

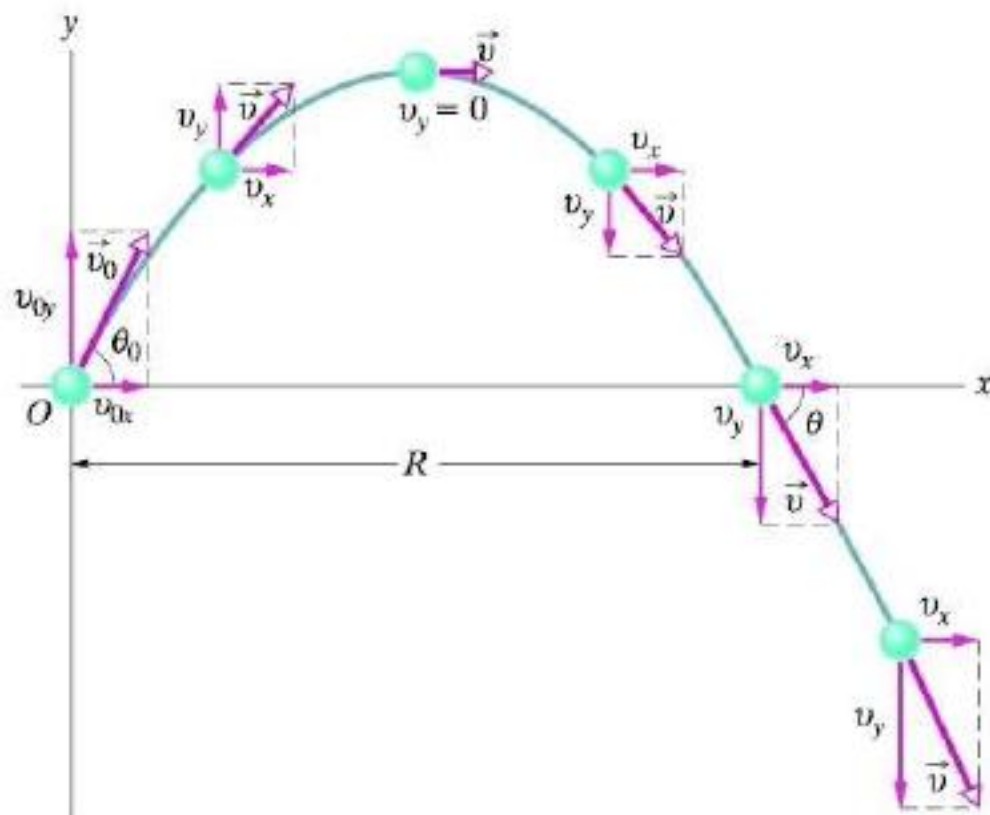
- 4 -

# Podstawy Fizyki

## dla Informatyki

Stanisław Drożdż  
Instytut Informatyki PK

# Rzut ukośny



- **Rzut ukośny** jest ruchem w dwóch wymiarach z pionowym przyspieszeniem (na Ziemi równym  $\vec{g}$ ) i z prędkością początkową  $\vec{v}_0$ .
- Ruch w poziomie jest ruchem **bez przyspieszenia**.

# Analiza rzutu ukośnego

- **Ruch w poziomie** jest ruchem jednostajnym (pomijamy opór powietrza):

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta_0 ,$$

$$x - x_0 = v_{0x} t .$$

- **Ruch w pionie** jest ruchem przyspieszonym:

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \theta_0 - gt ,$$

$$y - y_0 = v_{0y} t - \frac{1}{2}gt^2 .$$

- **Zasięg poziomy** rzutu

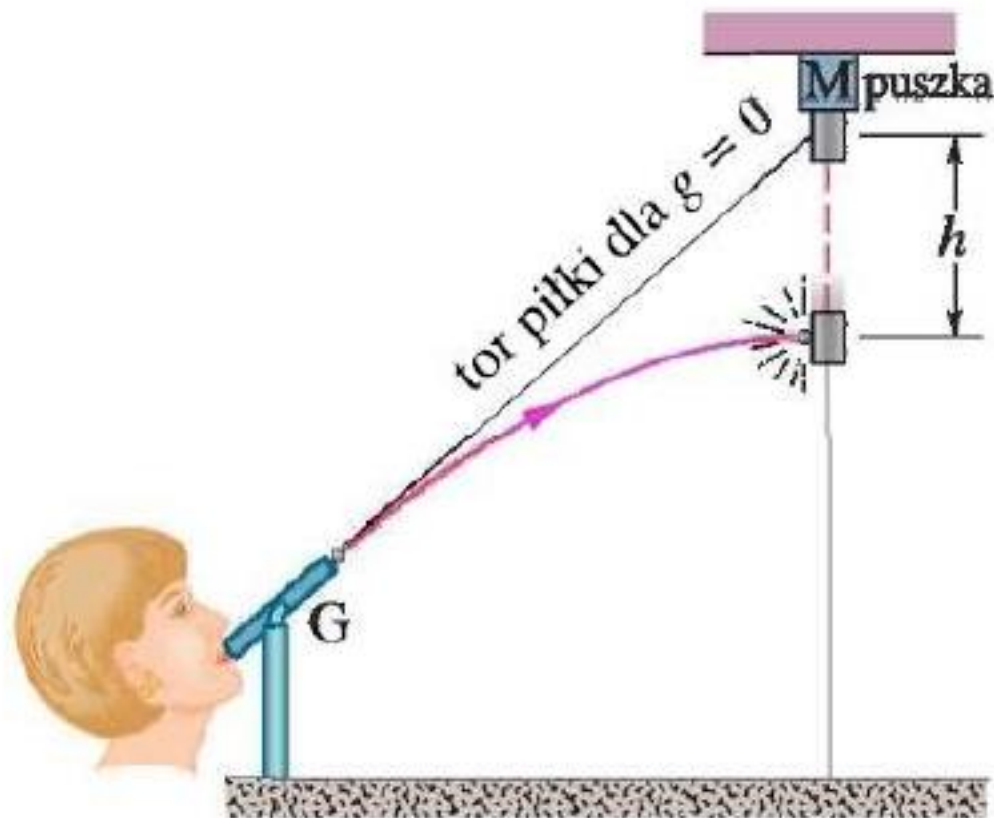
$$R = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta_0)$$

- **Równanie toru** jest funkcją  $y = y(x)$ .

Po eliminacji zmiennej  $t$  otrzymujemy ( $x_0 = 0$ ,  $y_0 = 0$ ):

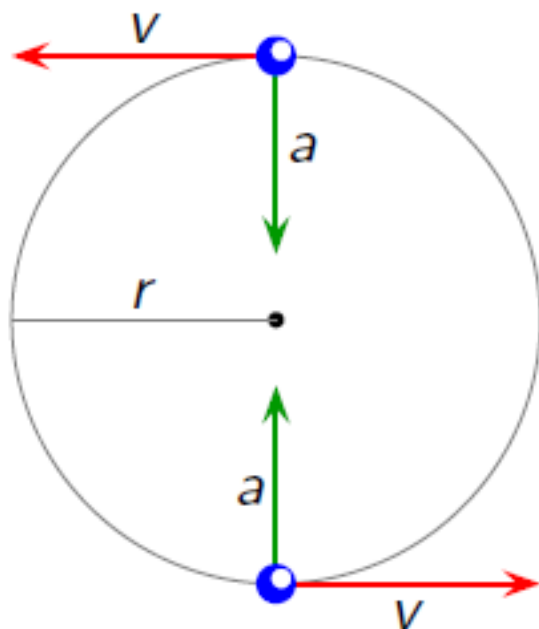
$$y = (\operatorname{tg} \theta_0) x - \frac{gx^2}{2(v_0 \cos \theta_0)^2}$$

# Strzał do spadającego przedmiotu



Pocisk trafia spadający przedmiot ponieważ oba obiekty poruszają się w pionie z tym samym przyspieszeniem.

# Ruch jednostajny po okręgu



- Ruch po okręgu (łuku) o stałym promieniu  $r$  i stałej wartości prędkości  $v$ .
- Kierunek prędkości jest zmienny, zatem  $\Delta \vec{v} \neq 0$  i przyspieszenie  $\vec{a} \neq 0$
- Przyspieszenie jest skierowane do środka.

Wartość przyspieszenia dośrodkowego:

$$a = v^2 / r$$

- Okres ruchu:  
$$T = 2\pi r / v$$

## Ruch względny

Ruch względny

## Prawa dynamiki Newtona

Teorie ruchu ciał

I zasada dynamiki Newtona

II zasada dynamiki Newtona

Przykłady ważnych sił

III zasada dynamiki Newtona

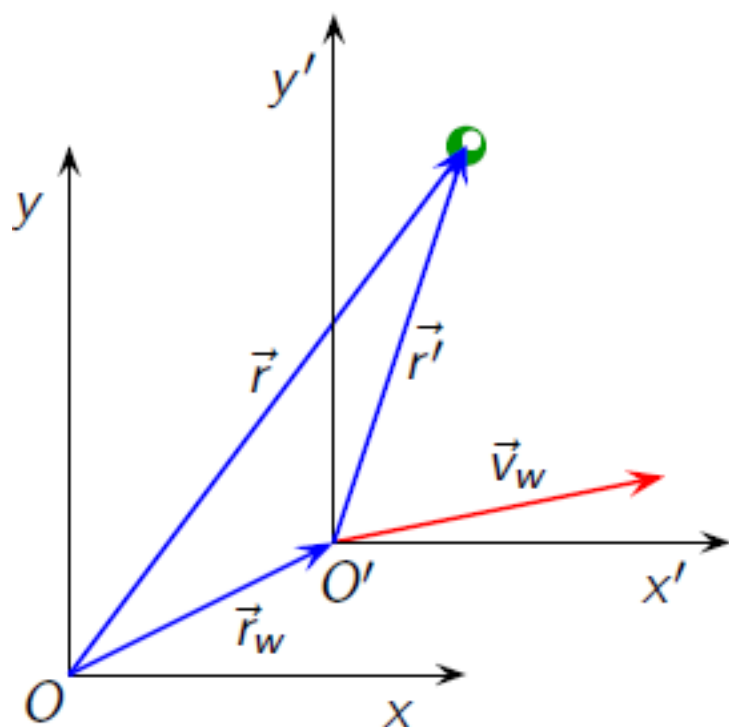
## Stosowanie zasad dynamiki Newtona

Ruch ciał połączonych liną

Równia pochyła

Klocek na linach

# Ruch względny w kilku wymiarach



Położenie cząstki w **układach odniesienia**  $xy$  i  $x'y'$

- Układ  $x'y'$  porusza się ze **stałą** prędkością  $\vec{v}_w$  względem układu  $xy$ .
- Wektory położenia cząstki spełniają związek:

$$\vec{r} = \vec{r}_w + \vec{r}'$$

- Obliczanie pochodnej:

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}_w}{dt} + \frac{d\vec{r}'}{dt}$$

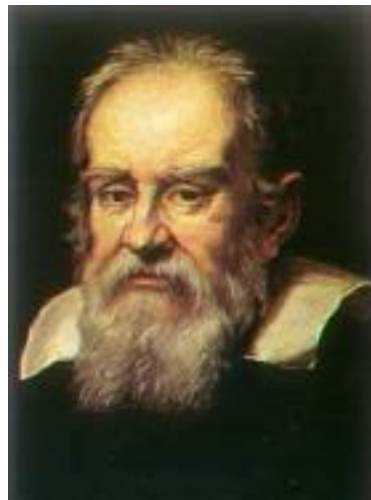
**Zależności prędkości i przyspieszeń:**

$$\vec{v} = \vec{v}_w + \vec{v}'$$

$$\vec{a} = \vec{a}'$$

# Przyczyny ruchu

- Przez tysiąclecia uważano, że **ruch** ciał musi być spowodowany **stale** działającą siłą.
- Galileusz dowiódł, że ta hipoteza jest fałszywa — jeśli na poruszające się ciało **nie** działają siły to jego ruch **trwa bez końca**.



Galileusz — portret J. Sustermansa, Palazzo Pitti (Florencja)



# Teoria Newtona

- Prawa opisujące związek ruchu z siłami zostały sformułowane przez Izaaka Newtona. Teoria Newtona nosi nazwę **mechaniki klasycznej**.
- Mechanika klasyczna opisuje świat ciał **makroskopowych** poruszających się **znacznie wolniej** od prędkości światła.



I. Newton

# Współczesne teorie

- Ruch w świecie **mikroskopowym** (cząstki, atomy) opisuje **mechanika kwantowa**.

E. Schroedinger



- Ciała poruszające się z **wielkimi** prędkościami opisuje **teoria względności** Einsteina.



A. Einstein

# I zasada dynamiki Newtona

- Siła  $\vec{F}$  jest wielkością wektorową, która jest przyczyną przyspieszania ciała.
- Jeśli na ciało działa kilka sił to ich suma wektorowa nosi nazwę siły wypadkowej  $\vec{F}_{\text{wyp}}$ .
- Właściwość dodawania sił — zasada superpozycji.

## I zasada dynamiki Newtona:

Jeśli wypadkowa sił działających na ciało jest równa zero ( $\vec{F}_{\text{wyp}} = 0$ ), to nie zmienia się jego prędkość.

# Inercjalne układy odniesienia

## Definicja

**Inercjalny układ odniesienia** jest to układ, w którym spełnione są zasady dynamiki Newtona.

- Układy odniesienia poruszające się z przyspieszeniem są **układami nieinercjalnymi**.
- Stosowanie praw Newtona w tych układach wymaga wprowadzenia **sił pozornych** (siła bezwładności, siła odśrodkowa).
- Pewne układy można uważać za inercjalne tylko **w przybliżeniu** (np. Ziemia, dla ruchów na odległościach bardzo małych w porównaniu z promieniem Ziemi).

## II zasada dynamiki Newtona

### II zasada dynamiki Newtona:

Siła wypadkowa działająca na ciało jest równa iloczynowi masy tego ciała i jego przyspieszenia:

$$\vec{F}_{\text{wyp}} = m\vec{a}$$

- Równania dla **składowych**:

$$F_{\text{wyp},x} = ma_x, \quad F_{\text{wyp},y} = ma_y, \quad F_{\text{wyp},z} = ma_z.$$

- Jednostka siły:

**SI:**  $N = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$

**cgs:**  $\text{dyna} = \text{g} \cdot \text{cm} / \text{s}^2$