 0$, obtenemos $t = x/(v_0 \cos \alpha_0)$ y

$$y = (\tan \alpha_0)x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha_0} x^2 \qquad (3.27)$$

No se preocupe por los detalles de esta ecuación; lo importante es su forma general. Como v_0, $\tan \alpha_0$, $\cos \alpha_0$ y g son constantes, la ecuación (3.27) tiene la forma

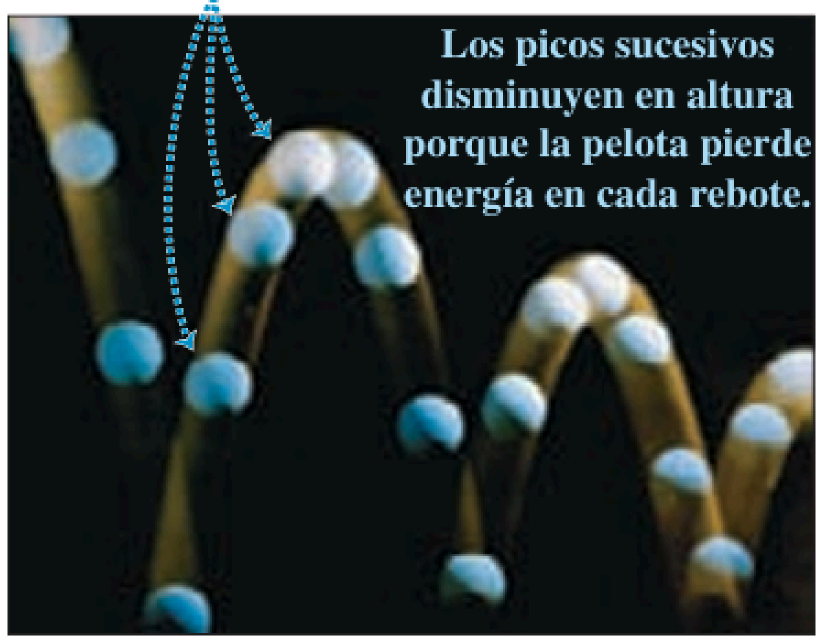
$$y = bx - cx^2$$

donde b y c son constantes. Esta es la ecuación de una *parábola*. En el modelo simplificado de movimiento de proyectiles, la trayectoria siempre es una parábola (figura 3.19).

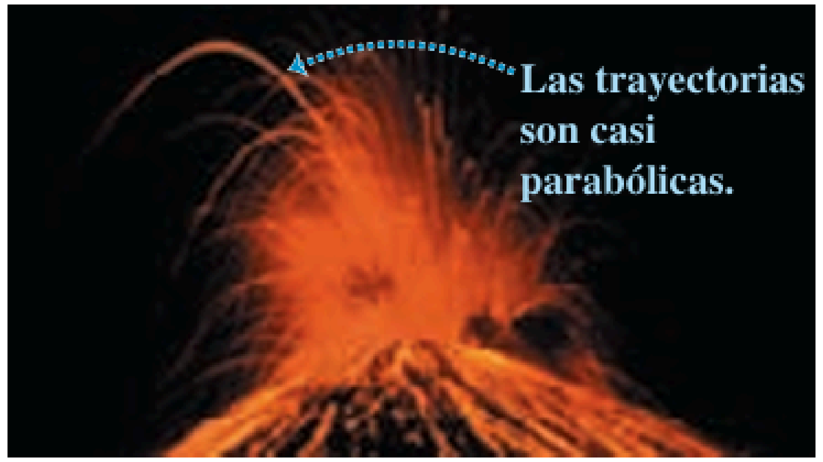
3.19 Las trayectorias casi parabólicas *a*) de una pelota que rebota y *b*) de borbotones de roca fundida expulsada por un volcán.

a)

Las imágenes sucesivas de la pelota están separadas por intervalos iguales.

