KINEMATYKA

(punkt materialny)

MECHANIKA

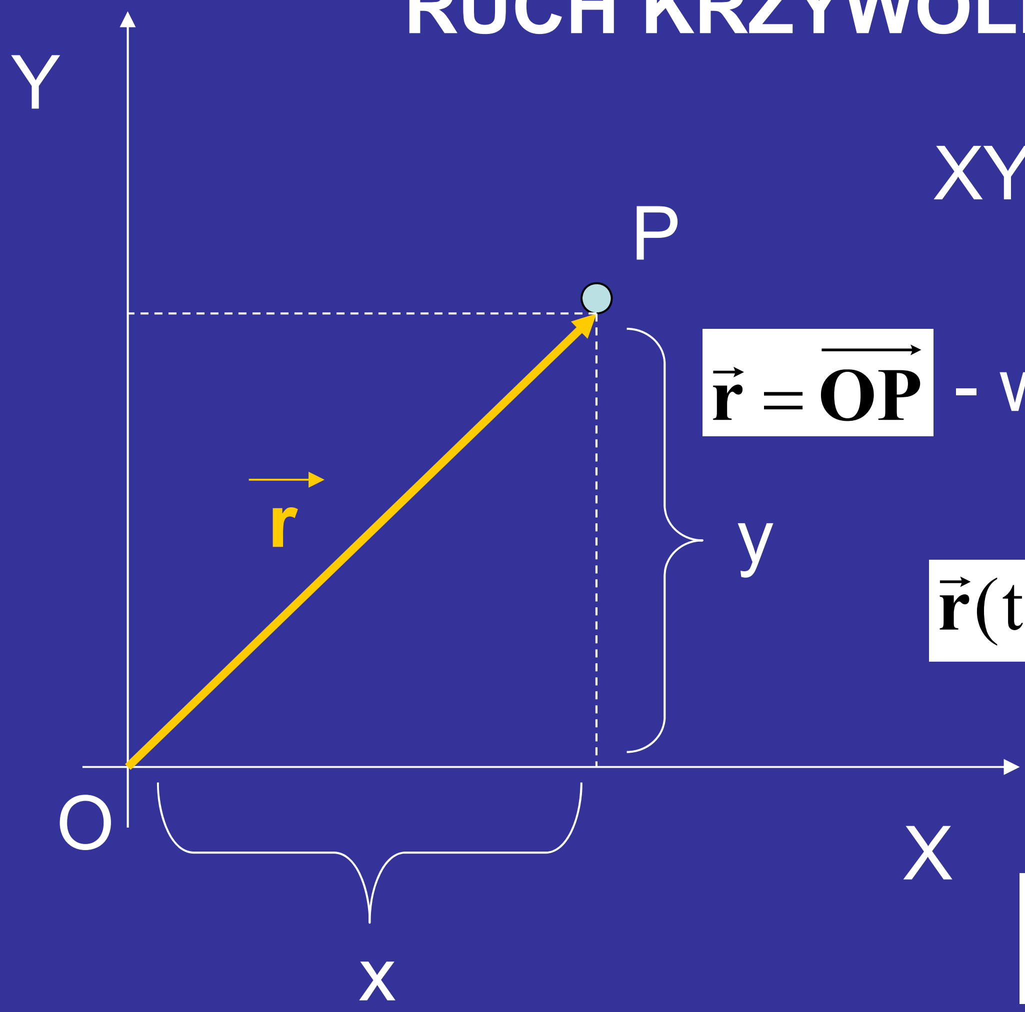
KINEMATYKA

Opis ruchu

DYNAMIKA

Przyczyny ruchu

RUCH KRZYWOLINIOWY



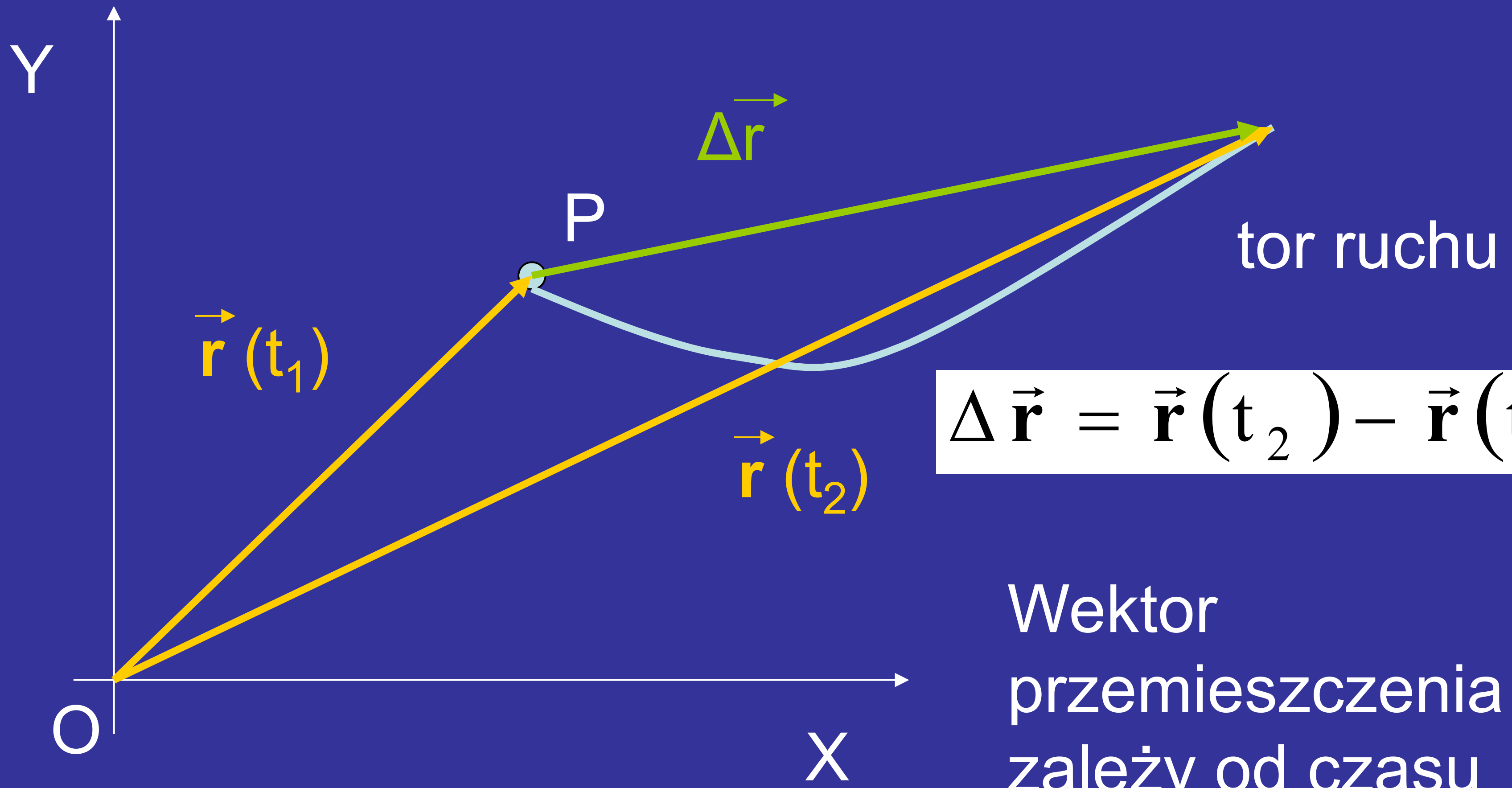
XY - Układ odniesienia

$\vec{r} = \overrightarrow{OP}$ - wektor położenia

$\vec{r}(t)$ – wektor położenia zależy od czasu

$$\vec{r} = x\,\hat{\mathbf{i}} + y\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}}$$

