Wrocław University of Science and Technology

Fizyka

semestr zimowy

2020/2021

Grupa B: Piątek, 15:00 - 16:30

Grupa A: Piątek, 16:40 - 18:10

sala wirtualna

– zajęcia online

Sylwia Majchrowska

sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl

https://majsylw.netlify.app/teaching/

pokój 213, budynek L-1

Na podstawie materiałów ze strony fizykon.org oraz epodreczniki.pl

Praca domowa 1 (H1) - najczęstsze problemy

Zadanie 1
- Zastosowanie poprawnego wzoru.
- UWAGA: Formatowanie końcowego wyniku.

$$12 \times 10^{-15} = 1.2 \times 10^{-14}$$

Zadanie 2
- Prędkość jest wartością wektorową i może być ujemna.

Zadanie 4
- Podpunkt c) $\sin(at^2/s)$ -> $\sin(at^2/x)$

Wrocław University of Science and Technology

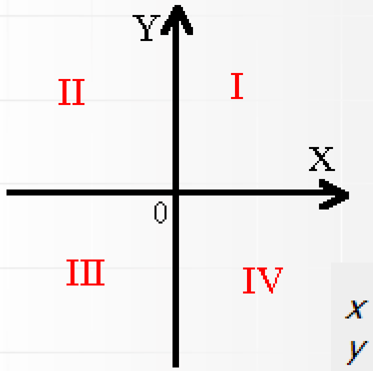
Ruch obrotowy

Ruch obrotowy (czy też po okręgu) możemy analizować w podobny sposób do ruchu postępowego – liniowego. Dziś będziemy analizować takie wielkości jak prędkość, przyspieszenie i siły związane z ruchem po okręgu. Choć ruch po okręgu zazwyczaj jest znacznie bardziej skomplikowany do opisania niż ruch prostoliniowy, m.in. dlatego, że tutaj mamy tu do czynienia z jakąś formą ruchu przyspieszonego – mamy pewną składową przyspieszenia działającą prostopadle do kierunku ruchu i zakrzywiającą jego tor ruchu. Przykładami ruchu po okręgu jest np. ruch punktu na płycie gramofonowej, czy na śmigle samolotowym (widzianym względem kabiny tego samolotu.

Wrocław
University
of Science
and Technology

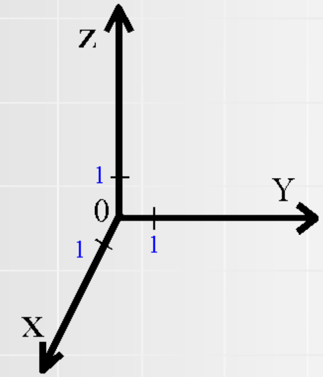
Opis ruchu
– układy współrzędnych

Układ kartezjański na płaszczyźnie

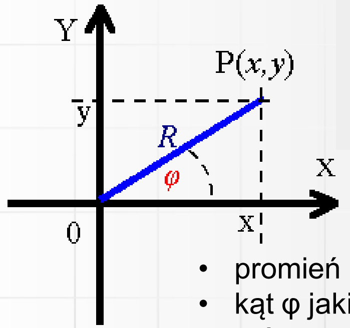


$$x = R\cos\varphi$$
$$y = R\sin\varphi$$

Układ kartezjański w przestrzeni



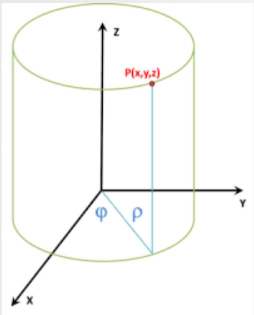
Układ biegunowy na płaszczyźnie



$$R = \sqrt{x^2 + y^2}$$
$$\mathrm{tg}\,\varphi = y/x$$

- promień R (promień wodzący)
- kąt φ jaki tworzy wektor wodzący z osią x-ów.