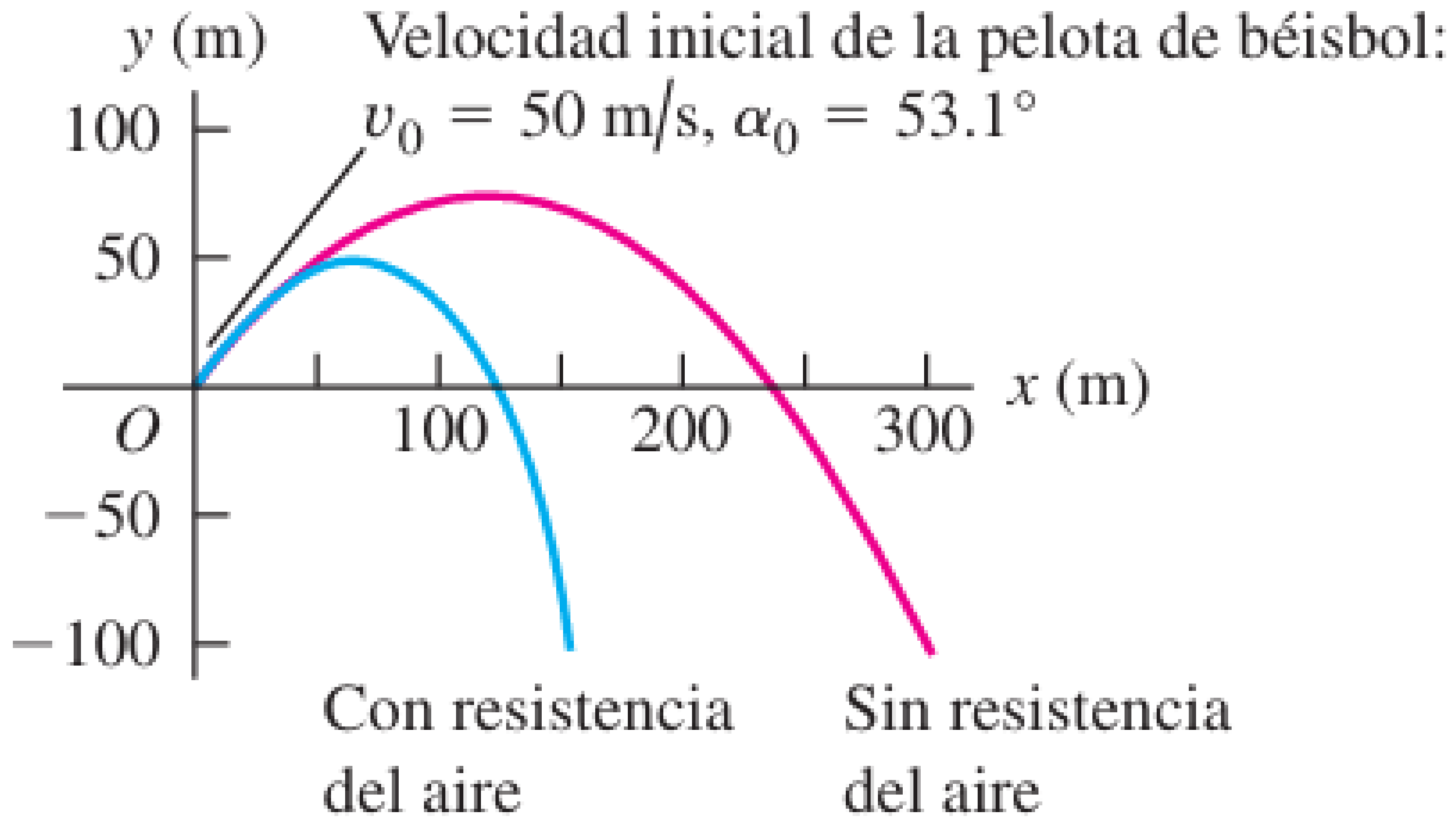


b)



02. Movimiento de proyectiles

3.20 La resistencia del aire tiene un efecto acumulativo considerable sobre el movimiento de una pelota de béisbol. En esta simulación, permitimos que la pelota caiga por debajo de la altura desde la cual se lanzó (por ejemplo, la pelota podría haberse lanzado desde un acantilado).