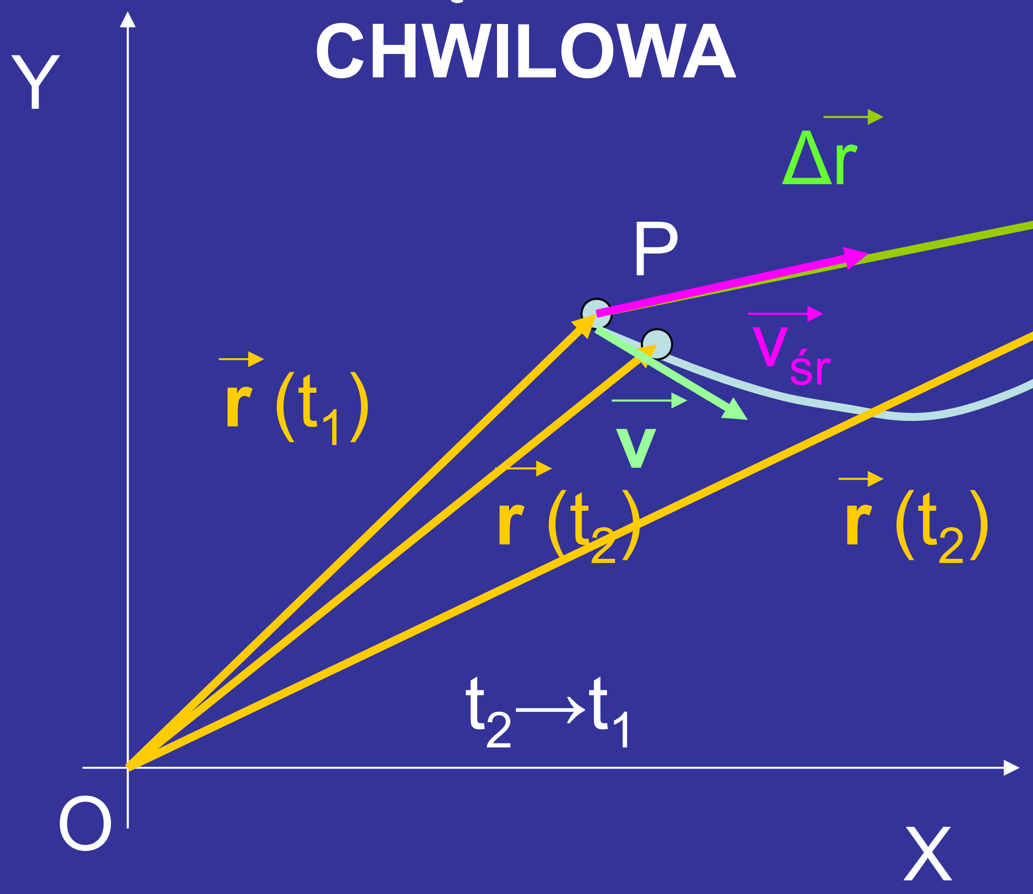
PRZEMIESZCZENIE



$$\Delta\vec{\mathbf{r}} = \vec{\mathbf{r}}\left(t_2\right) - \vec{\mathbf{r}}\left(t_1\right)$$

Wektor przemieszczenia zależy od czasu

PRĘDKOŚĆ ŚREDNIA A PRĘDKOŚĆ CHWILOWA



$$\vec{\mathbf{v}} = \frac{d\vec{\mathbf{r}}}{dt}$$

Wektor prędkości chwilowej

$$\vec{\mathbf{v}}_{śr} = \frac{\Delta\vec{\mathbf{r}}}{\Delta t} = \frac{\vec{\mathbf{r}}(t_2) - \vec{\mathbf{r}}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

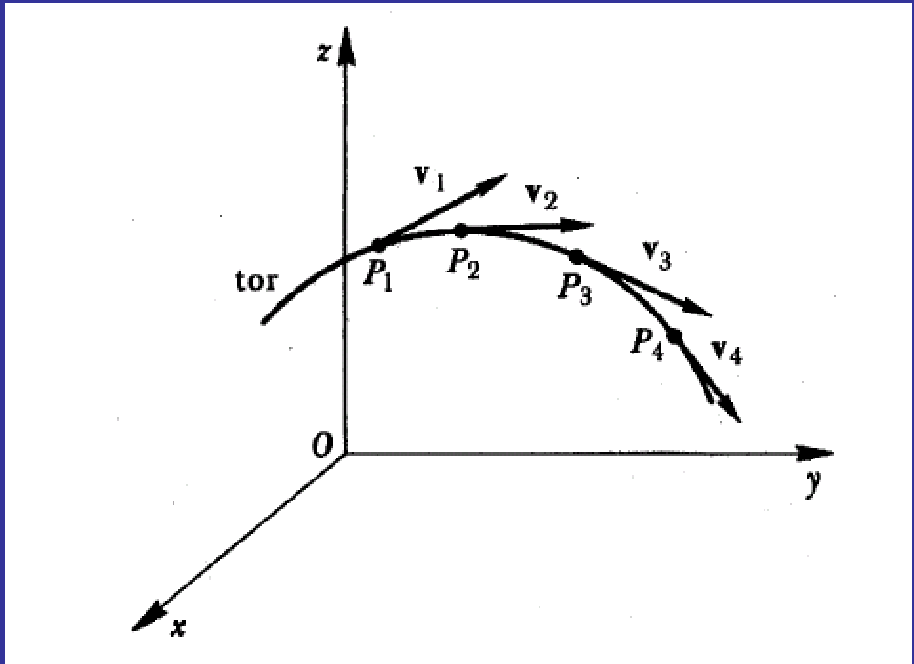
Wektor prędkości średniej

PRĘDKOŚĆ CHWILOWA JAKO GRANICA PRĘDKOŚCI ŚREDNIEJ

$$\vec{\mathbf{v}}_{\text{śr}} = \frac{\Delta\vec{\mathbf{r}}}{\Delta t} = \frac{\vec{\mathbf{r}}(t_2) - \vec{\mathbf{r}}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

$$\vec{\mathbf{v}} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{\mathbf{r}}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\mathbf{r}}}{dt}$$

$$\vec{\mathbf{v}} = \lim_{\Delta t \to 0} \vec{\mathbf{v}}_{sr}$$



Wektor prędkości chwilowej jest zawsze styczny do toru!

$$\vec{\mathbf{v}} = \frac{d\vec{\mathbf{r}}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\,\hat{\mathbf{i}} + y\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}}) = \frac{dx}{dt}\hat{\mathbf{i}} + \frac{dy}{dt}\hat{\mathbf{j}} + \frac{dz}{dt}\hat{\mathbf{k}}$$

$$\vec{\mathbf{v}} = v_x\,\hat{\mathbf{i}} + v_y\,\hat{\mathbf{j}} + v_z\,\hat{\mathbf{k}}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$
$$v_y = \frac{dy}{dt}$$
$$v_z = \frac{dz}{dt}$$

PRZYSPIESZENIE

$$\vec{\mathbf{a}} = \frac{d\vec{\mathbf{v}}}{dt}$$

Przyspieszenie jest związane ze zmianą wektora prędkości

$$\vec{\mathbf{a}} = \frac{d\vec{\mathbf{v}}}{dt} = \frac{d}{dt}(v_x \hat{\mathbf{i}} + v_y \hat{\mathbf{j}} + v_z \hat{\mathbf{k}}) = \frac{dv_x}{dt}\hat{\mathbf{i}} + \frac{dv_y}{dt}\hat{\mathbf{j}} + \frac{dv_z}{dt}\hat{\mathbf{k}}$$

$$\vec{\mathbf{a}} = a_x \hat{\mathbf{i}} + a_y \hat{\mathbf{j}} + a_z \hat{\mathbf{k}}$$

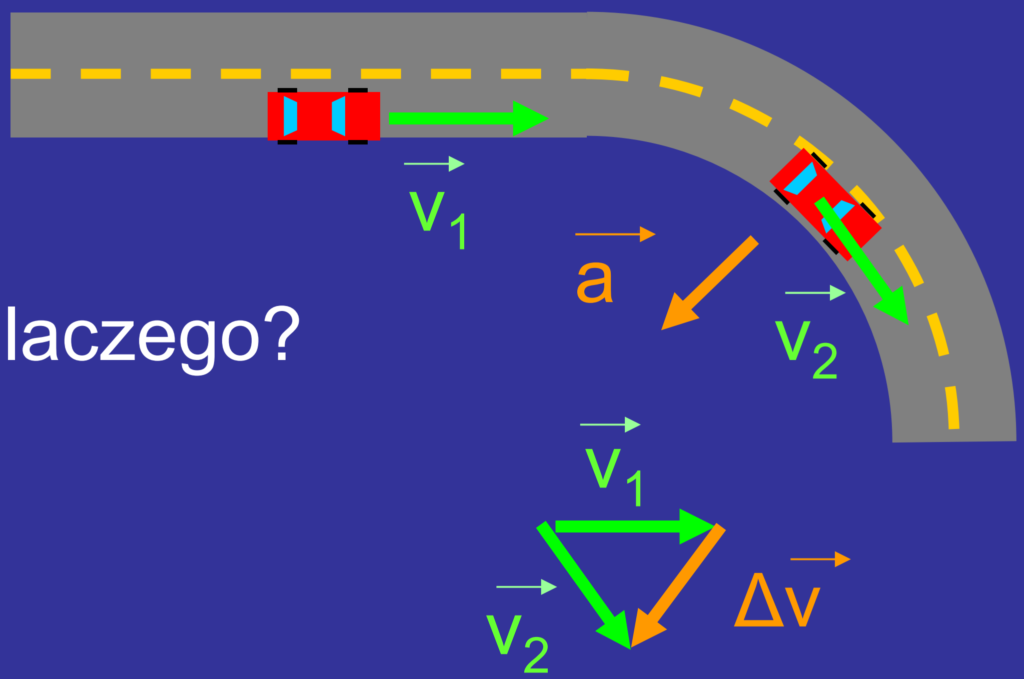
$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt}$$

$$a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

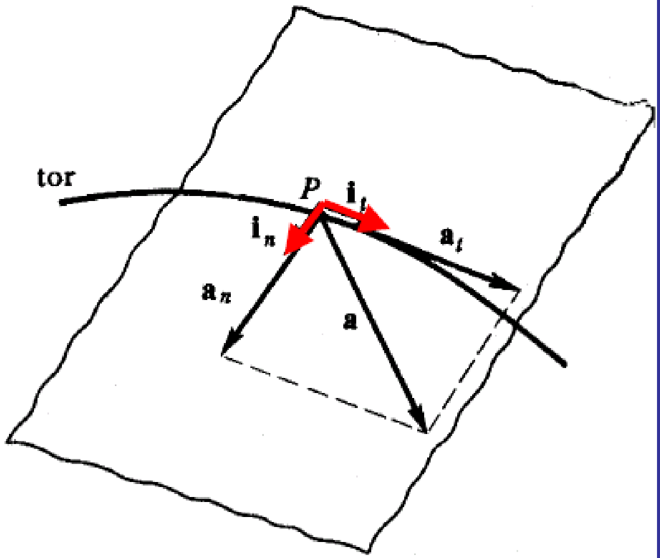
W ruchu krzywoliniowym <u>zawsze</u> występuje przyspieszenie

Dlaczego?