Układ walcowy w przestrzeni

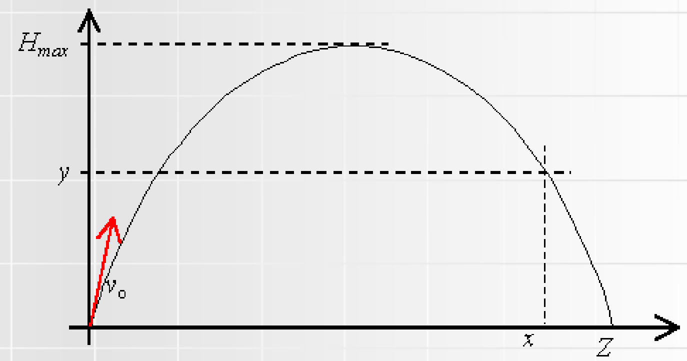


dla rozważań przestrzennych oś Z pozostaje bez zmian

Wrocław University of Science and Technology

Rzut ukośny

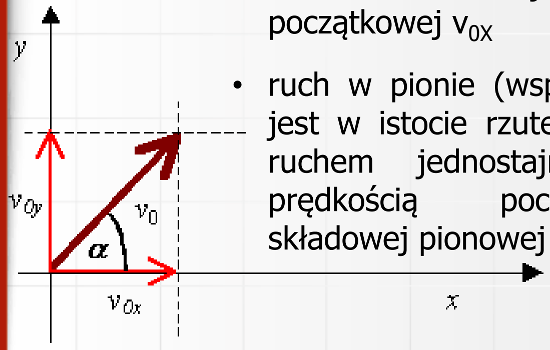
W rzucie ukośnym mamy do czynienia z lotem ciała wyrzuconego z poziomu zerowego (y_0 = 0). Ciału jest nadawana prędkość o wartości v_0, skierowana pod kątem α do poziomu. Ciało porusza się łukiem, by po pewnym czasie opaść na ziemię.



Odległość jaką przebywa ciało w poziomie do momentu upadku na poziom początkowy nazwiemy zasięgiem (Z) rzutu ukośnego.

W przypadku gdy nie musimy uwzględniać oporu powietrza, torem ruchu ciała jest parabola. Ruch ciała rozkłada się wtedy na dwa ruchy prostsze:

- ruch w poziomie (współrzędna x-owa) – odbywa się ze stałą prędkością o wartości składowej poziomej prędkości początkowej v_{0X}
- ruch w pionie (współrzędna Y-owa) – jest w istocie rzutem pionowym, czyli ruchem jednostajnie zmiennym z prędkością początkową równą składowej pionowej v_{0Y}.



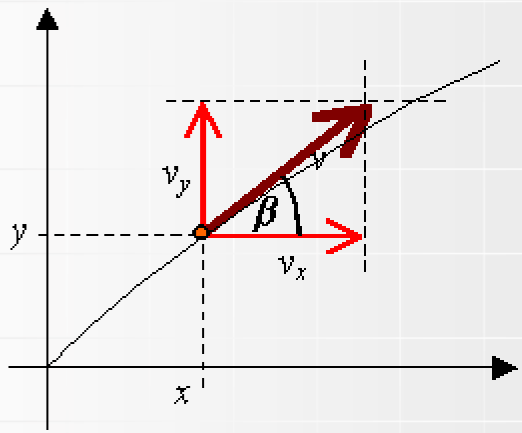
Położenie początkowe	x = 0 y = 0
Kąt wyrzutu	α
Prędkość początkowa	v_0, ale: $v_{0X} = v_0 \cos(\alpha)$ $v_{0Y} = v_0 \sin(\alpha)$
Przyspieszenie	Przyspieszenie g w tym ruchu jest stałe i jest skierowane pionowo w dół.

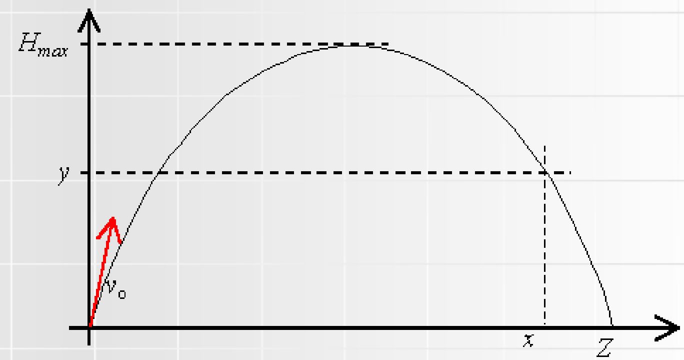
Wrocław University of Science and Technology

Rzut ukośny

- równanie ruchu

Wzory opisujące rzut ukośny (w dowolnej chwili czasu *t*)





Odległość jaką przebywa ciało w poziomie do momentu upadku na poziom początkowy nazwiemy zasięgiem (Z) rzutu ukośnego.