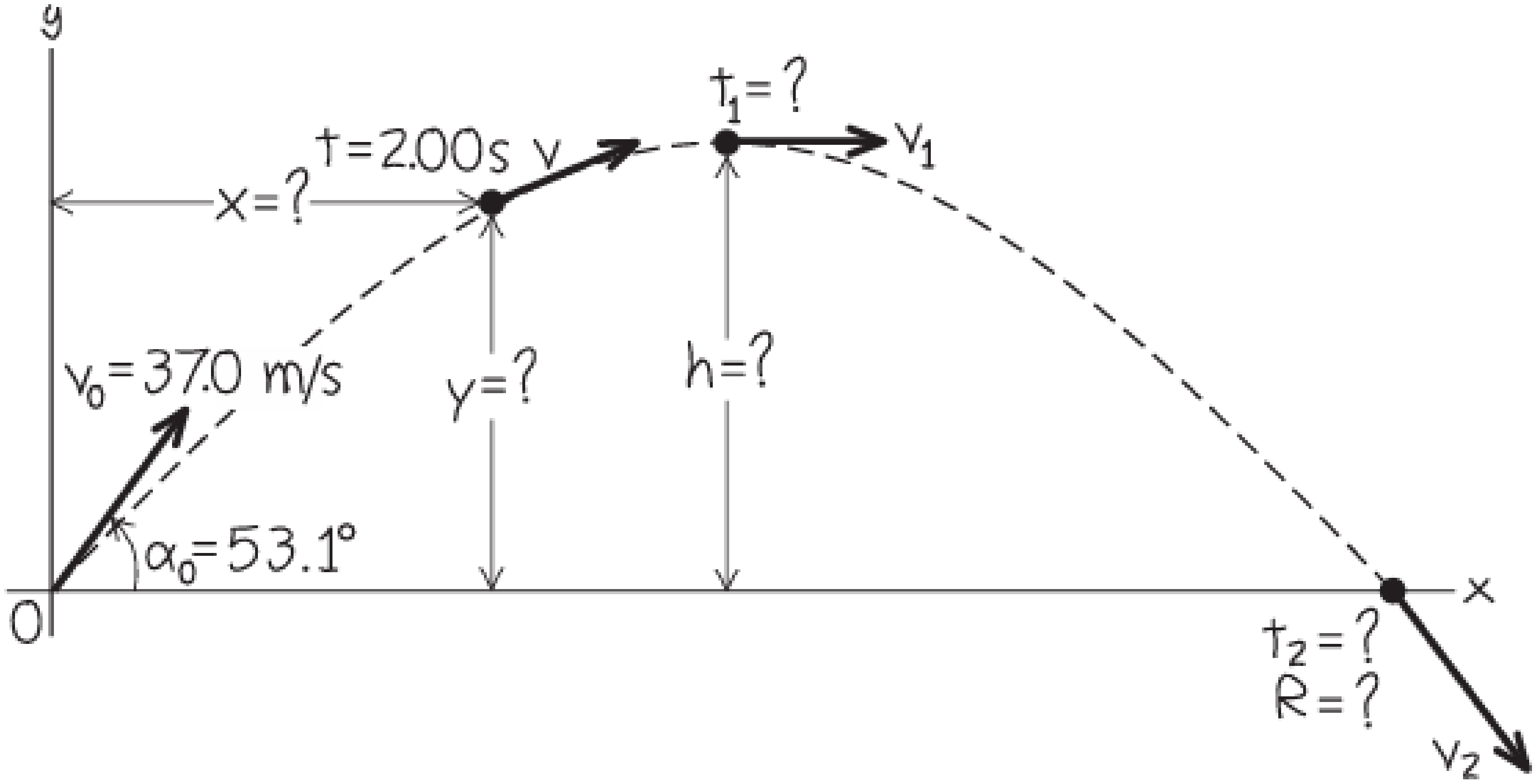
02. Movimiento de proyectiles

EJEMPLO

Altura y alcance de un proyectil I: una pelota de béisbol bateada

Un bateador golpea una pelota de béisbol de modo que esta sale del bate a una rapidez $v_0 = 37.0$ m/s con un ángulo $\alpha_0 = 53.1°$. *a*) Calcule la posición de la pelota y su velocidad (magnitud y dirección) cuando $t = 2.00$ s. *b*) Determine cuándo la pelota alcanza el punto más alto de su vuelo y su altura h en ese punto. *c*) Obtenga el *alcance horizontal* R, es decir, la distancia horizontal desde el punto de partida hasta donde la pelota cae al suelo.

3.23 Diagrama de este problema.



(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

02. Movimiento de proyectiles

EJEMPLO

Altura y alcance de un proyectil I: una pelota de béisbol bateada

a) Queremos obtener x, y, v_x y v_y en $t = 2.00$ s. La velocidad inicial de la pelota tiene las componentes

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha_0 = (37.0\ \text{m/s})\cos 53.1° = 22.2\ \text{m/s}$$
$$v_{0y} = v_0 \operatorname{sen} \alpha_0 = (37.0\ \text{m/s})\operatorname{sen} 53.1° = 29.6\ \text{m/s}$$

De acuerdo con las ecuaciones (3.20) a (3.23),

$$x = v_{0x}t = (22.2\ \text{m/s})(2.00\ \text{s}) = 44.4\ \text{m}$$

$$\begin{aligned} y &= v_{0y}t - \tfrac{1}{2}gt^2 \\ &= (29.6\ \text{m/s})(2.00\ \text{s}) - \tfrac{1}{2}(9.80\ \text{m/s}^2)(2.00\ \text{s})^2 \\ &= 39.6\ \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_x &= v_{0x} = 22.2\ \text{m/s} \\ v_y &= v_{0y} - gt = 29.6\ \text{m/s} - (9.80\ \text{m/s}^2)(2.00\ \text{s}) \\ &= 10.0\ \text{m/s} \end{aligned}$$

La componente y de la velocidad es positiva en $t = 2.00$ s, de modo que la pelota todavía va en ascenso (figura 3.23). La magnitud y dirección de la velocidad se obtienen de las ecuaciones (3.25) y (3.26):

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{v_x{}^2 + v_y{}^2} = \sqrt{(22.2\ \text{m/s})^2 + (10.0\ \text{m/s})^2} \\ &= 24.4\ \text{m/s} \end{aligned}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{10.0\ \text{m/s}}{22.2\ \text{m/s}}\right) = \arctan 0.450 = 24.2°$$

La dirección de la velocidad (es decir, la dirección del movimiento) es 24.2° arriba de la horizontal.

02. Movimiento de proyectiles

EJEMPLO

Altura y alcance de un proyectil I: una pelota de béisbol bateada

b) En el punto más alto, la velocidad vertical v_y es cero. Sea ese instante t_1; entonces,

$$v_y = v_{0y} - gt_1 = 0$$

$$t_1 = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{29.6 \text{ m/s}}{9.80 \text{ m/s}^2} = 3.02 \text{ s}$$

La altura h en el punto más alto es el valor de y cuando $t = t_1$:

$$\begin{aligned} h &= v_{0y}t_1 - \tfrac{1}{2}gt_1^2 \\ &= (29.6 \text{ m/s})(3.02 \text{ s}) - \tfrac{1}{2}(9.80 \text{ m/s}^2)(3.02 \text{ s})^2 \\ &= 44.7 \text{ m} \end{aligned}$$

02. Movimiento de proyectiles

c) Obtendremos el alcance horizontal en dos pasos. Primero, determinamos el tiempo t_2 cuando $y = 0$ (la pelota está en el suelo):

$$y = 0 = v_{0y}t_2 - \tfrac{1}{2}gt_2^2 = t_2\left(v_{0y} - \tfrac{1}{2}gt_2\right)$$

Esta es una ecuación cuadrática en t_2, con dos raíces:

$$t_2 = 0 \qquad \text{y} \qquad t_2 = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2(29.6\ \text{m/s})}{9.80\ \text{m/s}^2} = 6.04\ \text{s}$$

La pelota está en $y = 0$ en estos dos tiempos. La pelota *abandona* el suelo en $t_2 = 0$, y en $t_2 = 2v_{0y}/g = 6.04$ s es cuando regresa al suelo.

El alcance horizontal R es el valor de x cuando la pelota vuelve al suelo, en $t_2 = 6.04$ s:

$$R = v_{0x}t_2 = (22.2\ \text{m/s})(6.04\ \text{s}) = 134\ \text{m}$$

La componente vertical de la velocidad cuando la pelota toca el suelo es

$$\begin{aligned} v_y &= v_{0y} - gt_2 = 29.6\ \text{m/s} - (9.80\ \text{m/s}^2)(6.04\ \text{s}) \\ &= -29.6\ \text{m/s} \end{aligned}$$

Es decir, v_y tiene la misma magnitud que la velocidad vertical inicial v_{0y} pero dirección opuesta (hacia abajo). Como v_x es constante, el ángulo $\alpha = -53.1°$ (debajo de la horizontal) en este punto es el negativo del ángulo inicial $\alpha_0 = 53.1°$.

