



Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Podstawy automatyki i teorii maszyn
semestr zimowy 2019/2020

dr inż. Sebastian Korczak

Podstawy automatyki i teorii maszyn

semestr zimowy 2019/2020

Mechanika pojazdów i maszyn roboczych

Kierownik przedmiotu: dr inż. Sebastian Korczak (Zakład Mechaniki IPBM)

wykład: 30 godzin

ćwiczenia: 30 godzin

ECTS: 5

Podstawowa karta przedmiotu: <https://ects.coi.pw.edu.pl/>

Regulamin przedmiotu: <https://myinventions.pl/dydaktyka>

gablota koło pokoju 2.8

Podstawy automatyki i teorii maszyn

Regulamin przedmiotu

Forma, wymiar i zakres merytoryczny prowadzonych zajęć

Wymagania wstępne oraz uczestnictwo w zajęciach

Etapowa kontrola efektów uczenia się w czasie trwania semestru

Regulamin zajęć ćwiczeniowych

Terminy ogłaszania ocen

Egzamin

Ocena ostateczna z przedmiotu

Korzystanie z materiałów pomocniczych

Powtarzanie zajęć

Literatura

Konspekt wykładu

Konspekt ćwiczeń

Podstawy automatyki i teorii maszyn

Regulamin przedmiotu

Warunek dopuszczenia do egzaminu:

Zaliczenie ćwiczeń na ocenę co najmniej dostateczną

Warunek zaliczenia ćwiczeń:

uzyskanie co najmniej dostatecznej oceny z każdego kolokwium

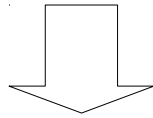
PROGRAM WYKŁADU

1. Mechanizmy i ich ruchliwość.
2. Prędkości i przyspieszenia punktów mechanizmu.
3. Mechanizmy krzywkowe.
4. Dynamika mechanizmów.
5. Równanie ruchu maszyny.
6. Koła zamachowe.
7. Transformata Laplace'a i transmitancja.
8. Podstawowe obiekty automatyki i ich charakterystyki.
9. Algebra schematów blokowych.
10. Regulatory.
11. Stabilność.
12. Opis układów w przestrzeni stanu.

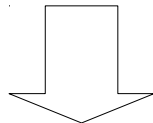
szczegółowy program: strona internetowa, regulamin, tablica

ZWIĄZKI Z INNYMI PRZEDMIOTAMI

- Algebra (wielomiany, liczby zespolone, wyznaczniki).
- Analiza (pochodne, całki).
- Równania różniczkowe (liniowe, o stałych współczynnikach, rzędu 1 i 2).
- Mechanika ogólna I (geometria mas, statyka układów mechanicznych, kinematyka i dynamika punktu materialnego, energia kinetyczna i potencjalna).



Podstawy automatyki i teorii maszyn



- Laboratorium podstaw automatyki i teorii maszyn
- Drgania mechaniczne
- Pojazdy
- Napędy elektryczne
- Automatyzacja maszyn roboczych / Elementy robotyki

LITERATURA PODSTAWOWA

1. T. Kołacin: *Podstawy teorii maszyn i automatyki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005.

2. T. Kołacin, A. Kosior: *Zbiór zadań do ćwiczeń z podstaw automatyki i teorii maszyn*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1990.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Z. Skup „Zadania z podstaw automatyki i sterowania”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2018.
2. A. Olędzki „Podstawy teorii maszyn i mechanizmów” WNT Warszawa 1987.
3. Z. Parszewski „Teoria maszyn i mechanizmów” WNT Warszawa.
4. M. Żelazny „Podstawy automatyki” Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
5. D. Holejko, W. Kościelny, W. Niewczas: Zbiór zadań z podstaw automatyki, WPW, Warszawa.

SPOSÓB UCZENIA SIĘ

Kontakt:

dr inż. Sebastian Korczak

pokój: 2.8b

e-mail: sebastian.korczak@pw.edu.pl

konsultacje: wtorki 11:00-12:00,

piątki 13:00-14:00

strona z prezentacjami i materiałami:

<https://myinventions.pl/dydaktyka/>

BHP

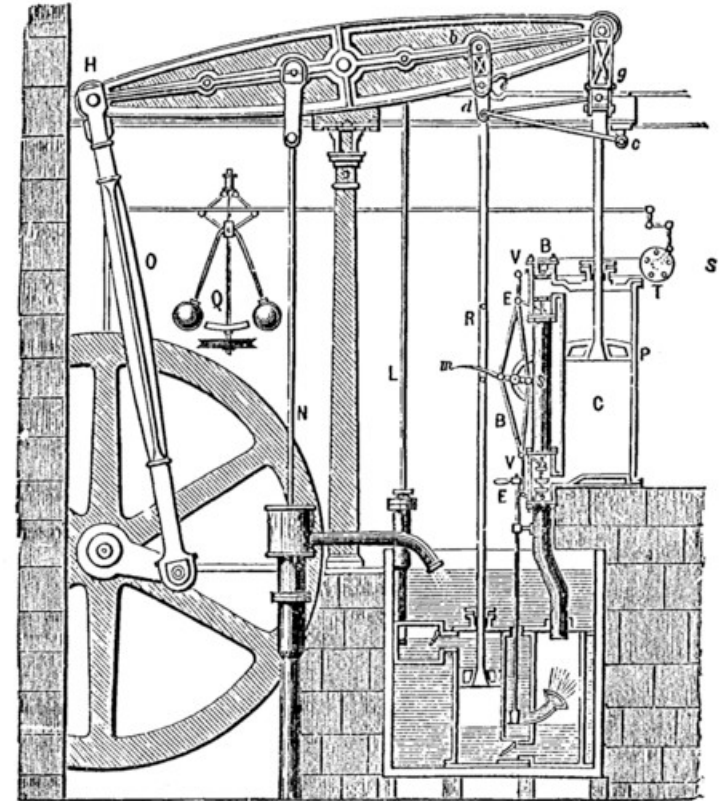
Wykład 1

pary kinematyczne, mechanizmy,
ruchliwość, więzy bierne

Maszyna, mechanizm

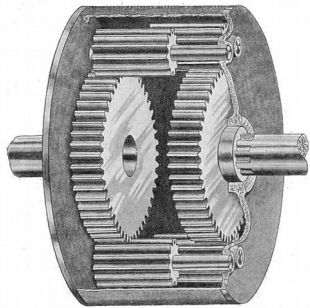
Maszyna – (w znaczeniu technicznym) urządzenie zawierające mechanizm lub zespół współdziałających mechanizmów, służące do przetwarzania energii albo do wykonywania określonej pracy (*słownik języka polskiego PWN*).

Mechanizm – zbiór elementów (ogniw, członów), które są ze sobą połączone i służą do zamiany wejściowego ruchu lub siły na pożądany wyjściowy ruch lub siłę.