PRZYSPIESZENIE NORMALNE I STYCZNE

$$\vec{\mathbf{v}} = \mathrm{v}\,\hat{\mathbf{i}}_t$$

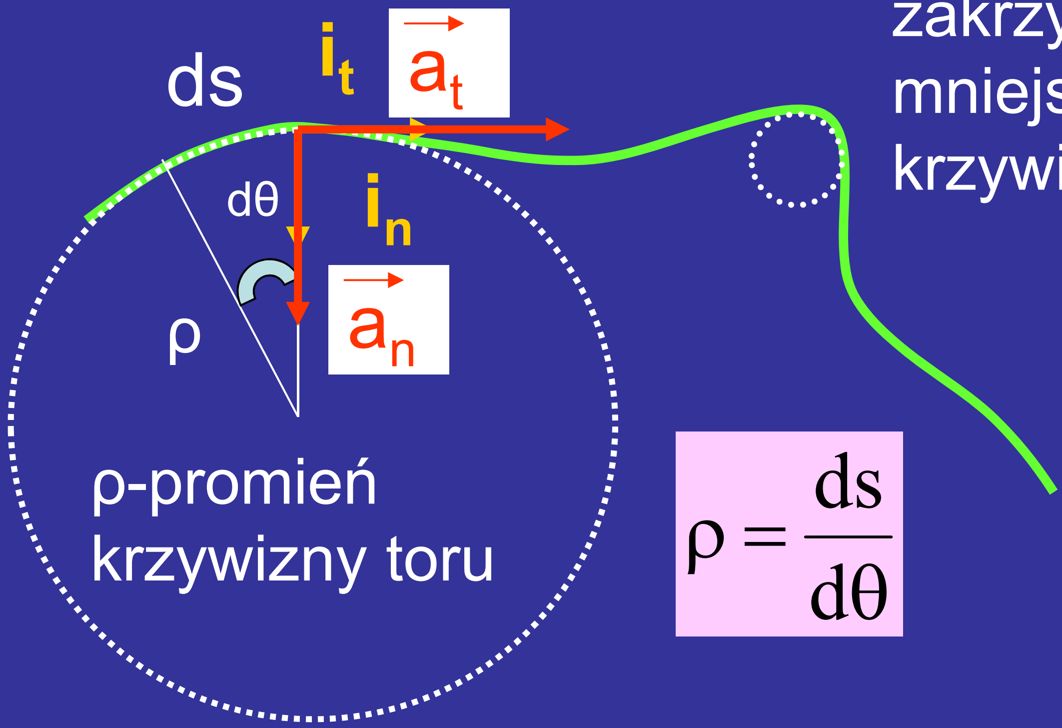


$$\vec{\mathbf{a}} = \frac{d\vec{\mathbf{v}}}{dt} = \frac{d}{dt}(\mathrm{v}\,\hat{\mathbf{i}}_t) = \frac{d\mathrm{v}}{dt}\hat{\mathbf{i}}_t + \frac{d\hat{\mathbf{i}}_t}{dt}\mathrm{v} = \vec{\mathbf{a}}_t + \vec{\mathbf{a}}_n$$

przyspieszenie styczne

normalne

RUCH KRZYWOLINIOWY – PROMIEŃ KRZYWIZNY



Tor bardziej zakrzywiony – mniejszy promień krzywizny

$$\rho = \frac{ds}{d\theta}$$

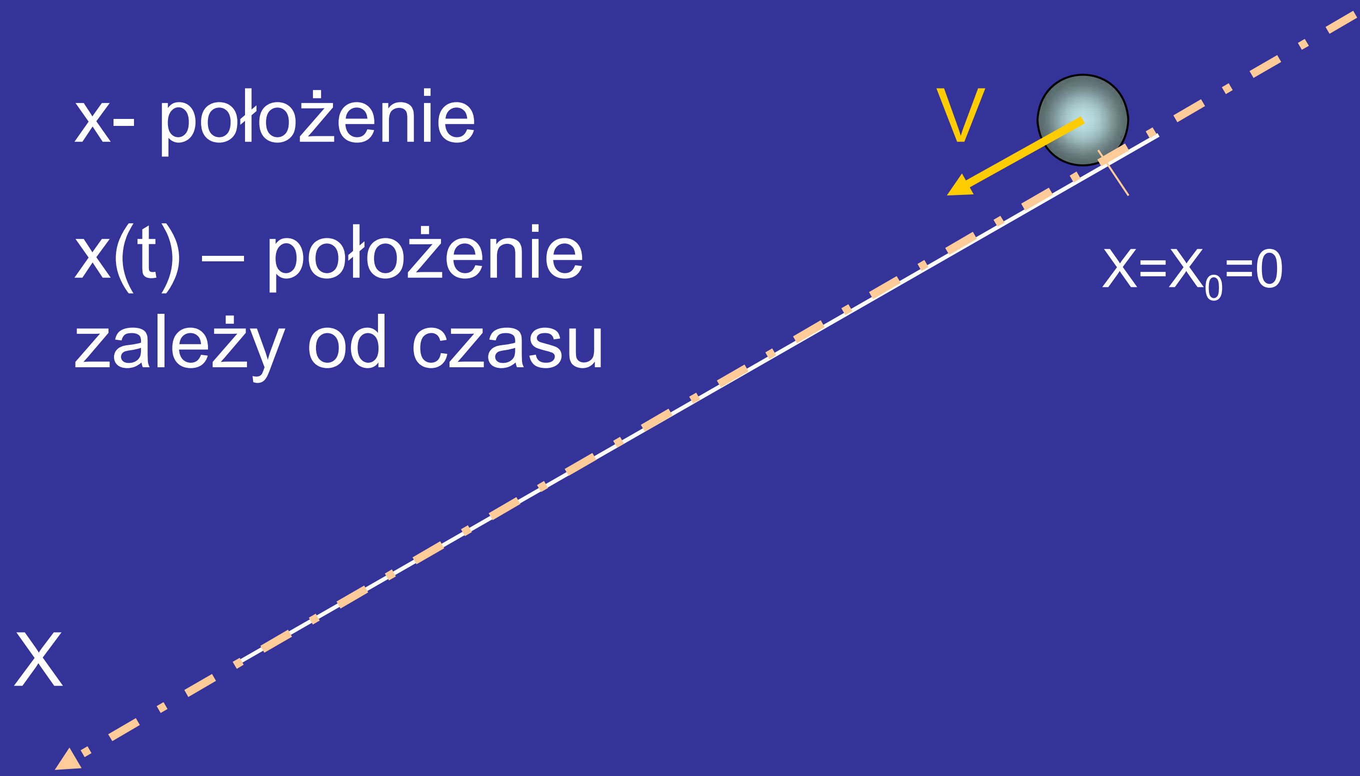
$$\vec{\mathbf{a}}_n = \frac{d\hat{\mathbf{i}}_t}{dt} v$$

$$\vec{\mathbf{a}}_n = \frac{v^2}{\rho} \hat{\mathbf{i}}_n$$

Przypadek szczególny- ruch prostoliniowy

x- położenie

x(t) – położenie zależy od czasu



Przemieszczenie: $\Delta x = x_2 - x_1$

Przemieszczenie może być dodatnie lub ujemne. Znak zależy od zgodności z osią OX.

Prędkość chwilowa i średnia w ruchu prostoliniowym

$$v = \lim_{t_2 \to t_1} \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} v_{śr}$$

To jest definicja pochodnej funkcji czyli:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

Zmiana położenia w nieskończenie krótkim przedziale czasu

ANALITYCZNE WYZNACZANIE v(t) i a(t)

PRZYKŁAD 3-1

Położenie cząstki dane jest wzorem $x(t)=4-27t+t^3$

Znaleźć v(t) i a(t).