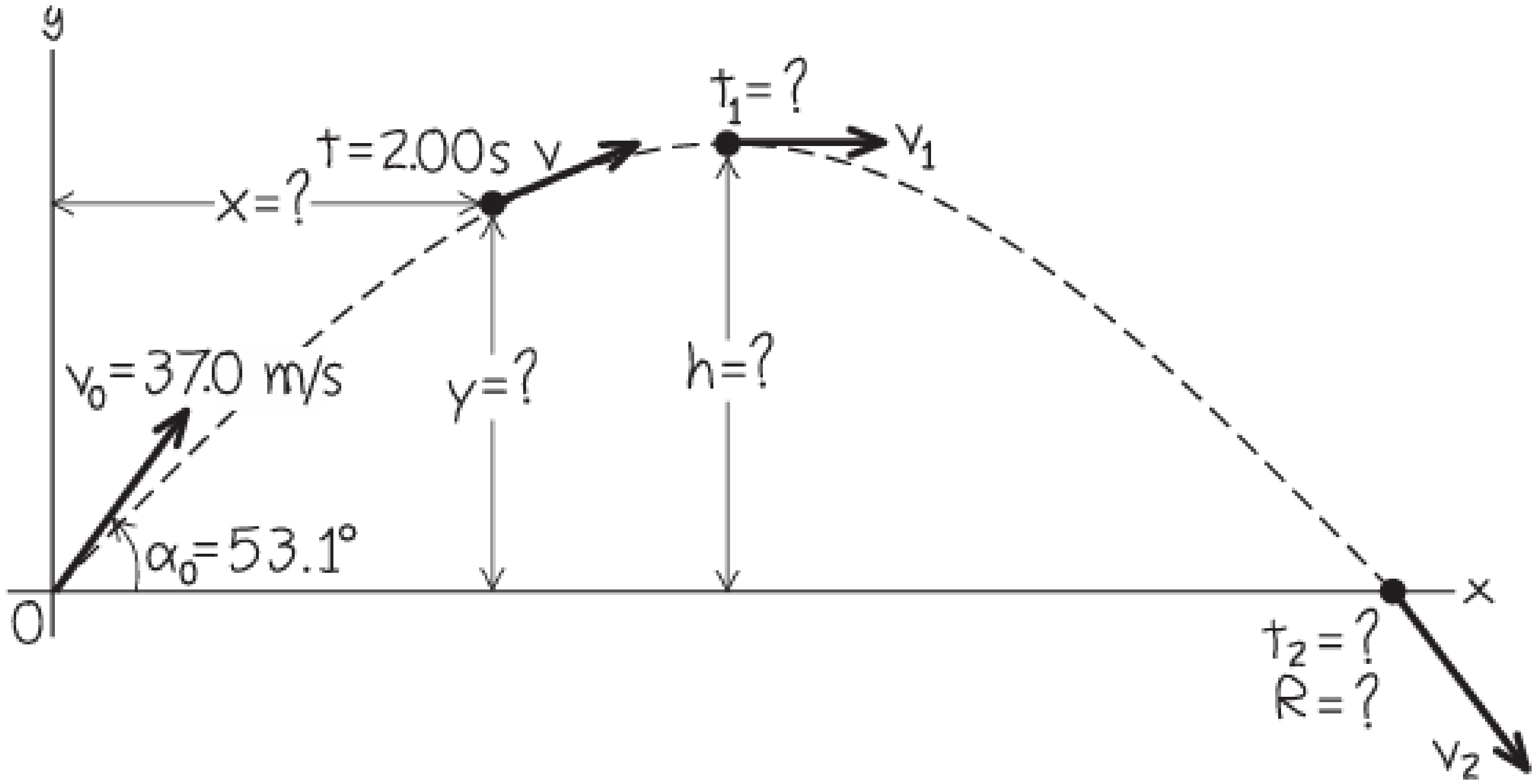
02. Movimiento de proyectiles

EJEMPLO

Altura y alcance de un proyectil II: Altura máxima, alcance máximo

Para un proyectil lanzado con rapidez v_0 a un ángulo inicial α_0 entre 0° y 90°, obtenga la altura máxima h y el alcance horizontal R (véase la figura 3.23). Para una v_0 dada, ¿qué valor de α_0 da la altura máxima? ¿Y qué valor da el alcance horizontal máximo?

3.23 Diagrama de este problema.



02. Movimiento de proyectiles

EJEMPLO

Altura y alcance de un proyectil II: Altura máxima, alcance máximo

EJECUTAR: De acuerdo con las ecuaciones (3.19), $v_{0x} = v_0 \cos \alpha_0$ y $v_{0y} = v_0 \operatorname{sen} \alpha_0$. Por lo tanto, podemos escribir el tiempo t_1 en que $v_y = 0$ como

$$t_1 = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{g}$$

La ecuación (3.21) nos da la altura $y = h$ en ese instante:

$$h = (v_0 \operatorname{sen} \alpha_0)\left(\frac{v_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{g}\right) - \frac{1}{2} g\left(\frac{v_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{g}\right)^2$$

$$= \frac{v_0^2 \operatorname{sen}^2 \alpha_0}{2g}$$

Para una rapidez de lanzamiento dada v_0, el valor máximo de h se da con $\operatorname{sen} \alpha_0 = 1$ y $\alpha_0 = 90°$; es decir, cuando el proyectil se lanza verticalmente hacia arriba. (Si se lanza horizontalmente, como en el ejemplo 3.6, $\alpha_0 = 0$ ¡y la altura máxima es cero!).

El tiempo t_2 en que el proyectil regresa al suelo es

$$t_2 = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{g}$$

Para una rapidez de lanzamiento dada v_0, el valor máximo de h se da con $\operatorname{sen} \alpha_0 = 1$ y $\alpha_0 = 90°$; es decir, cuando el proyectil se lanza verticalmente hacia arriba. (Si se lanza horizontalmente, como en el ejemplo 3.6, $\alpha_0 = 0$ ¡y la altura máxima es cero!).