źródło: wikipedia.org, The Boulton & Watt Steam Engine, 1784

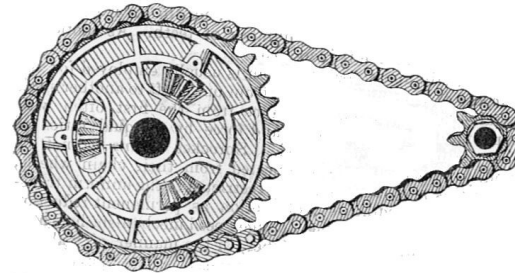
Części maszyn



Przekładnie zębate



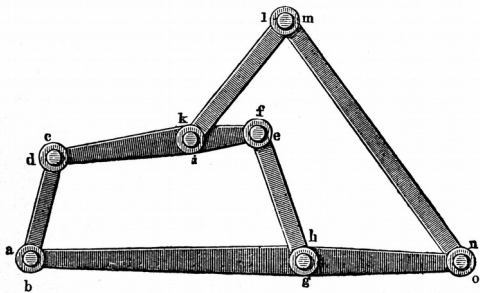
Przekładnie pasowe



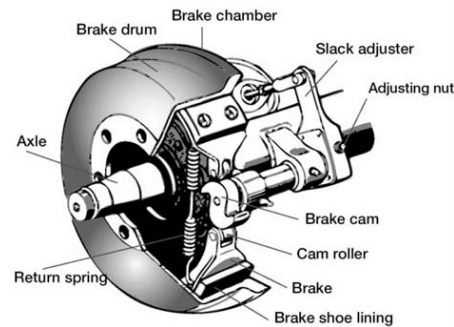
Przekładnie łańcuchowe



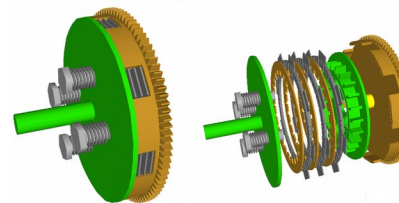
Mechanizmy krzywkowe



pręty



hamulce



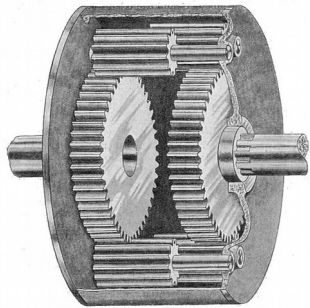
sprężęła



złącza

źródło: <https://en.wikipedia.org>

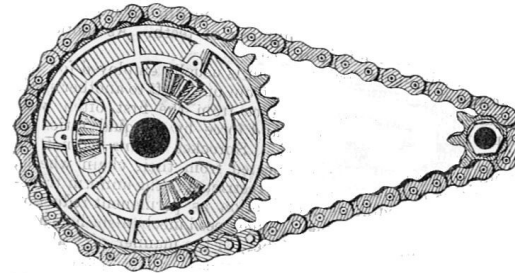
Części maszyn



Przekładnie zębate



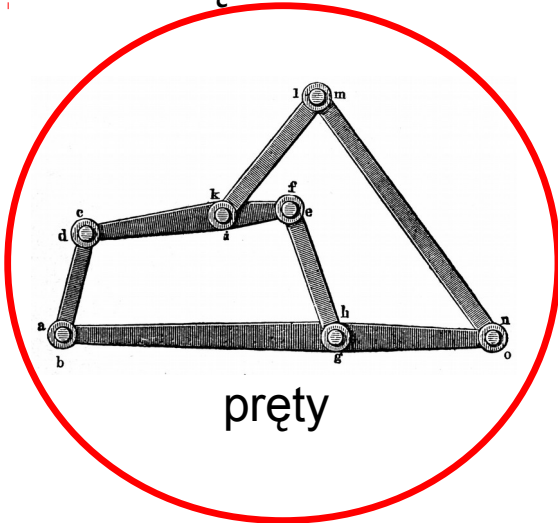
Przekładnie pasowe



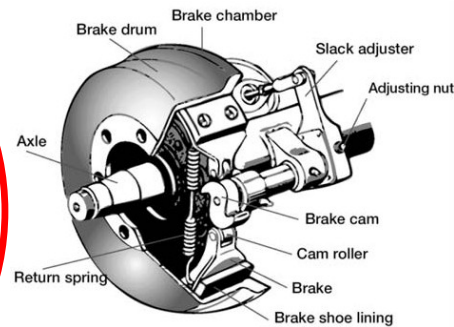
Przekładnie łańcuchowe



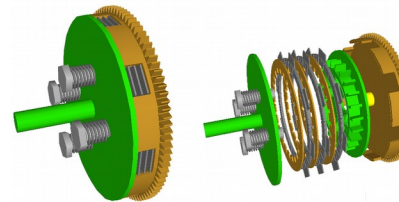
Mechanizmy krzywkowe



pręty



hamulce



sprzęgła



złącza

źródło: <https://en.wikipedia.org>

Elementy mechanizmów

Elementy sztywne – opisane punktami materialnymi bądź bryłami sztywnymi (mechanika ogólna).

Elementy odkształcalne – sprężyny, liny, paski, powietrze, olej itd.

człon = część = element = segment = łącznik = ogniwo

Stopnie swobody

punkt materialny (2D)



bryła sztywna (2D)



punkt materialny (3D)

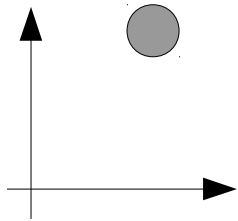


bryła sztywna (3D)



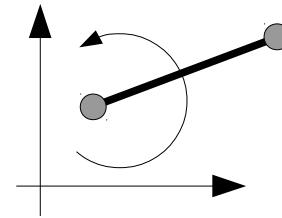
Stopnie swobody

punkt materialny (2D)



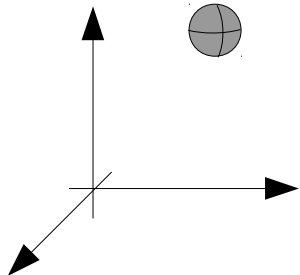
**2 st.
swob.**

bryła sztywna (2D)



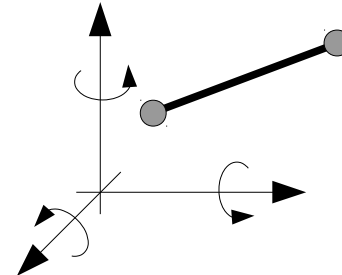
**3 st.
swob.**

punkt materialny (3D)



**3 st.
swob.**

bryła sztywna (3D)



**6 st.
swob.**

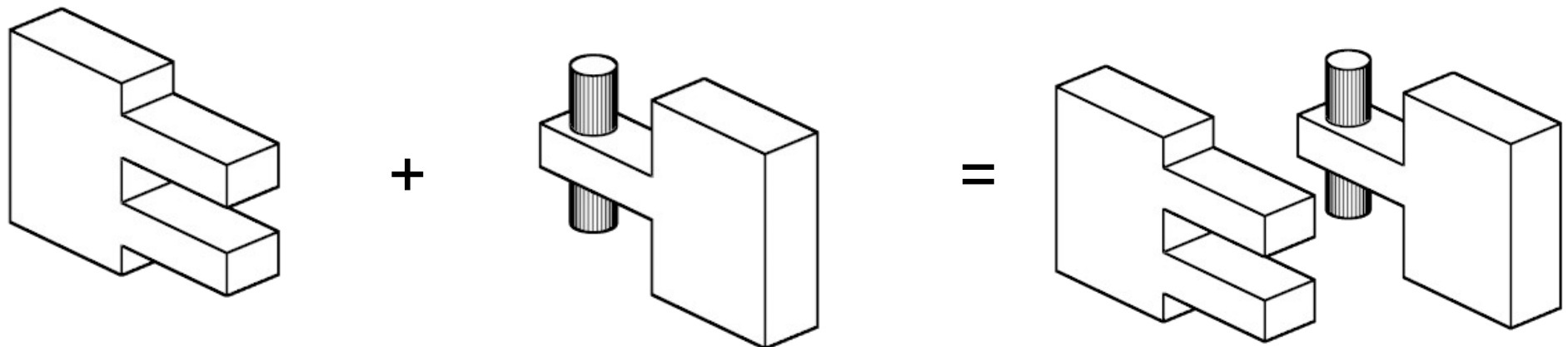
Pary kinematyczne i łańcuchy kinematyczne

Para kinematyczna – ruchome połączenie dwóch sztywnych elementów wywołujące ograniczenia ruchu względnego między nimi.