ROZWIĄZANIE

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\left(4 - 27t + t^3\right)$$

$$v = -27 + 3t^2$$

Jednostki:

4 m

27 m/s

3 m/s^3

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}\left(-27 + 3t^2\right)$$

$$a = 6t$$

$[a] = 1\ m/s^2$ czyli

$6\ m/s^3$

DWA PODEJŚCIA DO RÓWNAŃ RUCHU

Dane jest x(t)

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$x = \int v\,dt$$

$$v = \int a\,dt$$

Dane jest a(t)

TE PODEJŚCIA NIE SĄ CAŁKOWICIE RÓWNOWAŻNE

CAŁKUJĄC MUSIMY ZNAĆ WARUNKI POCZĄTKOWE

PRZYKŁAD 3-2

Zakładając, że a=const. oraz warunki początkowe: $v(t=0)=v_0$ $x(t=0)=x_0$ wyprowadzić równania ruchu v(t) oraz x(t).

Rozwiązanie

$$v = \int a\,dt = a\int dt = at + C$$

bo a jest stałe　　stała całkowania

Aby określić C, korzystamy z warunku początkowego:

$$v(0) = v_0$$

Podstawiamy t=0:

$$v(0) = a \cdot 0 + C = C$$

$$C = v_0$$

$$v = at + v_0$$

$$x = \int v\,dt = \int (at + v_0)dt = \int at\,dt + \int v_0 dt$$

$$\int at\,dt = \frac{1}{2}at^2 + C_1$$

$$\int v_0 dt = v_0 t + C_2$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + C$$

Korzystamy z drugiego warunku początkowego: $x(0) = x_0$

Podstawiamy t=0:

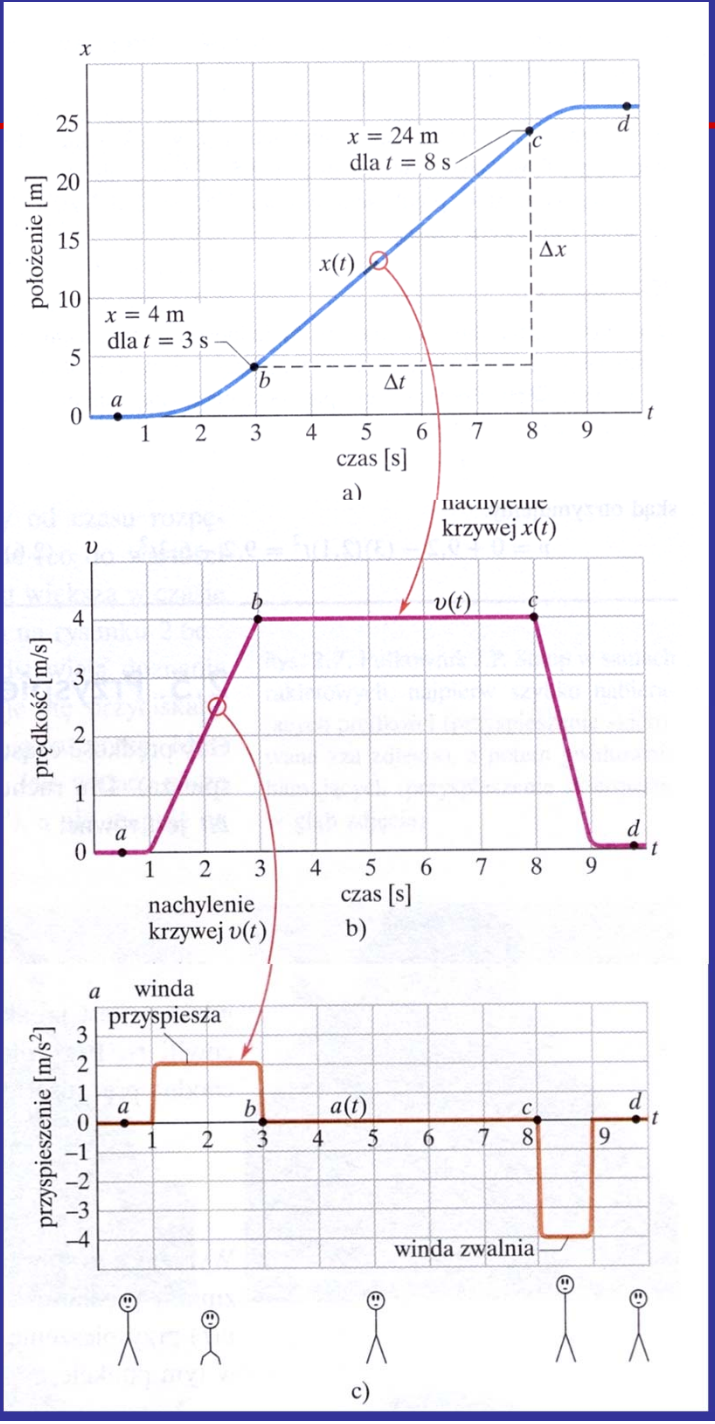
$$x(0) = \frac{1}{2}a \cdot 0^2 + v_0 \cdot 0 + C$$

Otrzymujemy: $C = x_0$

Zatem $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

GRAFICZNE WYZNACZANIE

v(t) i a(t)



Rys. 2.6. Przykład 2.2. a) Wykres $x(t)$ dla windy, wznoszącej się wzdłuż osi x. b) Wykres $v(t)$ dla tej windy. Jest to wykres pochodnej funkcji $x(t)$ (gdyż $v = \mathrm{d}x/\mathrm{d}t$). c) Wykres $a(t)$ dla tej windy. Jest to wykres pochodnej funkcji $v(t)$ (gdyż $a = \mathrm{d}v/\mathrm{d}t$). Figurki z patyczków, narysowane pod wykresem pokazują, jak przyspieszenie działa na ciało pasażera

HRW,1

Nasze ciało reaguje na przyspieszenie czyli na zmianę prędkości.

Przykłady:

W czasie jazdy kolejką w Wesołym Miasteczku można doznawać chwilowo nawet przyspieszenia 3g, czyli $3 \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 29\ m/s^2$.

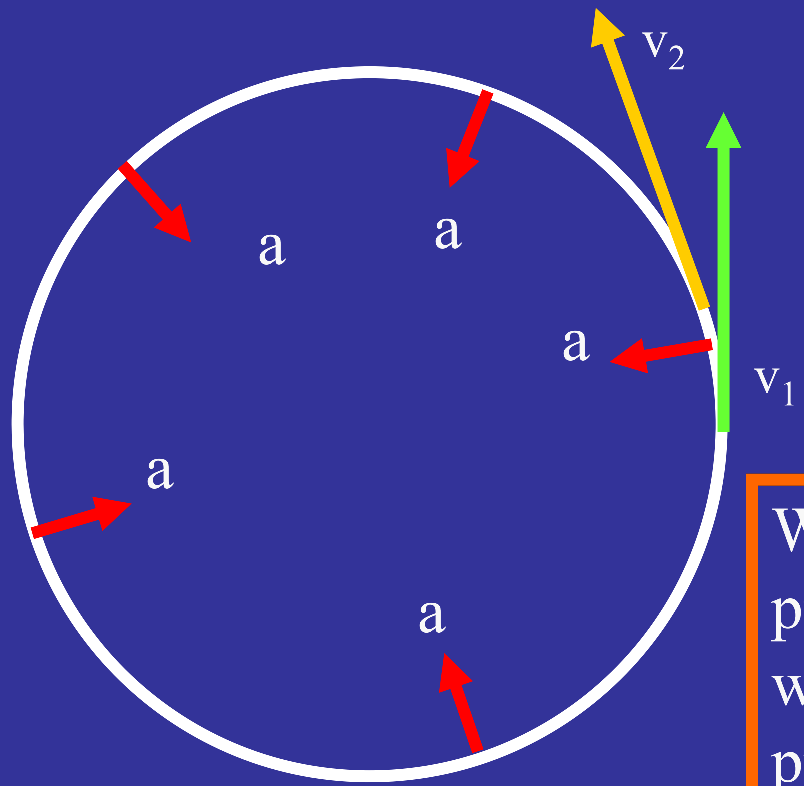
W samochodzie jadącym z prędkością 90 km/h, czy w samolocie lecącym z prędkością 900 km/h, nasze ciało nie ma poczucia ruchu.