Składowa pozioma prędkości v_X	$v_X = const. = v_{0X}$ $v_X = v_0 \cos(\beta)$
Składowa pionowa prędkości v_Y	$v_{0Y} = v_0 \sin(\beta)$ $v_Y = v_{0Y} - g \cdot t = v_0 \sin(\alpha) - g \cdot t$

Odległość (pozioma) x	$x = v_{0X} t = v_0 \cos(\beta) \cdot t$ $Z = \frac{2v_0^2 \sin\alpha \cos\beta}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\beta$
Wysokość y	$y = v_{0Y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin(\beta) \cdot t - \frac{gt^2}{2}$ $H_{max} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{(v_0 \sin\beta)^2}{2g}$

Czas lotu t	$t = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g}$
Czas wznoszenia t_w	$t_w = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$ $t = 2t_w$

Wrocław University of Science and Technology

Przykład 3.1 - rozwiązanie - tor ruchu w rzucie ukośnym

Wyznacz równanie toru lotu (czyli postać funkcji y(x)) obiektu w rzucie ukośnym, eliminując zmienną t z równań kinetycznych dla dowolnej chwili. Przyjmij, że obiekt startuje w początku układu współrzędnych (0,0).

$$x = v_{0x} t \Rightarrow t = \frac{x}{v_{0x}} = \frac{x}{v_0 \cos\theta_0}$$

Podstawiając za t w równaniu na składową pionową położenia, otrzymujemy:

$$y = (v_0 \sin\theta_0)\, t - \tfrac{1}{2} g t^2 \Rightarrow y = (v_0 \sin\theta_0)\left(\frac{x}{v_0 \cos\theta_0}\right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos\theta_0}\right)^2$$

$$y = (\mathrm{tg}\theta_0)\, x - \left[\frac{g}{2(v_0 \cos\theta_0)^2}\right] x^2$$

Mamy równanie paraboli $y = ax + bx^2$

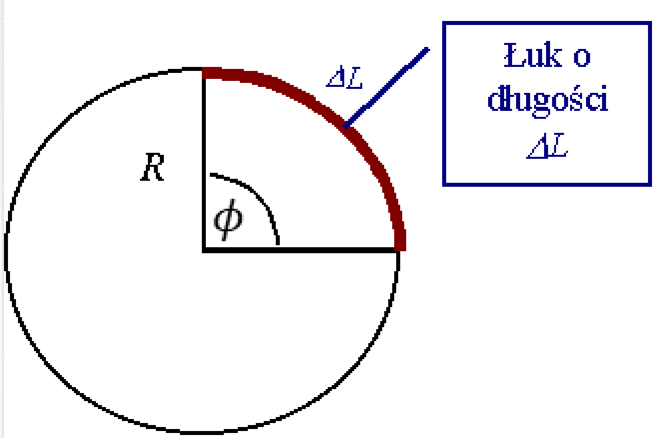
$$a = \mathrm{tg}\theta_0, \quad b = -\frac{g}{2(v_0 \cos\theta_0)^2}$$

Wrocław University of Science and Technology

Przemieszczenie kątowe

Najczęściej używaną wielkością do opisu położenia w ruchu po okręgu używany jest kąt obrotu, definiowany jako stosunek długości drogi przebytej wzdłuż okręgu ΔL do promienia okręgu, po którym porusza się obiekt

$$\phi = \frac{\Delta L}{R}$$



Przemieszczenie kątowe to zmiana pozycji kątowej obiektu

$$\Delta\phi = \phi_k - \phi_p$$

W układzie SI kąty wyznaczane są **w radianach**, co jest równoważne wielkości niemianowanej.

Dla małych kątów obowiązuje zależność:
$\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x$

$$1 \text{ revolution} = 360^\circ = 2\pi \text{ radians, and}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57.27^\circ.$$

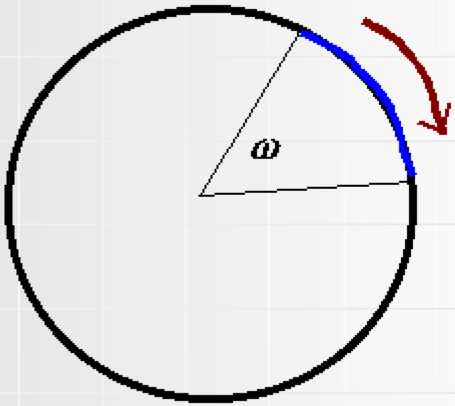
W przypadku gdy stosujemy przybliżenie tylko dla sinusa: $\sin x \approx x$ wtedy błędy dla małych kątów są mniejsze, a dla kątów do 14° nie przekraczają 1%.