El tiempo t_2 en que el proyectil regresa al suelo es

$$\boxed{t_2 = \frac{2v_{0y}}{g}} = \frac{2v_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{g}$$

El alcance horizontal R es el valor de x en este instante. De acuerdo con la ecuación (3.20), este es

$$R = (v_0 \cos \alpha_0) t_2 = (v_0 \cos \alpha_0) \frac{2v_0 \operatorname{sen} \alpha_0}{g}$$

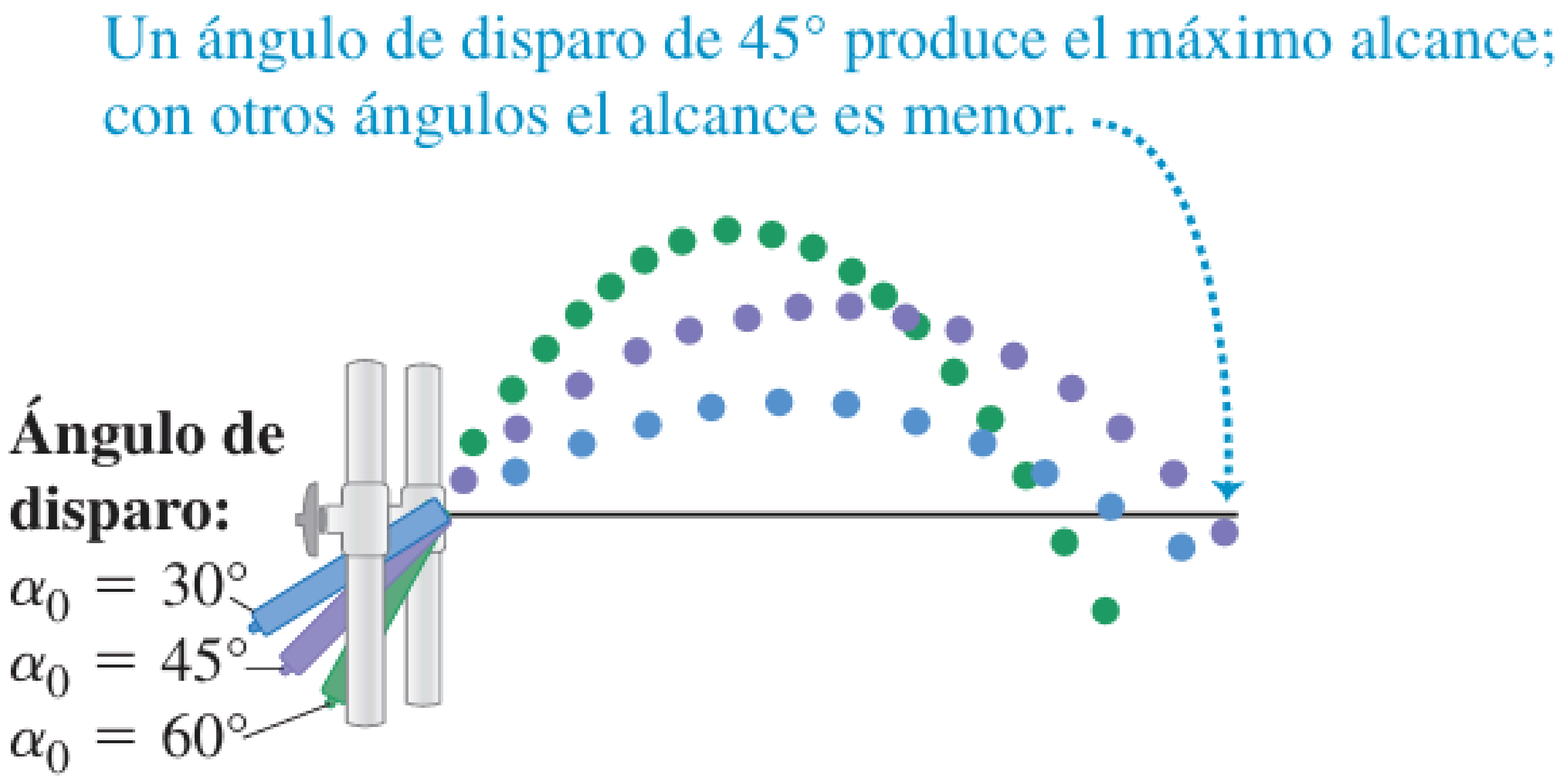
$$= \boxed{\frac{v_0^2 \operatorname{sen} 2\alpha_0}{g}}$$

(Se usó la identidad trigonométrica $2 \operatorname{sen} \alpha_0 \cos \alpha_0 = \operatorname{sen} 2\alpha_0$, que se encuentra en el apéndice B). El valor máximo de $\operatorname{sen} 2\alpha_0$ es 1; esto ocurre cuando $2\alpha_0 = 90°$, o bien, $\alpha_0 = 45°$. Este ángulo da el alcance máximo para una rapidez inicial dada si se ignora la resistencia del aire.

02. Movimiento de proyectiles

CUIDADO **Altura y alcance de un proyectil** No recomendamos memorizar las expresiones anteriores para h, R y $R_{\text{máx}}$. Son aplicables solo en las circunstancias especiales que describimos. En particular, las expresiones para el alcance R y alcance máximo $R_{\text{máx}}$ *solo* pueden utilizarse cuando las alturas de lanzamiento y aterrizaje son iguales. En muchos de los problemas al final de este capítulo, estas ecuaciones *no* deben aplicarse.