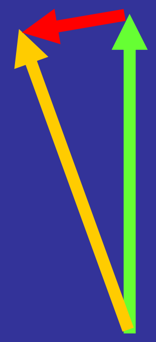
RUCH KRZYWOLINIOWY - PRZYKŁADY

- Ruch po okręgu
- Rzut ukośny

RUCH JEDNOSTAJNY PO OKRĘGU

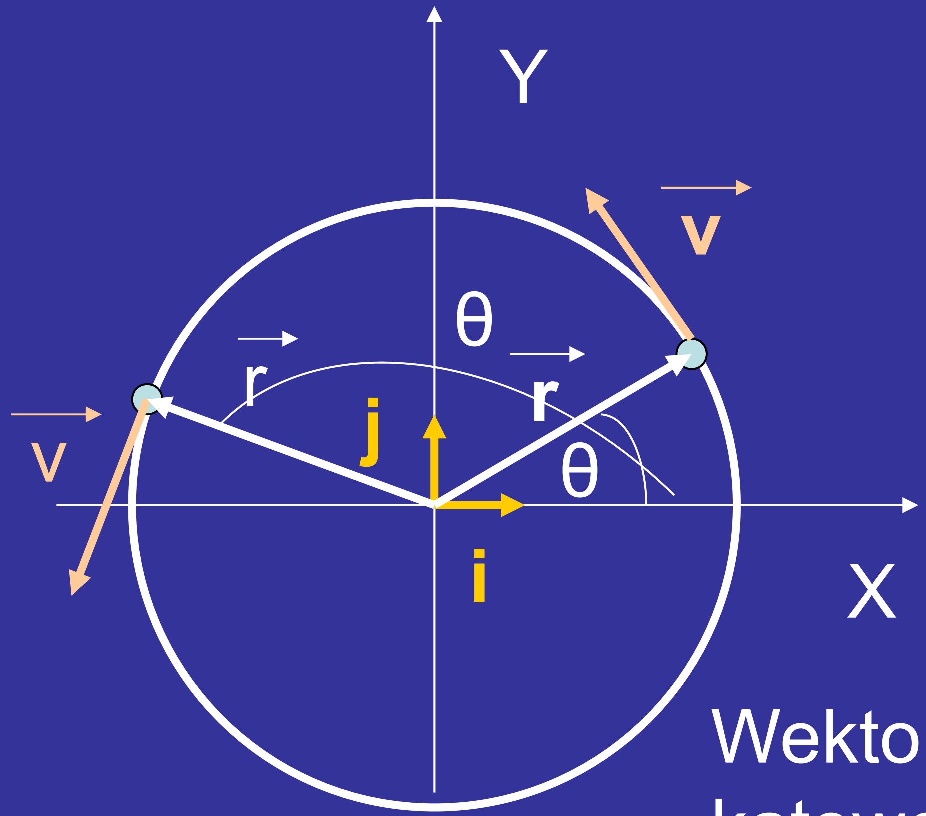
$$\vec{a} = \overrightarrow{\Delta v}/\Delta t$$





W ruchu jednostajnym po okręgu prędkość jest stała co do wartości, ale mimo to występuje przyspieszenie!!! Jak to możliwe???

RUCH PO OKRĘGU WE WSPÓŁRZĘDNYCH KARTEZJAŃKICH



$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$\cos\theta = \frac{x}{r} \quad \sin\theta = \frac{y}{r}$$

$$\vec{r} = r\cos\theta\,\hat{i} + r\sin\theta\,\hat{j}$$

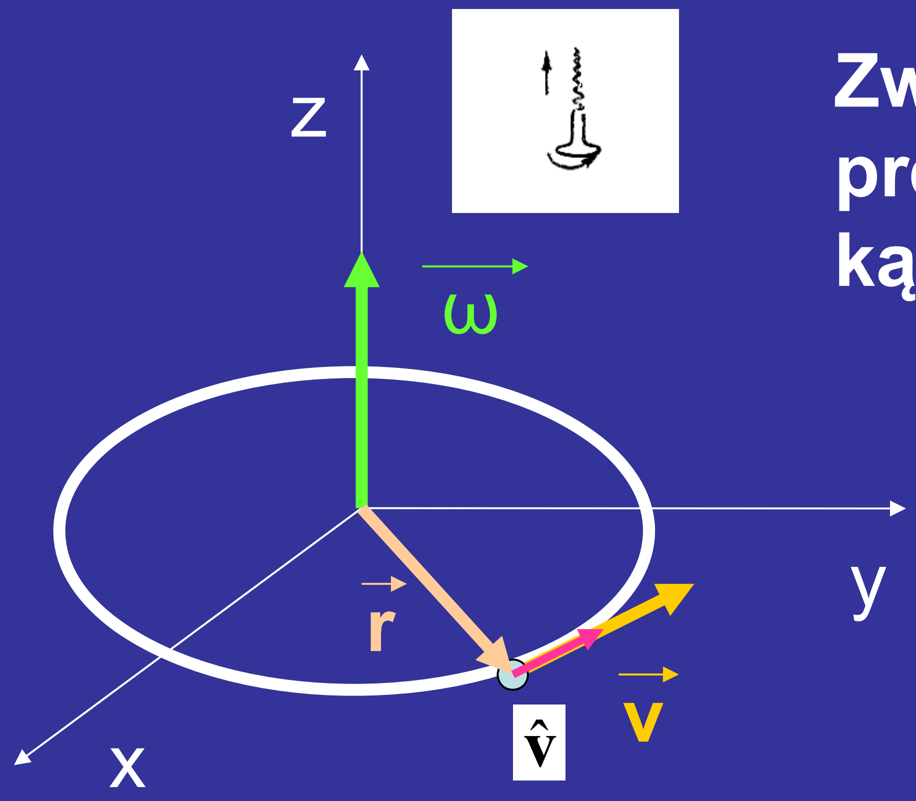
Kąt θ zależy od czasu

Wektor prędkości kątowej $\vec{\omega}$

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

Związek pomiędzy prędkością liniową i kątową

$$\vec{\mathbf{v}} = \vec{\boldsymbol{\omega}} \times \vec{\mathbf{r}}$$



W ruchu jednostajnym po okręgu wektor prędkości kątowej jest stały

$$\vec{\omega} = \text{const}$$

Z $\omega = \dfrac{d\theta}{dt}$ otrzymujemy $\theta = \omega t$

Znajdujemy wektor prędkości liniowej:

$$\vec{\mathbf{v}} = \frac{d}{dt}\vec{\mathbf{r}} = \frac{d}{dt}(x\hat{\mathbf{i}} + y\hat{\mathbf{j}}) = \frac{d}{dt}\left(r\cos\theta\hat{\mathbf{i}} + r\sin\theta\hat{\mathbf{j}}\right)$$

Ale: r nie zależy od czasu bo torem jest okrąg

$$\frac{dr}{dt} = 0$$

Wersory układu kartezjańskiego również pozostają stałe w czasie

$$\frac{d\hat{\mathbf{i}}}{dt} = \frac{d\hat{\mathbf{j}}}{dt} = 0$$

$$\vec{\mathbf{v}} = \frac{d}{dt}\left(r\cos\theta\hat{\mathbf{i}} + r\sin\theta\hat{\mathbf{j}}\right) = r\left(\hat{\mathbf{i}}\frac{d}{dt}(\cos\theta) + \hat{\mathbf{j}}\frac{d}{dt}(\sin\theta)\right)$$

$$\frac{d}{dt}(\cos\theta) = -\frac{d\theta}{dt}\sin\theta = -\omega\sin\theta$$

pochodna funkcji złożonej

$$\frac{d}{dt}(\sin\theta) = \frac{d\theta}{dt}\cos\theta = \omega\cos\theta$$

$$\vec{\mathbf{v}} = r\omega\left(-\sin\theta\hat{\mathbf{i}} + \cos\theta\hat{\mathbf{j}}\right) = v\hat{\mathbf{v}} \Rightarrow \quad r\omega = v$$

wektor jednostkowy w kierunku prędkości

ZADANIE DOMOWE 3.1

Pokazać, że wektor prędkości liniowej

$$\vec{\mathbf{v}} = r\omega\left(-\sin\theta\,\hat{\mathbf{i}} + \cos\theta\,\hat{\mathbf{j}}\right)$$

w ruchu po okręgu jest zawsze prostopadły do wektora położenia

$$\vec{\mathbf{r}} = r\cos\theta\,\hat{\mathbf{i}} + r\sin\theta\,\hat{\mathbf{j}}$$

Uwaga: Nie jest to prawdą dla innych krzywych np. dla ruchu po torze eliptycznym!