Prędkość kątowa

Wrocław University of Science and Technology

Podczas ruchu po okręgu wraz z przebywaną drogą ΔL, zmienia się kąt pod jakim obserwowany jest poruszający się obiekt $\Delta\alpha$, dlatego celowe jest wprowadzenie wielkości charakteryzującej szybkość zmiany kąta. Wielkością tego rodzaju jest tzw. prędkość kątowa. Oznaczamy ją ω (mała grecka litera omega)

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$



W układzie SI kąty wyznaczane są **w radianach**, co jest równoważne wielkości niemianowanej.

Prędkość kątowa w jednostkach układu SI wyrażana jest w radianach na sekundę:
$[\omega] = \mathrm{rad/s} = 1/\mathrm{s}$

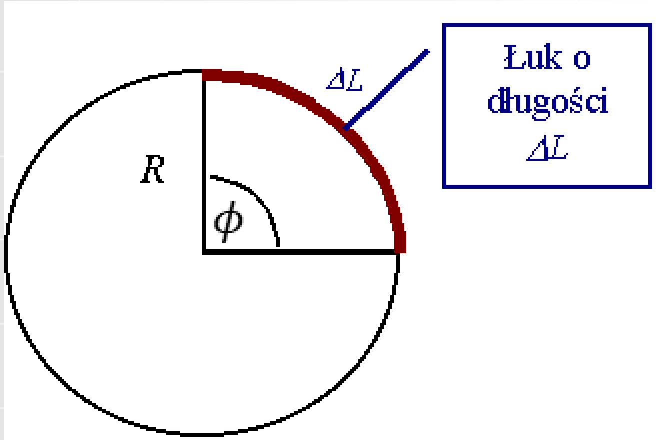
Wrocław University of Science and Technology

Przykład 3.2

- Związek między prędkością liniową, a kątową

Pokaż jak zależą od siebie prędkość liniowa, a prędkość kątowa.

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta L}{R}}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta L}{\Delta t}}{R} = \frac{v}{R}$$



Prędkość liniowa w ruchu po okręgu

$v = \omega R$

Przykład 3.3 - rozwiązanie

Jaką prędkość kątową w jednostkach SI ma płyta gramofonowa winylowa obracając się z prędkością 33 obr./min.

Dane:

$\Delta\phi = 33\ \mathrm{obr} \cdot 2 \cdot \pi$

$t = 1\ \mathrm{min} = 60\ \mathrm{s}$

Szukane:

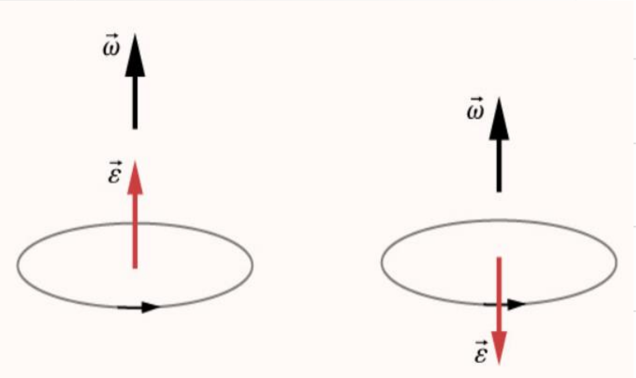
$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Obliczenia:

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{33\ \mathrm{obr} \cdot 2 \cdot \pi}{60\ \mathrm{s}} = 3.46\, rad/s$$

Przyspieszenie kątowe

Wyobraźmy sobie łyżwiarza wirującego z wyciągniętymi rękami – jeśli przyciągnie ręce do siebie, jego prędkość kątowa wzrośnie – lub wirujący dysk twardy komputera, zwalniający aż do zatrzymania po wyłączeniu. Tutaj prędkość kątowa się zmienia w czasie, stąd też musimy zdefiniować przyspieszenie kątowe



$$\varepsilon = \frac{\Delta\varpi}{\Delta t}$$

W układzie SI kąty wyznaczane są **w radianach**, co jest równoważne wielkości niemianowanej.

Przyspieszenie kątowe w jednostkach układu SI wyrażana jest w radianach na sekundę kwadrat.
$[\omega] = rad/s^2 = 1/s^2$