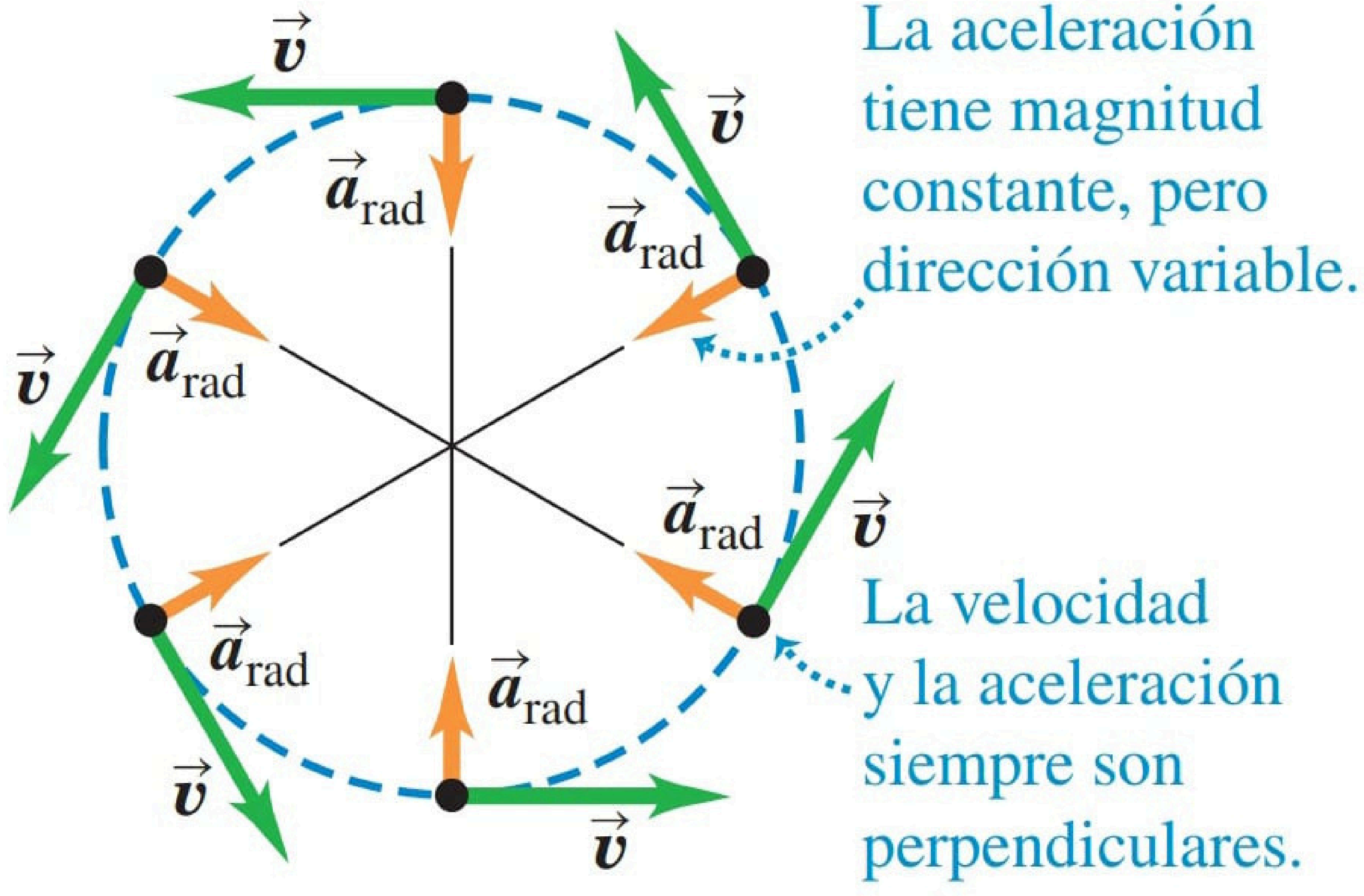
3.24 Un ángulo de disparo de 45° produce el alcance horizontal máximo. El alcance es menor con ángulos de 30° y 60°.