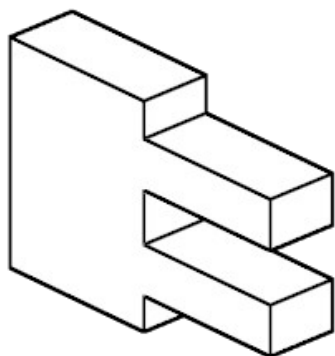
Łańcuch kinematyczny – połączenie co najmniej dwóch par kinematycznych.

Podstawa – nieruchomy człon mechanizmu.

Pary kinematyczne (3D)

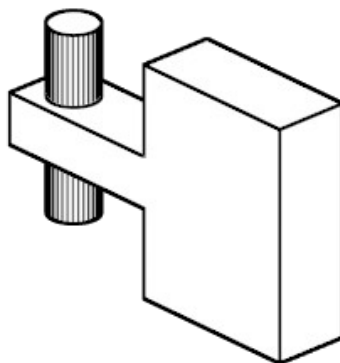


Pary kinematyczne (3D)



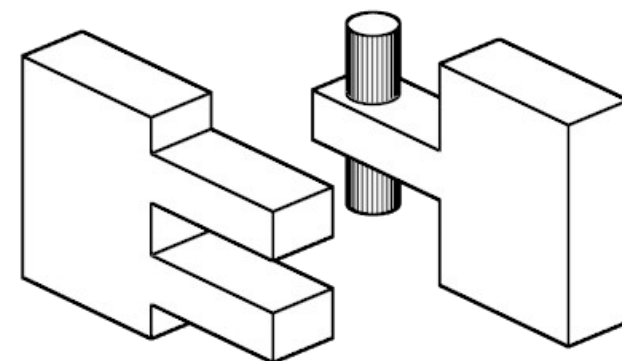
6 st. swob.

+



6 st. swob.

=

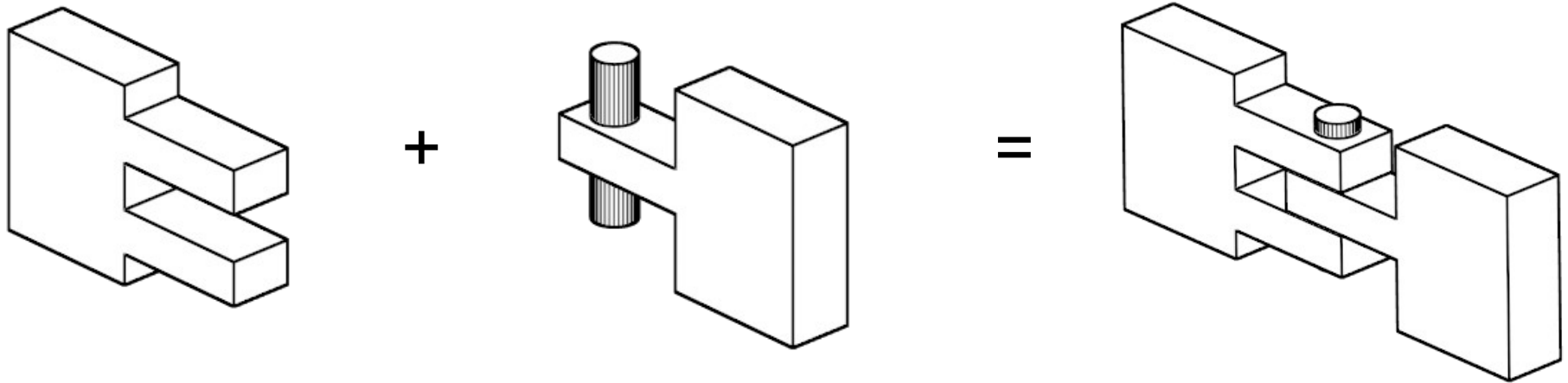


niepołączone

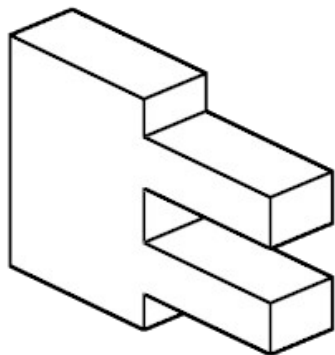
razem: 12 st. swob.

W ruchu względnym: 6 st. swob.

Pary kinematyczne (3D)

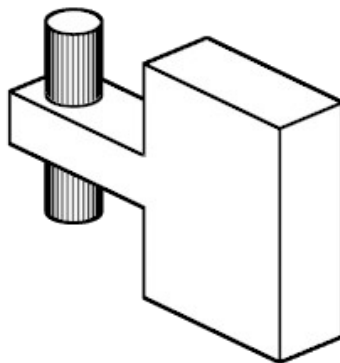


Pary kinematyczne (3D)



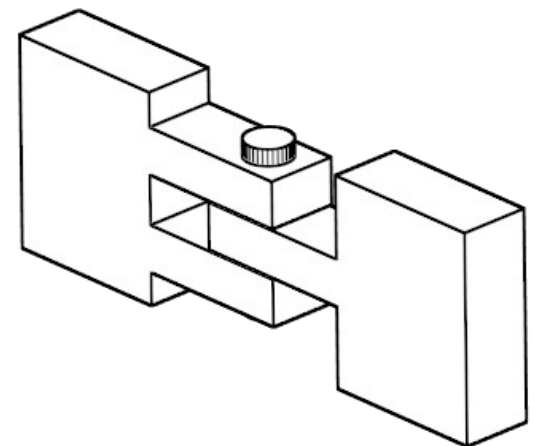
6 st.
swob.

+



6 st.
swob.

=



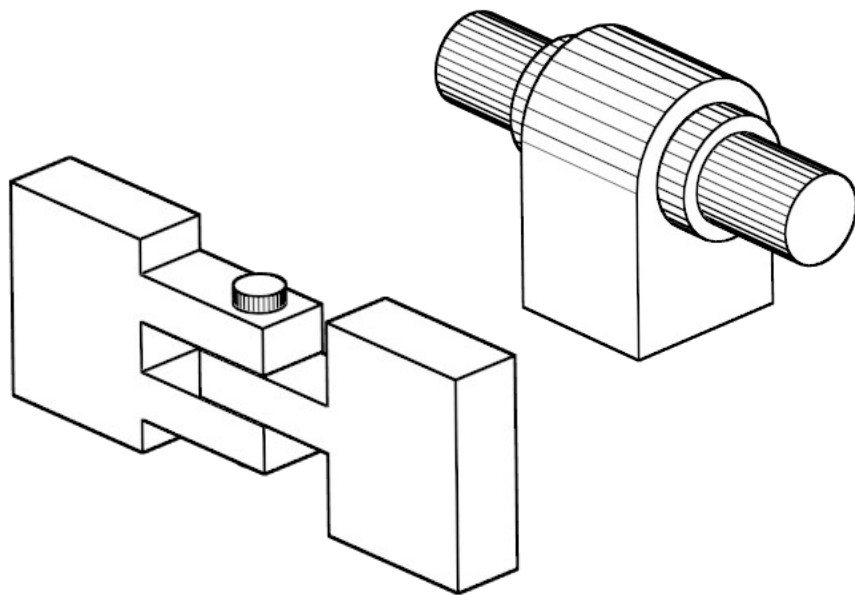
W ruchu względnym: 1st.
swob.