Wrocław University of Science and Technology

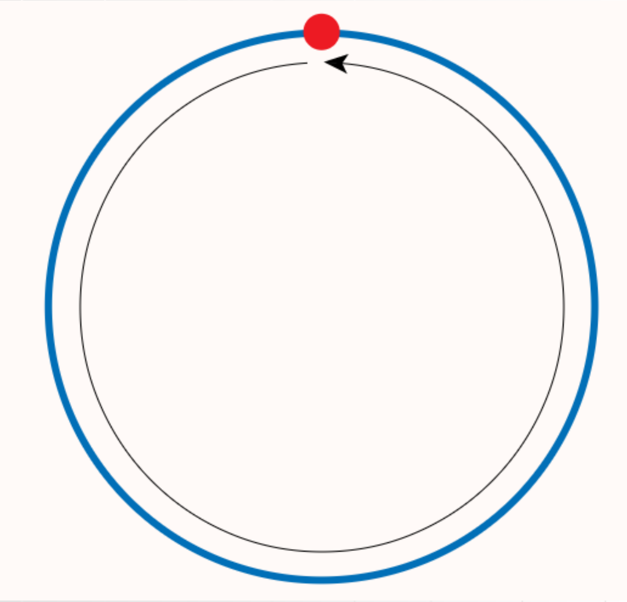
Okres i częstotliwość w ruchu obrotowym

W przypadku ruchu jednostajnego po okręgu możemy zdefiniować okres i częstotliwość ruchu.
Okres T to czas jednego pełnego obiegu, czyli czas, po którym punkt ponownie znajdzie się w położeniu początkowym.

Jednostką okresu jest sekunda [T] = 1 s.

Częstotliwość f opisuje liczbę obiegów wykonanych w jednostce czasu, najczęściej w ciągu 1 sekundy. Częstotliwość jest odwrotnością okresu
f = 1/T

Jednostką częstotliwości jest herc
[f] = 1 Hz = 1/s



Prędkość liniowa:
$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$

Heinrich Rudolf Hertz

Heinrich Hertz studiował fizykę w Monachium i Berlinie. Po uzyskaniu tytułu doktora był wykładowcą na różnych uczelniach. W Karlsruhe rozpoczął badania nad falami elektromagnetycznymi i skonstruował specjalne urządzenie do ich wzbudzania, tzw. oscylator elektryczny. W 1887 r. udowodnił istnienie fal elektromagnetycznych. Następnie wykazał, że mają one cechy światła – ulegają zjawiskom odbicia, załamania, interferencji (nakładanie się), dyfrakcji (uginanie się) i polaryzacji. Ponadto udowodnił, że fale elektromagnetyczne rozchodzą się z prędkością światła i mogą być przekazywane na odległość. Odkrył zewnętrzny efekt fotoelektryczny. Aby uhonorować Hertza za te odkrycia, jednostkę częstotliwości w układzie SI nazwano hercem (Hz).

Wrocław University of Science and Technology

Przykład 3.4 - rozwiązanie

Oblicz częstotliwości ruchu wskazówek zegara (godzinowej, minutowej i sekundowej) oraz prędkości liniowe końców tych wskazówek.

Okresy i częstotliwości ruchu wskazówek zegarka:

- dla wskazówki sekundowej – T_s = 1 min, f_s = 1/60 Hz = 0.02 Hz
- dla wskazówki minutowej – T_m = 1 h, f_m = 1 h = 2.78×10^{-4} Hz
- dla wskazówki godzinowej – T_g = 12 h, f_g = 12 h = 1/43200 Hz = 2.31×10^{-5} Hz

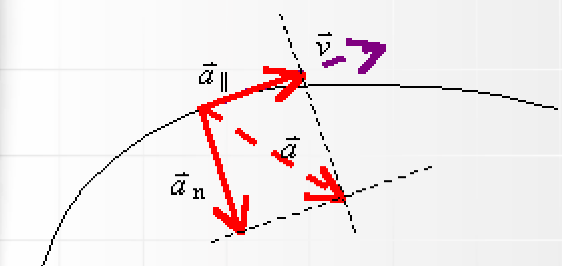
$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$

Więc możemy wyznaczyć wzory:
- dla wskazówki sekundowej – $v_s = 0.13\ r_s$
- dla wskazówki minutowej – $v_m = 1.75 \times 10^{-3}\ r_m$
- dla wskazówki godzinowej – $v_g = 1.45 \times 10^{-4}\ r_g$

Wrocław University of Science and Technology

Ruch jednostajny po okręgu

Ruch jednostajny po okręgu jest szczególnym przypadkiem płaskiego ruchu krzywoliniowego. Podczas tego ruchu punkt materialny porusza się po torze, który ma kształt okręgu, w ten sposób, że wartość jego prędkości liniowej jest stała $||\vec{v}||=const$. Oznacza to, że w jednakowych odstępach czasu punkt przebywa taką samą drogę.