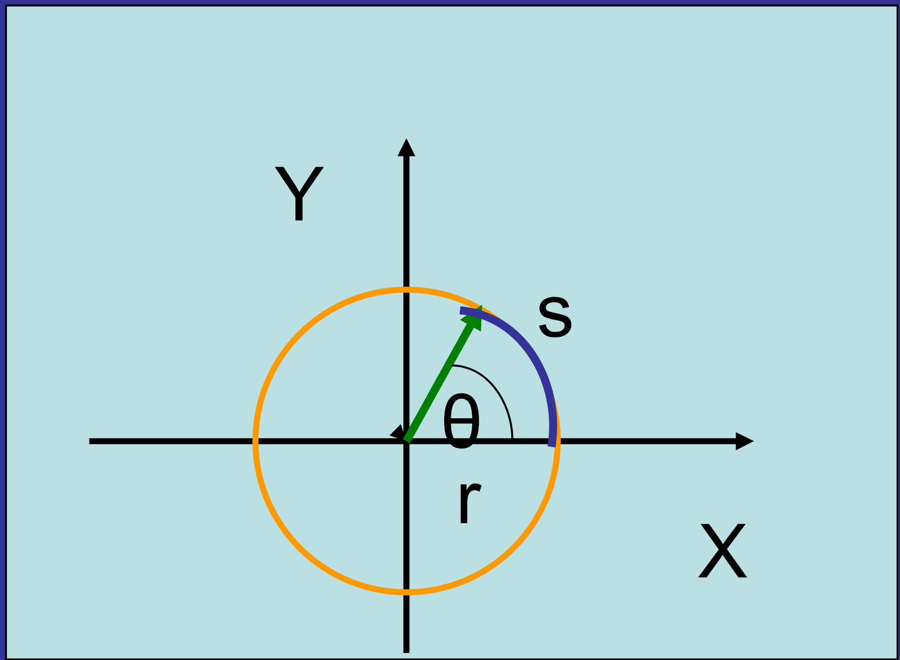
ZADANIE DOMOWE 3.2

Pokazać, że

$$\hat{\mathbf{v}} = -\sin\theta\,\hat{\mathbf{i}} + \cos\theta\,\hat{\mathbf{j}}$$

ma wszystkie cechy wersora.

DALSZE ROZWAŻANIA NA TEMAT PRĘDKOŚCI KĄTOWEJ



Miara łukowa kąta

$$\frac{s}{r} = \theta$$

$$\frac{ds}{dt} = \frac{d\theta}{dt} r = \omega r = v$$

gdy ω=const

T-czas pełnego obiegu czyli okres

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

Ruch jednostajny po okręgu jest ruchem okresowym. Można go traktować jak złożenie dwóch ruchów harmonicznych o tej samej częstości, w kierunkach wzajemnie prostopadłych lecz przesuniętych w fazie o 90°.

$$\boxed{\vec{\mathbf{r}} = r\cos\theta\,\hat{\mathbf{i}} + r\sin\theta\,\hat{\mathbf{j}}}$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{cases} x(t) = r\cos\omega t \\ y(t) = r\sin\omega t \end{cases}$$

Wiedząc, że:

$$\vec{\mathbf{v}} = r\omega\left(-\sin\theta\hat{\mathbf{i}} + \cos\theta\hat{\mathbf{j}}\right)$$

Szukamy przyspieszenia liniowego:

$$\vec{\mathbf{a}} = \frac{d}{dt}\left(-r\omega\sin\theta\hat{\mathbf{i}} + r\omega\cos\theta\hat{\mathbf{j}}\right) = r\left(\hat{\mathbf{i}}\frac{d}{dt}(-\omega\sin\theta) + \hat{\mathbf{j}}\frac{d}{dt}(\omega\cos\theta)\right)$$

Ale $\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon$ przyspieszenie kątowe

$$\vec{\mathbf{a}} = r\left(-\hat{\mathbf{i}}\frac{d\omega}{dt}\sin\theta - \hat{\mathbf{i}}\omega\frac{d\theta}{dt}\cos\theta + \hat{\mathbf{j}}\frac{d\omega}{dt}\cos\theta - \hat{\mathbf{j}}\omega\frac{d\theta}{dt}\sin\theta\right)$$

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

$$\vec{\mathbf{a}} = -\omega^2\underbrace{\left(r\cos\theta\hat{\mathbf{i}} + r\sin\theta\hat{\mathbf{j}}\right)}_{\vec{\mathbf{r}}} + r\varepsilon\underbrace{\left(-\hat{\mathbf{i}}\sin\theta + \hat{\mathbf{j}}\cos\theta\right)}_{\hat{\mathbf{v}}}$$

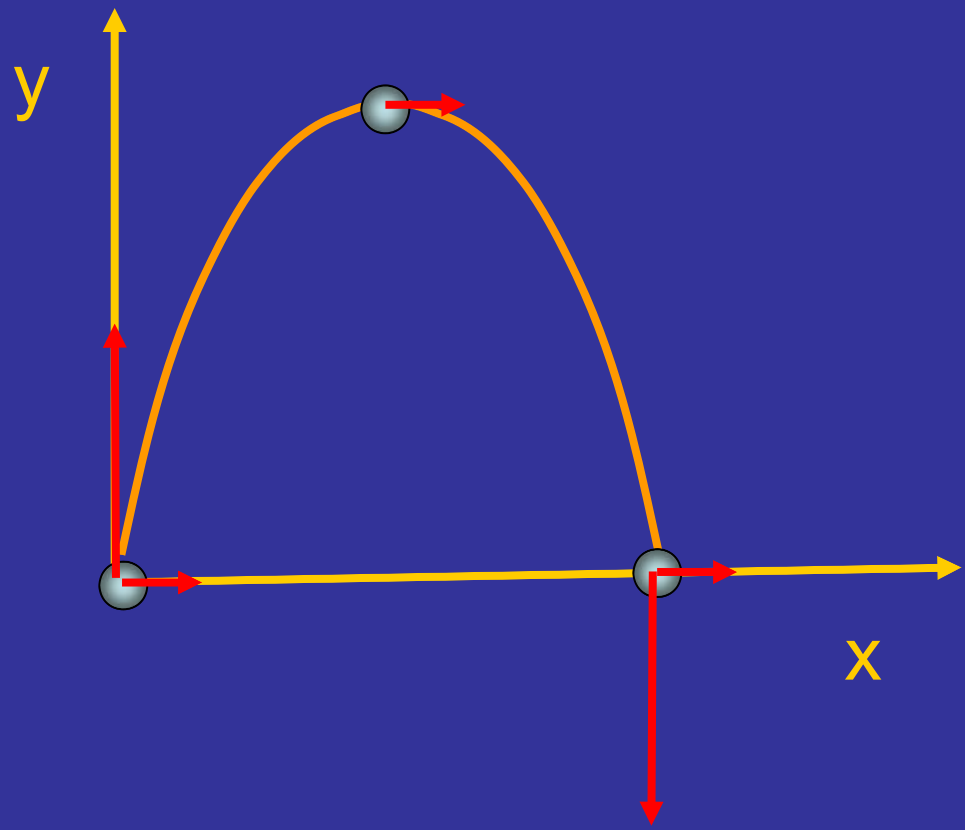
$$\vec{\mathbf{a}} = -\omega^2\vec{\mathbf{r}} + r\varepsilon\hat{\mathbf{v}}$$

przyspieszenie normalne (dośrodkowe)

przyspieszenie styczne

Rozwiązywanie równania ruchu w jednorodnym polu grawitacyjnym

– rzut ukośny



Rzut ukośny należy traktować jako złożenie dwóch ruchów w kierunkach wzajemnie prostopadłych:

poziomym ze stałą prędkością

pionowym ze stałym przyspieszeniem

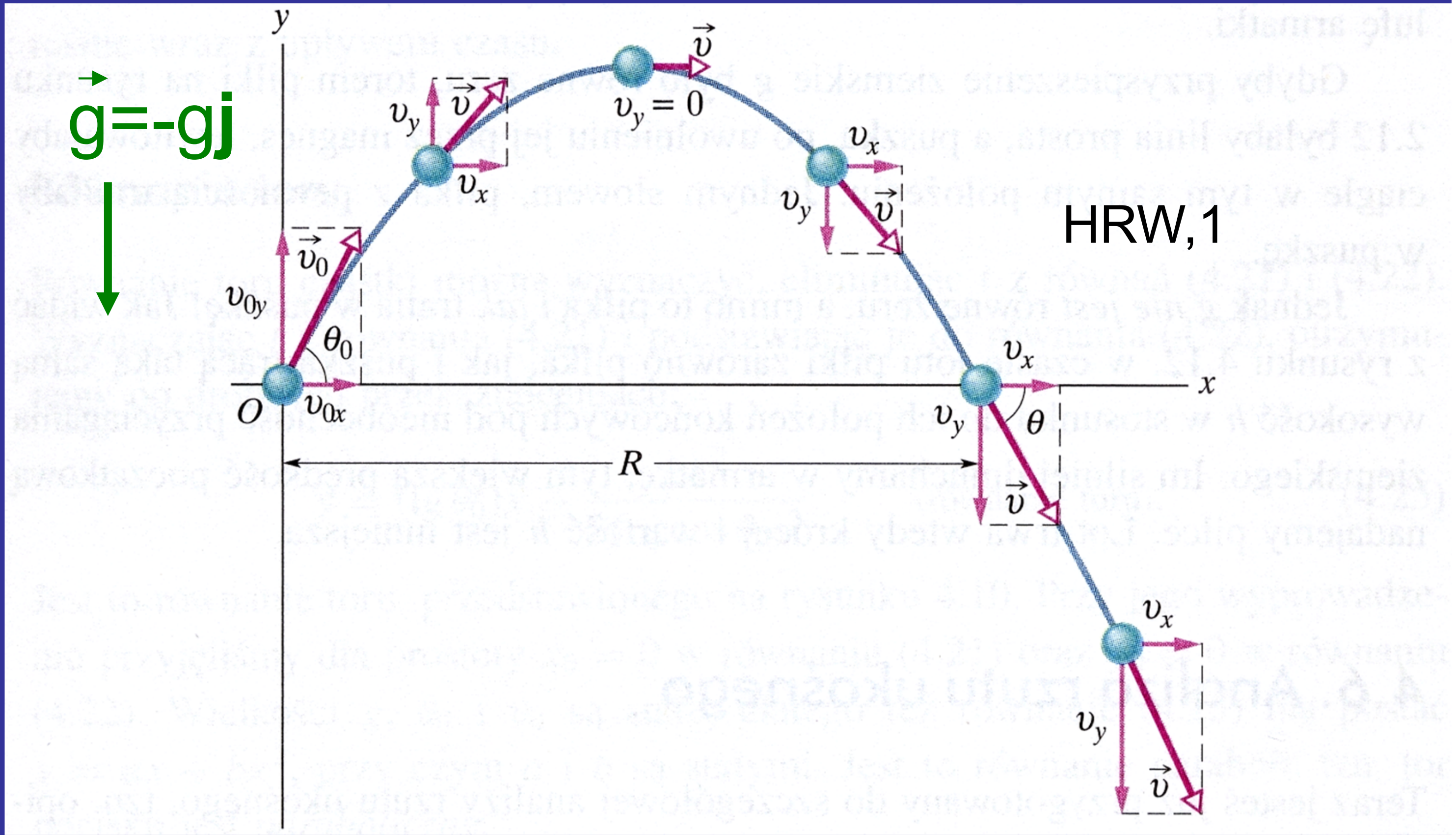
Oś x: $F_x=0$

$a_x=0$, ruch jednostajny

Oś y: $F_y=mg$

$a_y=g$, ruch jednostajnie zmienny

$\vec{g}=-g\mathbf{j}$



HRW,1

Rys. 4.10. Tor pocisku wystrzelonego z punktu o współrzędnych $x_0 = 0$ i $y_0 = 0$, z prędkością początkową $\vec{v}_0$. Na rysunku pokazano wektor prędkości początkowej i wektory prędkości cząstki w różnych punktach jej toru oraz składowe tych wektorów. Należy zauważyć, że składowa pozioma prędkości pozostaje stała, a jej składowa pionowa zmienia się w sposób ciągły. *Zasięg rzutu* R jest to droga, którą przebywa cząstka w poziomie *do chwili jej powrotu na wysokość, z której została wyrzucona*

Oś x:

$$v_x = v_{0x} = \text{const}$$

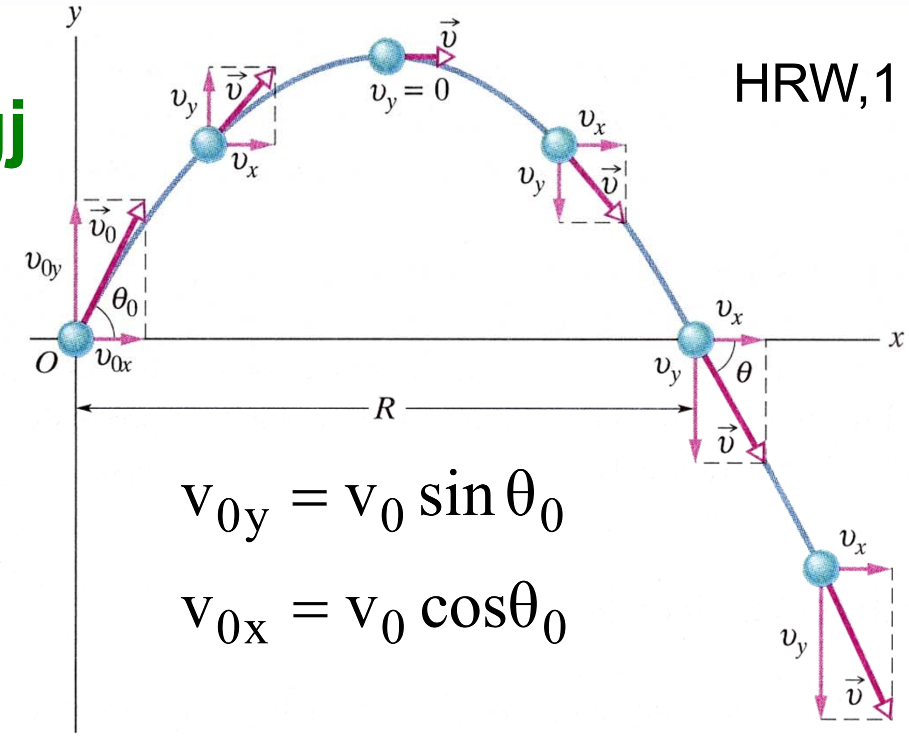
$$x = v_x t$$

Oś y:

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

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

$\vec{g} = -g\vec{j}$



HRW,1

$$v_{0y} = v_0 \sin\theta_0$$

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

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

równanie toru - parabola

ZADANIE DOMOWE 3.3

(a) Wyprowadź równanie toru rzutu ukośnego.

(b) Na tej podstawie udowodnij, że zasięg rzutu ukośnego dany jest wzorem:

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

oraz, że maksymalny zasięg rzutu osiąga się dla $\theta_0 = 45^o$

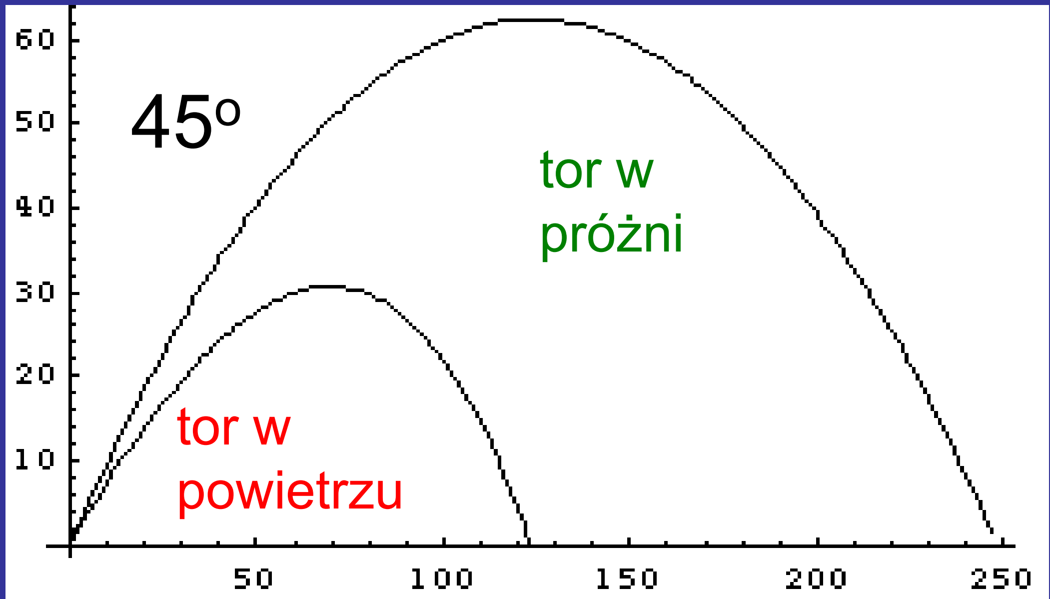
(c) Pokaż, że w rzucie ukośnym energia mechaniczna jest zachowana

Siła oporu powietrza wpływa na tor rzutu ukośnego

Piłka do gry w baseball rzucona pod kątem 45° z prędkością v = 50 m/s osiąga:

bez oporu powietrza - wysokość 63 m, zasięg 254 m,

z oporem powietrza - wysokość 31 m, zasięg 122 m



optymalny kąt rzutu wynosi 25-30°

ZADANIE DOMOWE 3.4

Piłkę wybito w powietrze z powierzchni ziemi. Na wysokości h=9,1m prędkość piłki (wyrażona w metrach na sekundę) jest równa: $\vec{\mathbf{v}} = 7{,}6\hat{\mathbf{i}} + 6{,}1\hat{\mathbf{j}}$

przy czym $\hat{\mathbf{i}}$ jest wektorem jednostkowym w poziomie, $\hat{\mathbf{j}}$ jest wektorem jednostkowym, skierowanym do góry. (a) Na jaką maksymalną wysokość wzniesie się piłka? (b) Jaką całkowitą odległość przebędzie ona w poziomie? Wyznacz: (c) długość, (d) kierunek wektora prędkości piłki tuż przed jej spadkiem na ziemię.