(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

03. Movimiento circular uniforme (MCU)

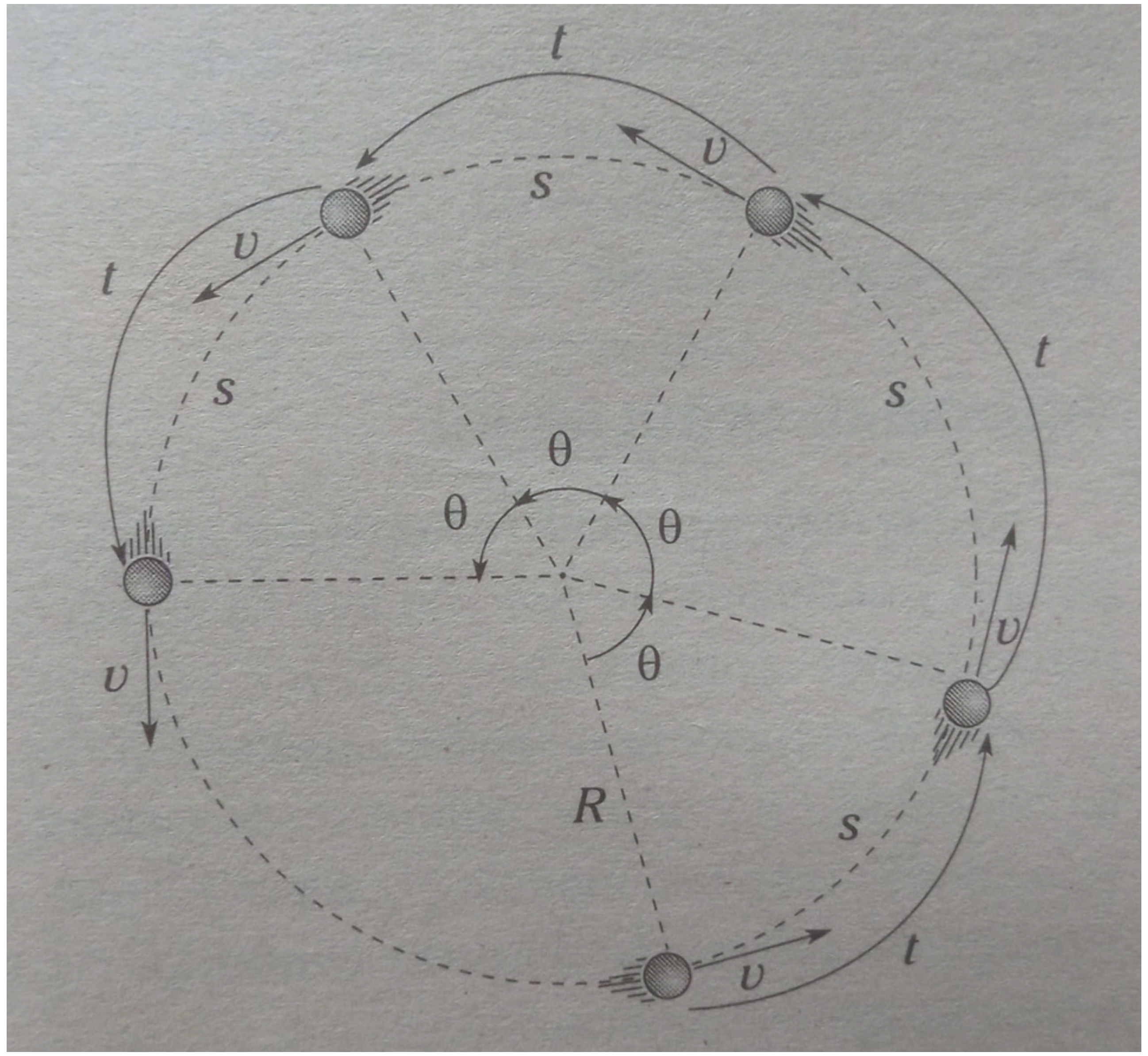
- El movimiento circunferencial mas simple es el movimiento circunferencial uniforme (M.C.U), al igual que en el movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U) donde una partícula realiza recorridos iguales en intervalos de tiempos iguales. En el M.C.U una partícula realiza recorridos iguales en intervalos de tiempos iguales, pero ahora, a lo largo de una circunferencia.



Aceleracion y velocidad de una particula con movimiento circular uniforme

(Young, Freedman, Sears, & Zemansky, 2013)

03. Movimiento circular uniforme (MCU)



Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics (10th ed.). Cengage Learning.

- Debemos tener presente que, al igual que en el M.R.U en el M.C.U La rapidez (v) es constante tal que.

  v=s/t **unidad: m/s**

- Si la partícula recorre iguales longitudes de arco en iguales intervalos de tiempo, simultáneamente el radio de giro barre ángulos iguales en intervalos de tiempos iguales. Entonces , hay una rapidez constante con la cual el radio de giro barre ángulos. Esta se denomina

  rapidez angular (w)

  y se determina así.

  w=θ/t unidad rad/s

03. Movimiento circular uniforme (MCU)

VELOCIDAD ANGULAR ($\overrightarrow{\omega}$)

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$\omega = \frac{v}{r}$$

- Es una magnitud fisica vectorial que indica la rapidez y el sentido de giro con la cual el radio barre angulos centrales.

Tener en cuenta que un movimiento circunferencial uniforme (M.C.U),Es aquel movimiento donde la velocidad angular y la rapidez lineal son costantes.

^

-ω es la velocidad angular (rad/s).
-v es la velocidad lineal (m/s).
-r es el radio de la trayectoria circular (en metros).

Zemansky, M. W., & Dittman, R. H. (2017). Física universitaria con física moderna (13.ª ed.). Pearson Educación.

03. Movimiento circular uniforme (MCU)

Relación entre velocidad angular y desplazamiento angular

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

Sabemos que la velocidad angular ω es la tasa de cambio del desplazamiento angular θ con respecto al tiempo:

-ω es la velocidad angular (rad/s).
-dθ es el cambio en el ángulo (radianes).
-dt es el intervalo de tiempo (segundos).

- Dado que ω es constante en MCU, podemos integrar ambos lados para encontrar la expresión del ángulo en función del tiempo:

$$\int d\theta = \int \omega dt$$

$$\theta(t) = \omega t + \theta 0$$

Donde **θ0** es el ángulo inicial en **t=0**, Esto nos da el desplazamiento angular como función del tiempo.

Zemansky, M. W., & Dittman, R. H. (2017). Física universitaria con física moderna (13.ª ed.). Pearson Educación.

03. Movimiento circular uniforme (MCU)

Relación entre la velocidad tangencial y la velocidad angular

$$vt = \frac{d(r\theta)}{dt}$$

- **La velocidad tangencial (v)** de un objeto en movimiento circular uniforme está relacionada con la velocidad angular (ω) mediante el radio de la trayectoria circular (r):

  $v=\omega r$
- Esta relación puede entenderse recordando que la **longitud de arco que el objeto recorre en un tiempo t es proporcional al ángulo θ**
- La **velocidad tangencial** es la **tasa de cambio de la longitud de arco recorrida respecto al tiempo**:

  Como **r** es constante, y Sustituyendo tenemos;

  $vt = \omega r$

03. Movimiento circular uniforme (MCU)

Aceleración centrípeta

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

$$a_c = \omega^2 r$$

- La **aceleración centrípeta** es la que **dirige al objeto hacia el centro de la trayectoria circular**. Dado que en MCU la magnitud de la velocidad tangencial es constante, pero su dirección cambia continuamente, la aceleración centrípeta está relacionada con el cambio de dirección de la velocidad.

ac es la **aceleración centrípeta**.
vt es la **velocidad tangencial**
r es el **radio de la trayectoria circular.**

03. Movimiento circular uniforme (MCU)

EJEMPLO

- Un ventilador de techo gira con una velocidad angular constante de $\omega=2$ rad/s. Si en el momento inicial $t=0$, el ventilador tiene un desplazamiento angular inicial de $\theta 0=0.5$ rad ¿cuál será el desplazamiento angular del ventilador después de 10 segundos?