$a_{\parallel} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0,$

ale dla $\varepsilon \neq 0$ $a_{\parallel} = r\,\varepsilon$

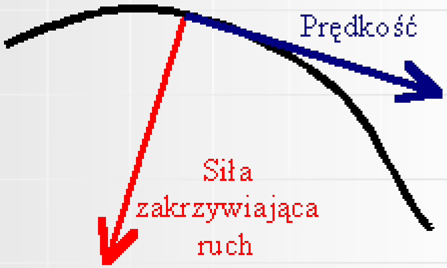
$a_n = a_{dośr} = \frac{v^2}{R}$

W ruchu jednostajnym po okręgu przyspieszenie (jako wektor) nie jest równe zero, mimo że wartość prędkości nie zmienia się. Z dwóch składowych przyspieszenia: stycznej i normalnej tylko jedna ma wartość zero:

- składowa styczna $a_{\parallel}$ - (czyli styczną do toru i równoległą do kierunku ruchu) zmieniająca wartość prędkości, ma wartość zero,
- składowa normalna a_n - (prostopadłą do kierunku ruchu i wektora prędkości) zmieniająca kierunek prędkości, jest niezerowa.

Przyspieszenie dośrodkowe

W przypadku jednak gdy ma składową skierowaną pod kątem do kierunku ruchu (lub inaczej mówiąc ma jakąś składową prostopadłą do prędkości) to ruch będzie się zakrzywiał. W takiej sytuacji mamy do czynienia z przyspieszeniem dośrodkowym.



Pomiędzy promieniem krzywizny zakrzywienia (promieniem okręgu po którym porusza się obiekt), a prędkością ruchu i zakrzywiającym przyspieszeniem zachodzi związek:

$$a_{dośr} = \frac{v^2}{R}$$

Przyspieszenie dośrodkowe w jednostkach układu SI wyrażana jest w radianach na sekundę kwadrat:

$[a_{dośr}] = m/s^2 = m/s^2$

Wrocław University of Science and Technology

Ruch obrotowy, a postępowy

Wielkości fizyczne:

Wielkość	Linowe	Obrotowe	Związek
Położenie	x	θ	$\theta = \Delta L/r = s/r$
Prędkość	$v = \Delta x/\Delta t$	$\omega = \Delta\theta/\Delta t$	$\omega = v/r$
Przyspieszenie	$a_{\vert\vert} = \Delta v/\Delta t$ $a_n = \frac{v^2}{R}$ $a = \sqrt{a_{\vert\vert}^2 + a_n^2}$	$\varepsilon = \Delta\omega/\Delta t$	$\varepsilon = a_{\vert\vert}/r$

Równania ruchu:

Translational Motion		Rotational Motion
$v = v_0 + at$	$\longrightarrow$	$\omega = \omega_0 + \alpha t$
$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	$\longrightarrow$	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
$v^2 = v_0^2 + 2ax$	$\longrightarrow$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$

Where

- θ_0 = initial angular displacement of the rotating body
- ω_0 = initial angular velocity of the body.
- α = angular acceleration, which is constant is this section.

Przykład 3.5 - rozwiązanie

Wirówka o promieniu 20 cm zwalnia ze stałym przyspieszeniem kątowym od maksymalnej prędkości obrotowej wynoszącej 10 000 obr/min i zatrzymuje się po upływie 30 s. Przez cały ten czas wirówka obraca się w lewo. Jaka jest wartość całkowitego przyspieszenia liniowego punktu położonego na obrzeżu wirówki w chwili t=29.0s? Jaki jest zwrot wektora całkowitego przyspieszenia liniowego?

$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{0 rad/s - 10000 * \frac{2\pi}{60} rad/s}{30s} = -34.9\frac{rad}{s^2}$$

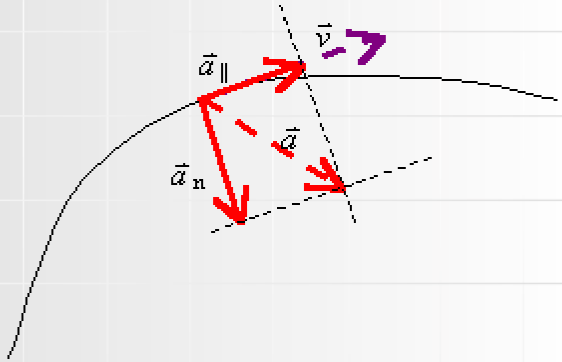
$$a_{||} = a_s = r * \varepsilon = 0.2\,m\ * \left(-34.9\frac{rad}{s^2}\right) = -7\frac{m}{s^2}$$