Jako całość: 7st. swob.

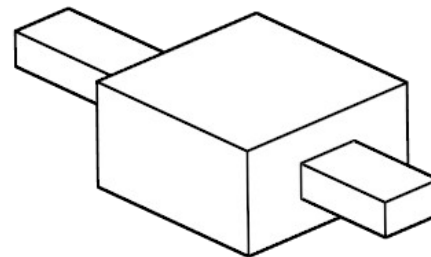
Pary kinematyczne (3D)

klasa V = 6 - 1

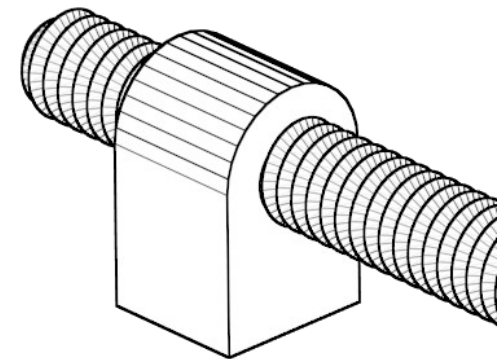
obrotowe



postępowa



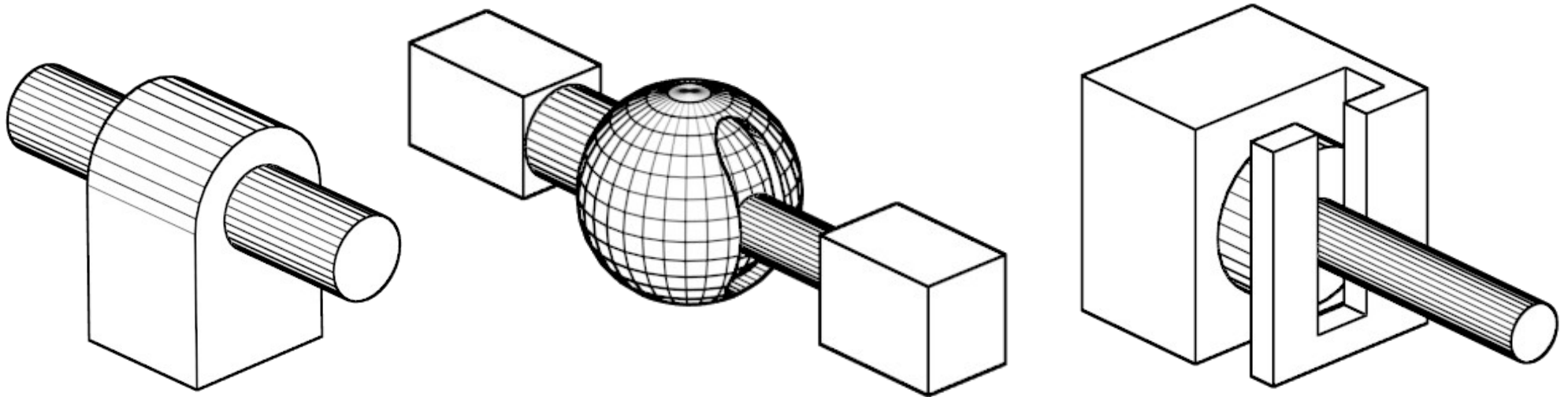
śrubowa



Pary kinematyczne (3D)

klasa IV = 6 - 2

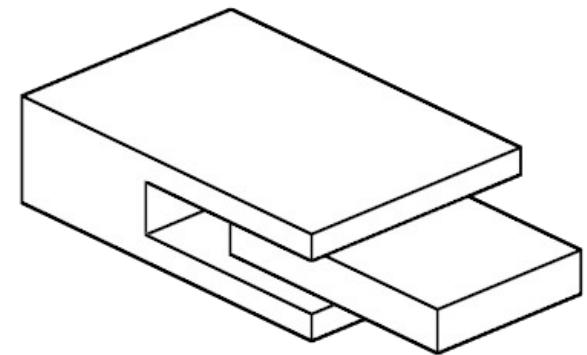
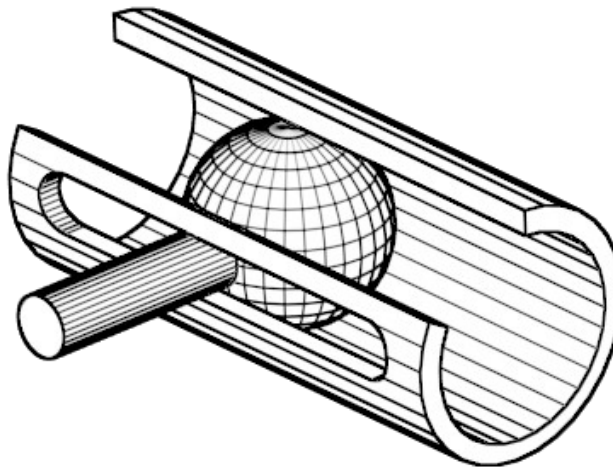
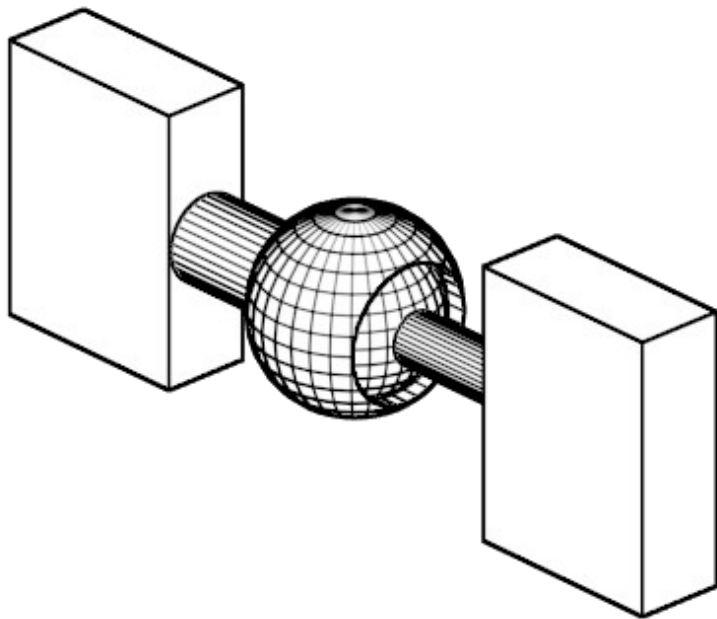
walcowa



Pary kinematyczne (3D)