PODSUMOWANIE

- Wektor położenia $\vec{\mathbf{r}} = x\,\hat{\mathbf{i}} + y\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}}$
- Wektor przemieszczenia $\Delta\vec{\mathbf{r}} = \Delta x\,\hat{\mathbf{i}} + \Delta y\,\hat{\mathbf{j}} + \Delta z\,\hat{\mathbf{k}}$

$$d\vec{\mathbf{r}} = dx\,\hat{\mathbf{i}} + dy\,\hat{\mathbf{j}} + dz\,\hat{\mathbf{k}}$$

- Wektor prędkości: zawsze styczny do toru

$$\vec{\mathbf{v}} = \frac{d\vec{\mathbf{r}}}{dt} = \frac{dx}{dt}\hat{\mathbf{i}} + \frac{dy}{dt}\hat{\mathbf{j}} + \frac{dz}{dt}\hat{\mathbf{k}}$$

- Przyspieszenie występuje zawsze i może mieć oprócz składowej normalnej również składową styczną

$$\vec{\mathbf{a}}_n = \frac{v^2}{\rho}\hat{\mathbf{i}}_n \qquad \vec{\mathbf{a}}_t = \frac{dv}{dt}\hat{\mathbf{i}}_t$$

TEST 2P

1. Wektor o długości 20 dodano do wektora o długości 25. Długość wektora będącego sumą wektorów <u>może</u> być równa:

A) zero B) 3 C) 12 D) 47 E) 50

2. Wektory $\vec{a}$ i $\vec{b}$ leżą na płaszczyźnie xy. Możemy wnosić, że $\vec{a} = \vec{b}$ jeżeli:

A) $a_x{}^2 + a_y{}^2 = b_x{}^2 + b_y{}^2$

B) $a_x + a_y = b_x + b_y$

C) $a_x = b_x \quad i \quad a_y = b_y$

D) $a_y / a_x = b_y / b_x$

E) $a_x = a_y \quad i \quad b_x = b_y$

3. Jeżeli $\vec{a} = (6m)\hat{i} - (8m)\hat{j}$ to $4\vec{a}$ ma wartość:

A) 10 m B) 20 m C) 30 m D) 40 m E) 50 m

4. Kąt pomiędzy wektorem $\vec{a} = (-25\,m)\hat{i} + (45\,m)\hat{j}$ a dodatnim kierunkiem osi OX wynosi:

A) 29^o B) 61^o C) 119^o D) 151^o E) 209^o

5. Dwa wektory, których początki się pokrywają, tworzą pewien kąt. Jeżeli kąt pomiędzy tymi wektorami zwiększy się o 20^o to iloczyn skalarny tych dwóch wektorów zmienia znak na przeciwny. Kąt, który początkowo tworzyły te dwa wektory wynosi:

A) 0 B) 60^0 C) 70^o D) 80^o E) 90^0

6. Dwa wektory $\vec{a} = (3\,m)\hat{i} - (2\,m)\hat{j}$ $\vec{b} = (2\,m)\hat{i} + (3\,m)\hat{j} - (2\,m)\hat{k}$ wyznaczają jednoznacznie płaszczyznę. Który z wektorów jest prostopadły do tej płaszczyzny:

A) $(4\,m)\hat{i} + (6\,m)\hat{j} + (13\,m)\hat{k}$

D) $(4\,m)\hat{i} + (6\,m)\hat{j} - (13\,m)\hat{k}$

B) $(-4\,m)\hat{i} + (6\,m)\hat{j} + (13\,m)\hat{k}$

E) $(4\,m)\hat{i} + (6\,m)\hat{j}$

C) $(4\,m)\hat{i} - (6\,m)\hat{j} + (13\,m)\hat{k}$

7. Wartość $\hat{i} \circ (\hat{j} \times \hat{k})$ wynosi:

A) zero B) +1 C) -1 D) 3 E) √3

8. Punkt materialny porusza się wzdłuż osi OX od x_i do x_f. Które z podanych wartości współrzędnych początkowych i końcowych odpowiadają przemieszczeniu o największej wielkości:

A) $x = 4m$, $x_f = 6m$

B) $x_i = -4m$, $x_f = -8m$

C) D) $x_i = -4m$, $x_f = 2m$

D) $x_i = 4m$, $x_f = -2m$

E) $x_i = -4m$, $x_f = 4m$

9. Samochód przejeżdża 40 km ze średnią prędkością 80 km/h i następne 40 km ze średnią prędkością 40 km/h. Średnia prędkość samochodu na całym odcinku 80 km wynosi:

A) 40 km/h B) 45 km/h C) 48 km/h D) 53 km/h E) 80 km/h

10. Położenie cząstki wyrażone w metrach, dane jest jako: $x(t)=16\ t - 3.0\ t^3$, gdzie czas t jest mierzony w sekundach. Cząstka zatrzymuje się w chwili t=…..

A) 0.75 s   B) 1.3 s   C) 5.3 s   D) 7.3 s   E) 9.3 s

11. Prędkość v ciała dana jest jako funkcja czasu t wzorem $v(t)=4t - 3t^2$, gdzie v jest wyrażone w m/s, t podano w s. Prędkość średnia w przedziale czasu od $t_1=0$ do $t_2=2s$ wynosi:

A) 0   B) -2 m/s   C) 2 m/s   D) -4m/s   E) nie może być obliczona bez znajomości położenia początkowego

12. Zależność położenia y od czasu t dana jest wzorem $y = at - bt^2$. Wymiary stałych a i b wynoszą odpowiednio:

A) L^2/T, L^3/T^2

B) L/T^2, L^2/T

C) L/T, L/T^2

D) L^3/T, T^2/L

E) żadna z odpowiedzi nie jest prawidłowa

13. Samochód początkowo w spoczynku, przebywa 20 m w 4 s wzdłuż linii prostej, ze stałym przyspieszeniem. Przyspieszenie samochodu wynosi:

A) 0.4 m/s^2 B) 1.3 m/s^2 C) 2.5 m/s^2 D) 4.9 m/s^2 E) 9.8 m/s^2

TEST 2A

1. A vector of magnitude 3 CANNOT be added to a vector of magnitude 4 so that the magnitude of the resultant is:

A) zero B) 1 C) 3 D) 5 E) 7

2. A vector has a magnitude of 12. When its tail is at the origin it lies between the positive x axis and negative y axis and makes an angle of 30^o with the x axis. Its y component is:

A) $6\sqrt{3}$ B) $-6\sqrt{3}$ C) 6 D) -6 E) 12

3. A vector has a component of 10 in the +x direction, a component of 10 m in the +y direction, and a component of 5 m in the +z direction. The magnitude of this vector is:

A) zero B) 15 m C) 20 m D) 25 m E) 225 m

4. Two vectors have magnitudes of 10 and 15. The angle between them when they are drawn with their tails at the same point is 65^o. The component of the longer vector along the line of the shorter is:

A) 0 B) 4.2 C) 6.3 D) 9.1 E) 14

5. If the magnitude of the sum of two vectors is less than the magnitude of either vector, then:

A) the scalar product of the vectors must be negative
B) the scalar product of the vectors must be positive
C) the vectors must be parallel and in opposite directions
D) the vectors must be parallel and in the same direction
E) none of the above

6. A particle moves along the x axis from x_i to x_f. Of the following values of the initial and final coordinates, which results in a negative displacement:

A) $x = 4m$, $x_f = 6m$

B) $x_i = -4m$, $x_f = -8m$

C) D) $x_i = -4m$, $x_f = 2m$

D) $x_i = -4m$, $x_f = -2m$

E) $x_i = -4m$, $x_f = 4m$

7. Two automobiles are 150 km apart and traveling toward each other. One automobile is moving at 60 km/h and the other is moving at 40 km/h. In how many hours will they meet:

A) 2.5 B) 2.0 C) 1.75 D) 1.5 E) 1.25

8. A car starts from Hither, goes 50 km straight line to Yon, immediately turns around and returns to Hither. The time for this round trip is 2 hours. The magnitude of the average velocity of the car for this round trip is:

A) 0
B) 50 km/h
C) 100 km/h
D) 200 km/h
E) cannot be calculated without knowing the acceleration

9. A car starts from Hither, goes 50 km straight line to Yon, immediately turns around and returns to Hither. The time for this round trip is 2 hours. The average speed of the car for this round trip is:

A) 0
B) 50 km/h
C) 100 km/h
D) 200 km/h
E) cannot be calculated without knowing the acceleration

10. A drag racing car starts from rest at t=0 and moves along a straight line with velocity given by $v = bt^2$, where b is a constant. The expression for the distance traveled by this car from its position at t=0 is:

A) bt^3 B) $bt^3/3$ C) $4bt^2$ D) $3bt^2$ E) $bt^{3/2}$

11. A ball rolls up a slope. At the end of three seconds its velocity is 20 cm/s; at the end of eighth seconds its velocity is 0. What is the average acceleration from the third to the eighth second?

A) 2.5 cm/s^2 B) 4.0 cm/s^2 C) 5.0 cm/s^2 D) 6.0 cm/s^2 E) 6.67 cm/s^2