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t = \frac{10000 * 2\pi}{60}\frac{rad}{s} - 34.9\frac{rad}{s^2} * 29s = 35.1\frac{rad}{s}$$

$$v = r\omega = 0.2m\ * 35.1\frac{rad}{s^2} = 7\frac{m}{s}$$

$$a_n = a_{dośr} = \frac{v_{||}^2}{r} = \frac{\left(7\frac{m}{s}\right)^2}{0.2m} = 245\,m/s^2$$

$$a = \sqrt{a_{dośr}^2 + a_{||}^2} = \sqrt{245\frac{m^2}{s^4} + 49\frac{m^2}{s^4}} = 245.1\frac{m}{s^2}$$



$$\phi = \mathrm{arctg}\left(\frac{a_{||}}{a_{dośr}}\right) = -1.6°$$

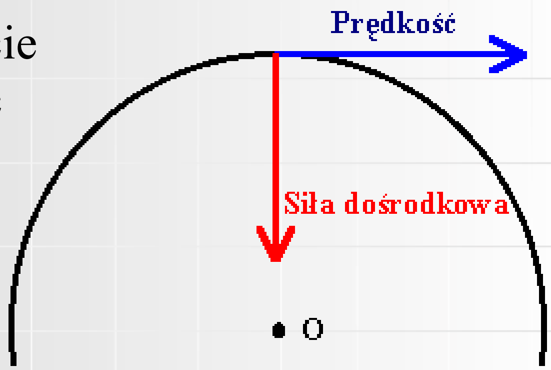
Znak ujemny oznacza, że wektor przyspieszenia całkowitego jest ustawiony pod kątem o zwrocie przeciwnym do ruchu wskazówek zegara.

Siły w ruchu po okręgu

- siła dośrodkowa

Z przyspieszeniem dośrodkowym możemy oczywiście związać siłę dośrodkową. W tym celu trzeba wartość przyspieszenia podstawić do wzoru na siłę wynikającego z II zasady dynamiki (F = m ·a), czyli

$F_{dośr} = ma_{dośr} = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$



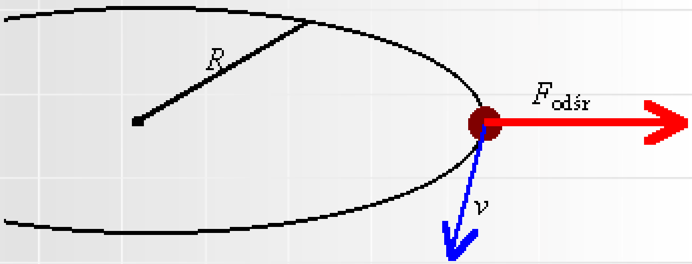
Siła dośrodkowa jest siłą wypadkową działającą na ciało poruszające się ruchem jednostajnym po okręgu.
Do strony funkcjonalnej jest to siła zakrzywiająca ruch ciała, czyli nie pozwalająca mu na poruszanie się "naturalne", czyli (jak głosi I zasada dynamiki Newtona) ruchem jednostajnym prostoliniowym.
Siła dośrodkowa działa prostopadle do prędkości i (jak łatwo się domyślić z nazwy) jest skierowana do środka okręgu po którym porusza się ciało, lub środka krzywizny toru.

Wrocław University of Science and Technology

Siły w ruchu po okręgu - siła odśrodkowa

Siłą wynikającą z III zasady dynamiki jest siła odśrodkowa. Siła odśrodkowa jest siłą bezwładności. Oznacza to, że pojawia się ona tylko w układach nieinercjalnych i jest właściwie siłą pozorną - czyli nie jest powodowana konkretnym oddziaływaniem, ale wynika z ruchu samego układu odniesienia.

$F_{odśr} = -F_{dośr}$

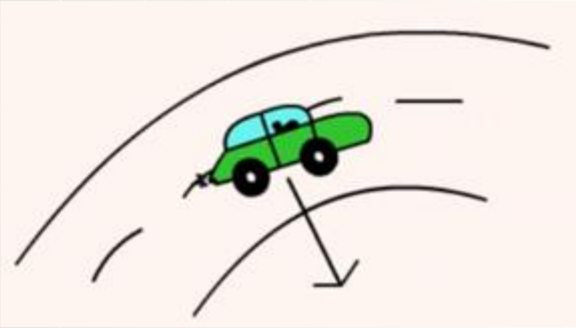


Wrocław University of Science and Technology

Przykład 3.6 - rozwiązanie

Samochód skręca gwałtownie na zakręcie o promieniu 8 m. Jeśli pojazd nie ślizgał się znajdź jego prędkość liniową, wiedząc, że współczynnik tarcia między oponami, a samochodem wynosi f = 0.2.