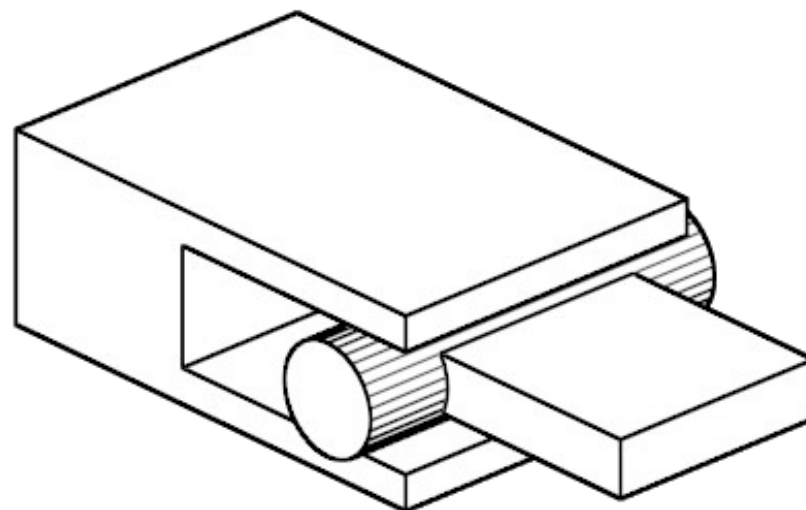
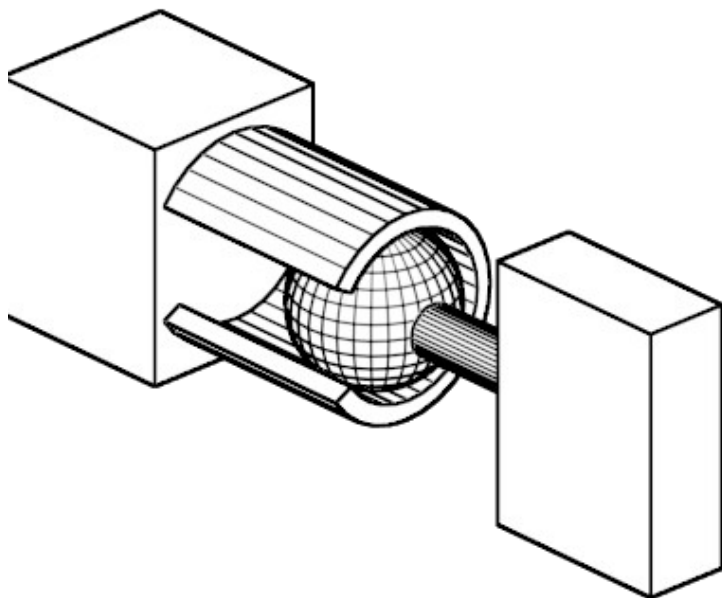
klasa III = 6 - 3

kulista



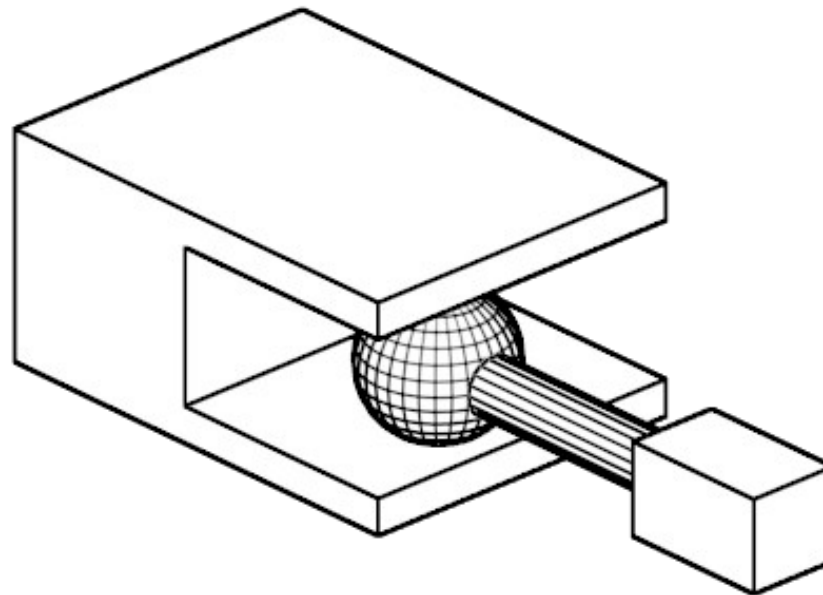
Pary kinematyczne (3D)

klasa II = 6 - 4



Pary kinematyczne (3D)

klasa I = 6 – 5



Pary kinematyczne (2D)

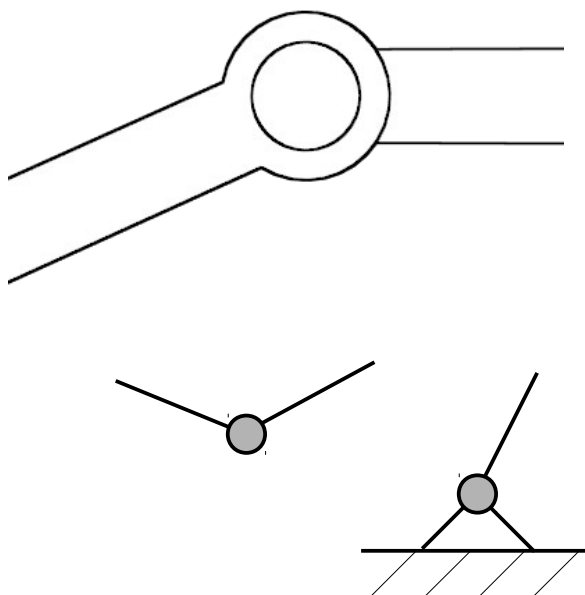
klasa I, klasa II → nie możliwe w 2D

klasa III → bryła swobodna w 2D

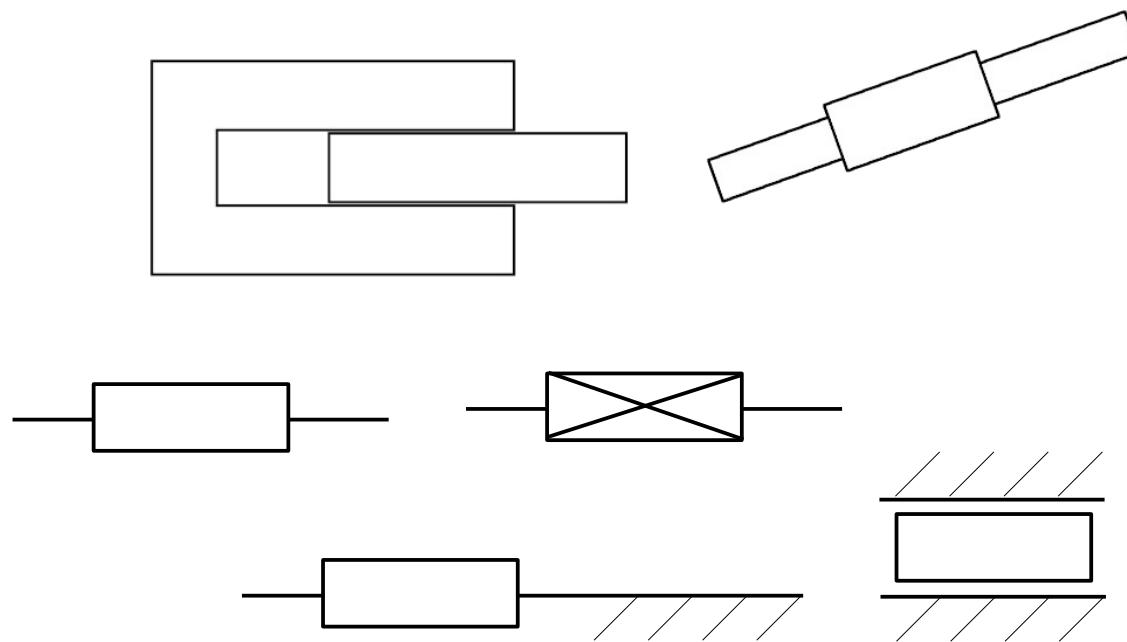
Pary kinematyczne (2D)