03. Movimiento circular uniforme (MCU)

Solucion

Relacion basica

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\int d\theta = \int \omega \, dt$$

$$\theta(t) = \omega t + C$$

cuando $t=0$ $\theta_0 = 0{,}5$ rad

$$\theta(0) = \omega(0) + C = 0{,}5 \text{ r}$$

$$C = 0{,}5 \text{ rad}$$

formula para $\theta(t)$

$$\theta(t) = 2t + 0{,}5$$

Calculo del desplazamiento despues de 10 s.

$$\theta(10) = 2(10) + 0{,}5 = \underline{20{,}5 \text{ ra}}$$

04. Movimiento circular uniformemente variado (MCUV)

El MCUV describe el movimiento de una partícula que sigue una trayectoria circular y cuya velocidad angular cambia uniformemente con el tiempo. Esto significa que el objeto experimenta una aceleración angular constante.

Principales Magnitudes del MCUV

1. Velocidad Angular Inicial (ωo): Es la velocidad angular al inicio del movimiento.
2. Velocidad Angular Final (ωf): Es la velocidad angular en un instante de tiempo determinado.
3. Aceleración Angular (α): Es la aceleración constante que indica el cambio de la velocidad angular con el tiempo.
4. Desplazamiento Angular (θ): Es el ángulo barrido por el objeto en su trayectoria circular.

$$\omega_f = \omega_0 + \alpha t$$

$$\omega_f^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$\theta = \left(\frac{\omega_f + \omega_0}{2}\right)t$$

(Rixuya, 2023)

04. Movimiento circular uniformemente variado (MCUV)

Demostración de la formula de desplazamiento angular:

- $\alpha = \dfrac{d\omega}{dt} \implies d\omega = \alpha\, dt \implies \int d\omega = \int \alpha\, dt$

  $\omega = \alpha t \ + C \implies \omega = \omega_0 + \alpha t$

- $\omega = \dfrac{d\theta}{dt} \implies \dfrac{d\theta}{dt} = \omega_0 + \alpha t \implies d\theta = (\omega_0 + \alpha t)dt$

  $\int d\theta = \int (\omega_0 + \alpha t)dt \implies \theta = \int \omega_0 dt + \int \alpha t\, dt \implies \theta = \omega_0 t + \dfrac{1}{2}\alpha t^2$

05. Aplicaciones practicas

Ejemplos reales de aplicaciones de dichos movimientos:

- **Movimiento de proyectiles en deportes.**

Ejemplo: Un balón de fútbol al ser pateado describe una trayectoria parabólica bajo aceleración gravitacional. Aqui se estudia el movimiento en el eje vertical (sensible a la gravedad).

- **MCU en vehículos "bajo curva".**

Ejemplo: El recorrido de un coche que entra en curva a velocidad constante en una pista de carreras se describe en términos de movimiento circular uniforme. La fuerza que mantiene el vehículo en tal trayectoria sería la fuerza centrípeta, que actúa hacia el centro de la curva.

- **MCUV en objetos que giran con aceleración.**

Ejemplo: El disco de una consola de videojuegos que empieza a girar cada vez más rápido describe un MCUV. La aceleración angular del disco hace que cambie la velocidad rotatoria del mismo hasta llegar al valor deseado.

06. Comparativa

Características	Movimiento Circular Uniforme (MCU)	Movimiento Circular Uniformemente Variado (MCUV)
Trayectoria	Circunferencia	Circunferencia
Fuerzas Involucradas	Fuerza centrípeta	Fuerza centrípeta y tangencial
Constantes	Velocidad angular	Aceleración angular
Variables	Tiempo, posición angular	Velocidad angular, posición angular
Velocidad	Constante	Variable
Aceleración	Nula	Constante
Aplicaciones Típicas	Vehículos girando en curvas	Objetos que rotan con aceleración como discos duros

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2014)

07. Conclusiones

Diferencias y Similitudes

- **Diferencias:** Todos los movimientos presentarán diferencias en su trayectoria, y en cuanto a las fuerzas que en ellos intervienen. Mientras que en el MCU no existe aceleración en su trayectoria, en el MCUV sí existen una aceleración constante, ya sea lineal o angular.

- **Similitudes:** Todos los movimientos se rigen por unas leyes físicas bien definidas y se pueden expresar mediante unas ecuaciones específicas que relacionan la posición con la velocidad y el tiempo.

Importancia en la Física y Aplicaciones Tecnológicas

Los movimientos circulares constituyen ideas fundamentales para la descripción del comportamiento de los objetos en muchas de las situaciones del mundo real. En el transporte, en la tecnología de los dispositivos, etc., las leyes de los movimientos van a permitir realizar diseños y optimizaciones en los muchos sistemas que nos rodean en el día a día.

08. Referencias bibliograficas

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). Fundamentos de física(10a ed.). Wiley.

Rixuya. (2023). MCUV. https://rixuya.github.io/cinematica/MCUV.html

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). Física para ciencias e ingenierías con física moderna(9a ed.). Cengage Learning.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para ciencias e ingeniería: Volumen 1 (7ª ed.). Cengage Learning Editores.

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2014). Física para la ciencia y la tecnología(6a ed.)

Young, H. D., Freedman, R. A., Sears, F. W., & Zemansky, M. W. (2013). Física universitaria. Volumen 1 (13ª ed.). Pearson Educación.

GRACIAS