Na pojazd jadący z prędkością v po okręgu o promieniu R działa siła odśrodkowa F_o spychająca pojazd na zewnątrz łuku oraz wypadkowa (od czterech kół) siła tarcia T przeciwdziałająca tej sile. Aby ruch zachodził po łuku koła musi zajść równość:



$|T| = |F_o|$

$$mgf = m\frac{v^2}{r}$$

Stąd

$$v = \sqrt{fgR} = 4\frac{m}{s}$$

Wrocław
University
of Science
and Technology

Słowniczek

układ odniesienia
– (*ang.: reference frame*) ciało, względem którego prowadzona jest obserwacja otaczającego świata i zjawisk.
układ inercjalny
– (*ang.: inertial reference frame*) układ odniesienia, w którym wszystkie ciała nieoddziałujące z innymi ciałami poruszają się ze stała prędkością (w szczególności równą zero). *z j. łac. inertia - bezczynność.*
układ nieinercjalny
– (*ang.: non-inertial reference frame*) układ związany z ciałem, które porusza się ze zmienną prędkością (czyli posiadającym niezerowe przyspieszenie) względem inercjalnego układu odniesienia.
tor ruchu
– (ang.: trajectory) krzywa, po której porusza się punkt materialny.
punkt materialny
– (ang.: point particle or ideal particle) ciało obdarzone masą, którego rozmiary w danym zagadnieniu możemy zaniedbać. Wówczas położenie ciała opisujemy jako położenie punktu geometrycznego.

Wrocław University of Science and Technology

Słowniczek

prędkość chwilowa
– (*ang.: instantaneous velocity*) stosunek zmiany wektora położenia do czasu, w którym ta zmiana nastąpiła, przy założeniu, że czas jest bardzo mały (dąży do zera).
prędkość liniowa
– prędkość styczna do okręgu w każdym punkcie; jej kierunek i zwrot się zmieniają.
prędkość kątowa
– to stosunek kąta α zakreślonego przez promień wodzący do czasu, w którym został zakreślony. Prędkość kątowa jest równa kątowi zakreślonemu podczas ruchu podzielonemu przez czas.
okres (T)
– czas potrzebny na wykonanie jednego pełnego obiegu po okręgu; jednostką okresu jest sekunda (s).
częstotliwość (f)
– liczba obiegów po okręgu wykonanych w czasie 1 sekundy; jednostką częstotliwości jest herc (Hz).
herc (Hz)
– jednostka miary częstotliwości w układzie SI: 1 Hz = 1 s^{-1}.

Wrocław University of Science and Technology

Słowniczek

przyspieszenie kątowe
– (ang. angular acceleration) szybkość zmian prędkości kątowej
całkowite przyspieszenie liniowe
– (ang. total linear acceleration) wektorowa suma wektorów przyspieszenia dośrodkowego i stycznego
siła dośrodkowa
– siła odpowiedzialna za ruch ciała po okręgu. Jej wartość obliczamy ze wzoru $F=mv^2/r$. Siła ta działa na ciało wzdłuż promienia okręgu, po którym odbywa się ruch ciała i jest zwrócona zawsze do środka tego okręgu.
siła odśrodkowa
– siła pozorna, odpowiedź na siłe odśrodkową.

Wrocław University of Science and Technology

Praca domowa - wytyczne

1. Format: plik pdf lub skan/zdjęcie (upewnij się, że Twoje pismo jest czytelne!)
2. Czytaj uważnie polecenia i wykonuj zawarte w nich zadania.
3. Pamiętaj aby **podpisać** swoją pracę.
4. Do rozwiązania dołącz:
    1. Rysunek – szkic sytuacji przedstawionej w zadaniu lub wykres wraz z danymi z zadania.
    2. Obliczenia – razem z przekształceniami wzorów, jeśli jest to konieczne.
    3. Wnioski sformułowane na podstawie dokonanej analizy.
5. Pamiętaj aby przesłać rozwiązania w terminie na adres email prowadzącej.

Terminy

		PAŹDZIERNIK				LISTOPAD					GRUDZIEŃ				STYCZEŃ				LUTY			
PN	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	1 Pn N	8	15	22
WT	29	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22 Śr P	29	5	12	19	26	2	9	16	23
ŚR	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24
CZ	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25
			H1	H2	H3	H4		TEST	H5	H6	H7	H8			H9	H10	Egzamin					
PT	2 Pt N	9 Pt P	16	23	30	6	13 Śr P	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26
SO	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	6	13	20	27
N	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28
P - PARZYSTY N - NIEPARZYSTY	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N

H2: 30.10.20 godz. 12:00
Email: sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl

Wrocław University of Science and Technology