klasa V = 6 - 1

obrotowa

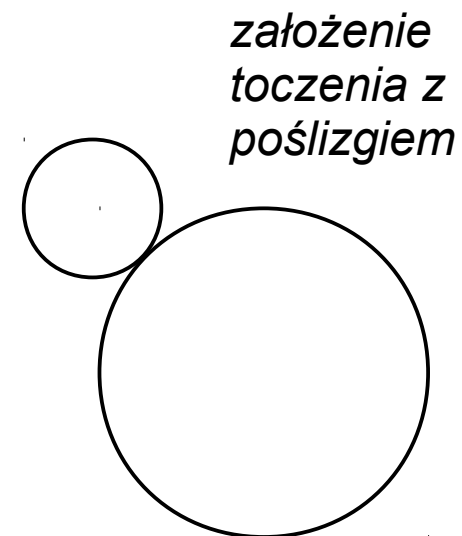
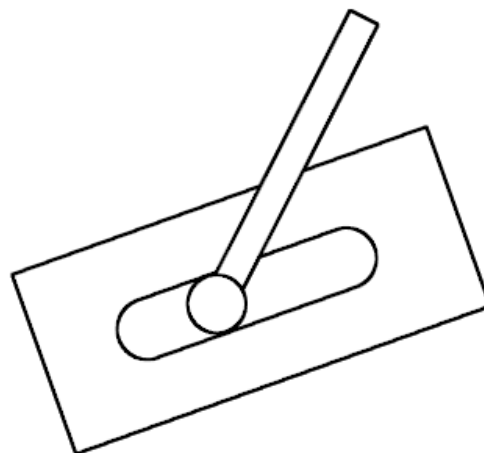
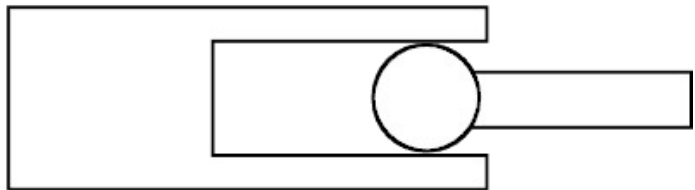


postępowa



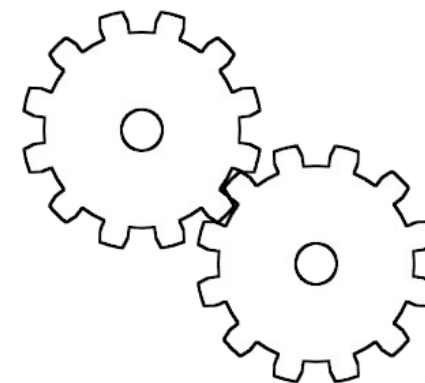
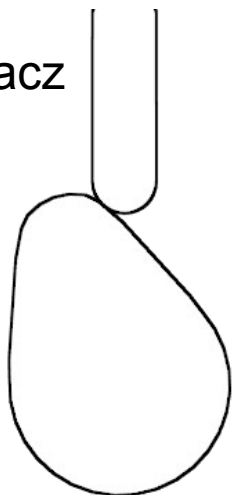
Pary kinematyczne (2D)

klasa IV = 6 - 2



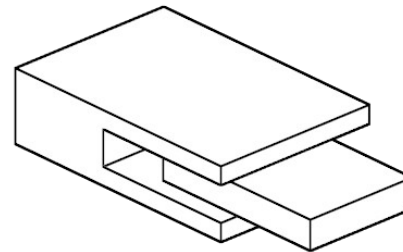
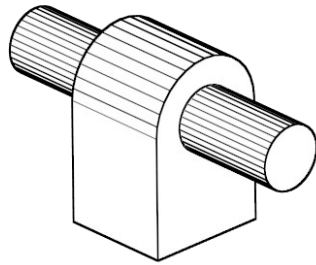
popychacz

krzywka

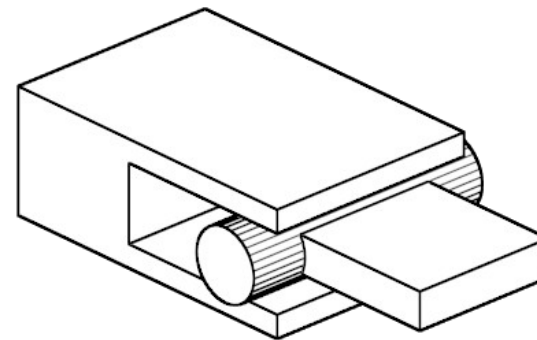
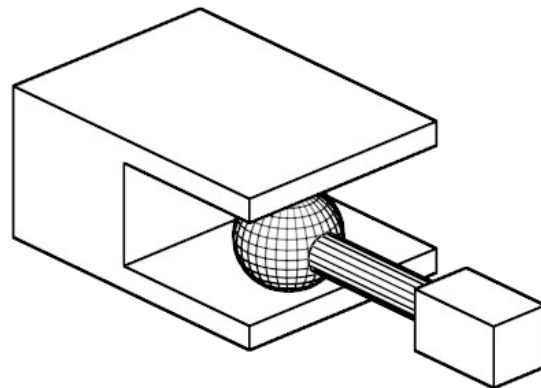


Pary kinematyczne

Para niższa – kontakt powierzchniowy

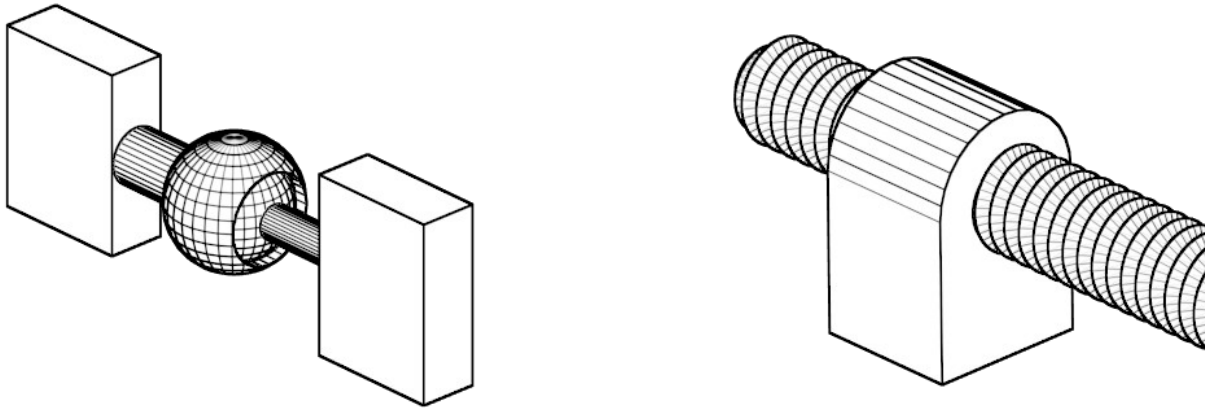


Para wyższa – kontakt punktowy bądź liniowy

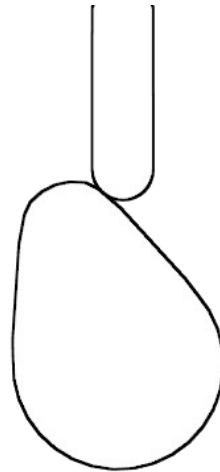


Pary kinematyczne

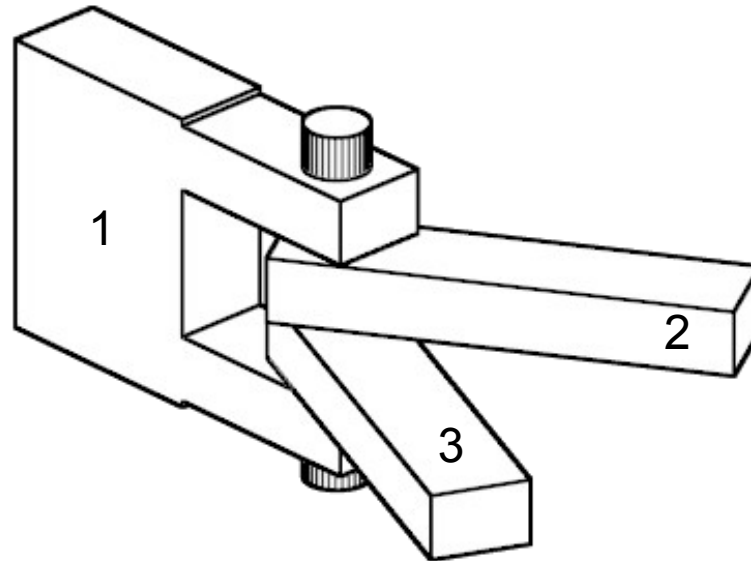
Para zamknięta – zachowanie kontaktu poprzez geometrię



Para otwarta – kontakt zachowany z użyciem dodatkowej siły



Wielokrotne pary kinematyczne



2 człony \rightarrow 1 para kinematyczna

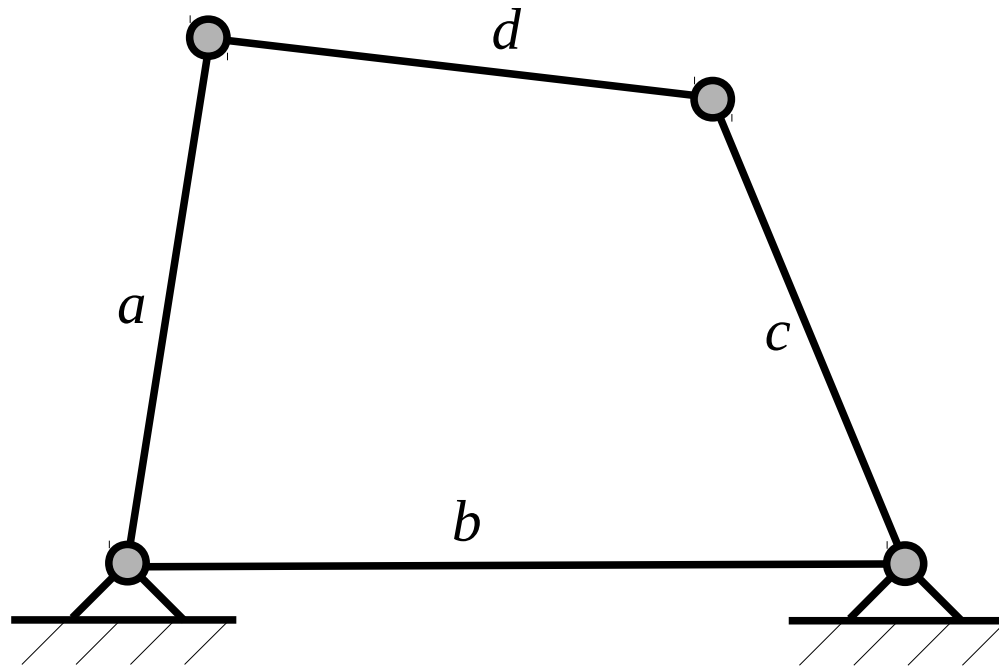
3 człony \rightarrow 2 para kinematyczna

...

...

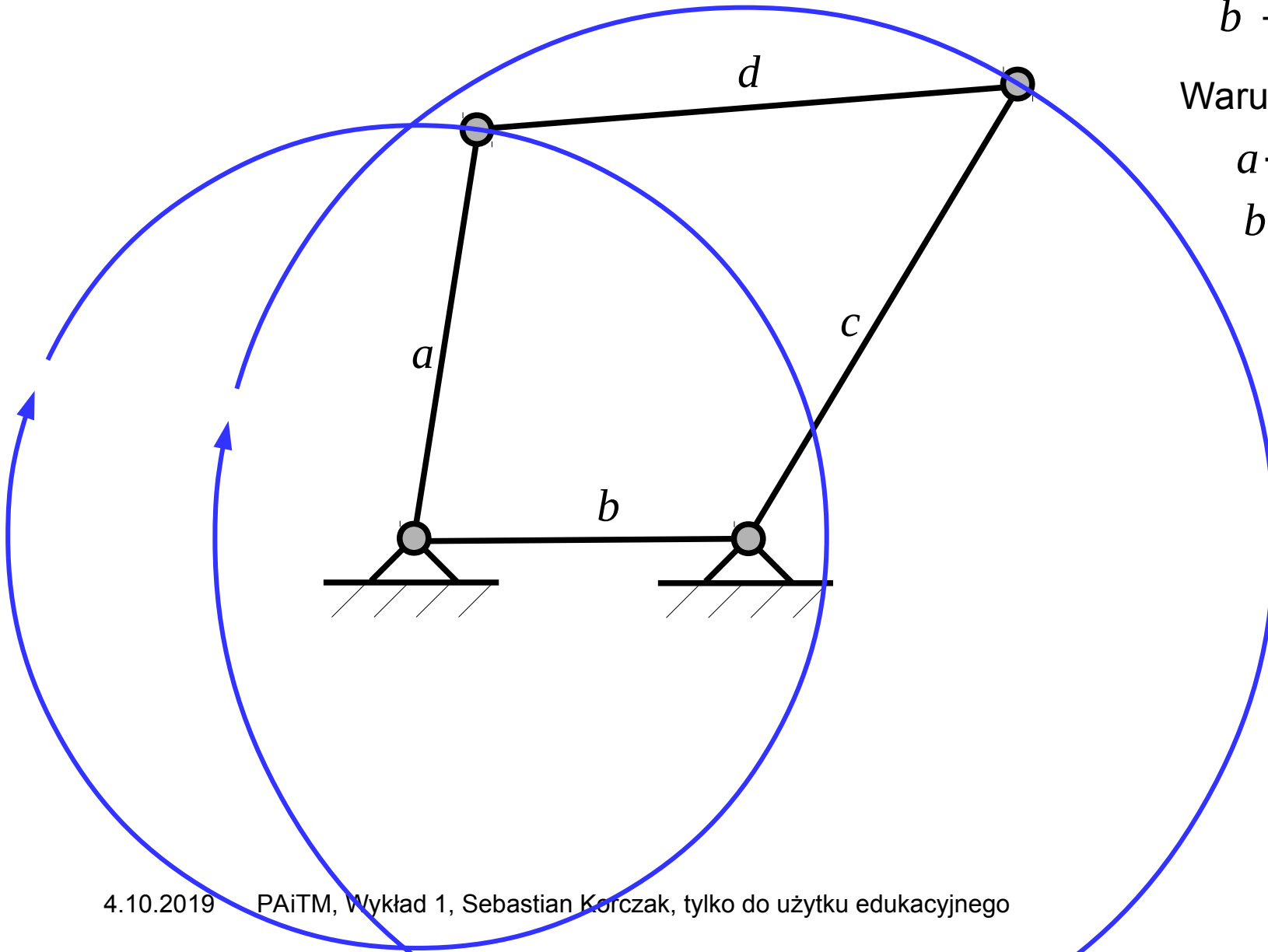
Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



b - najkrótszy

Warunki Grashof'a:

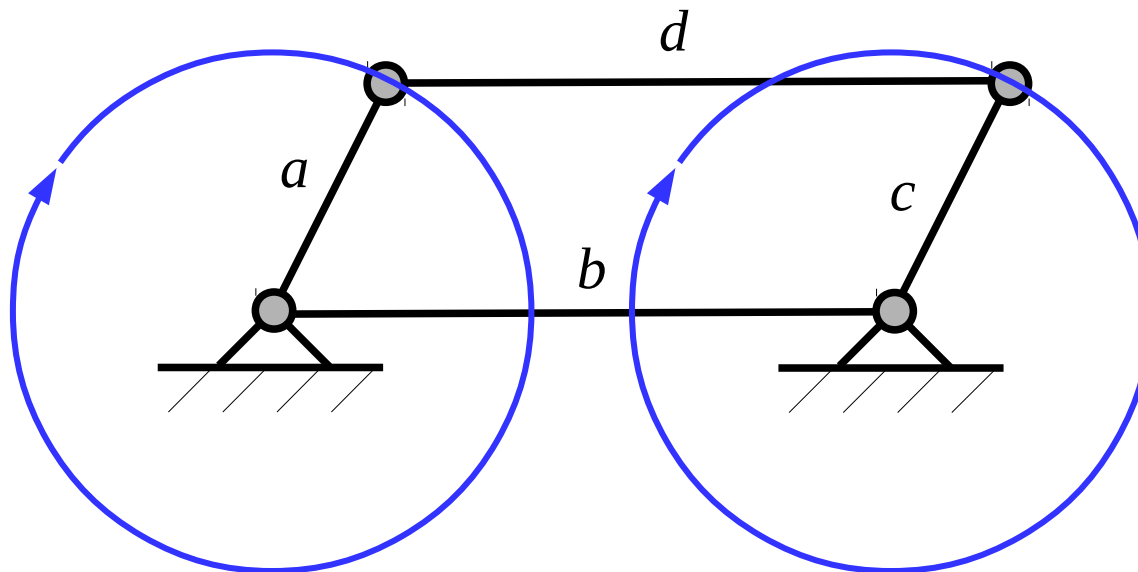
$$a + b \leq c + d$$

$$b + c \leq a + d$$

Mechanizm dwukorbowy

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy

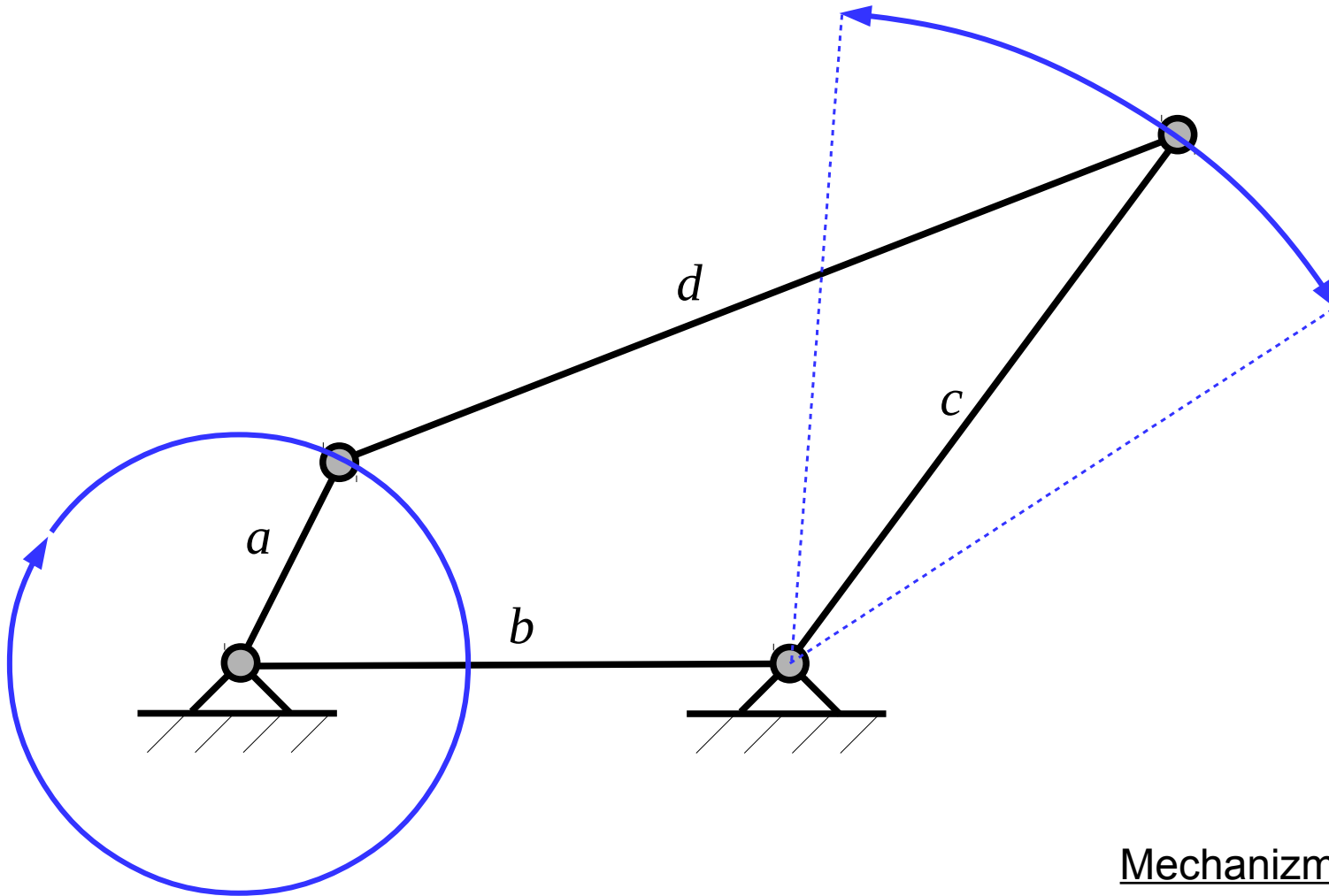


$$a+b=c+d$$
$$a=c$$

Mechanizm dwukorbowy współbieżny

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



a - najkrótszy

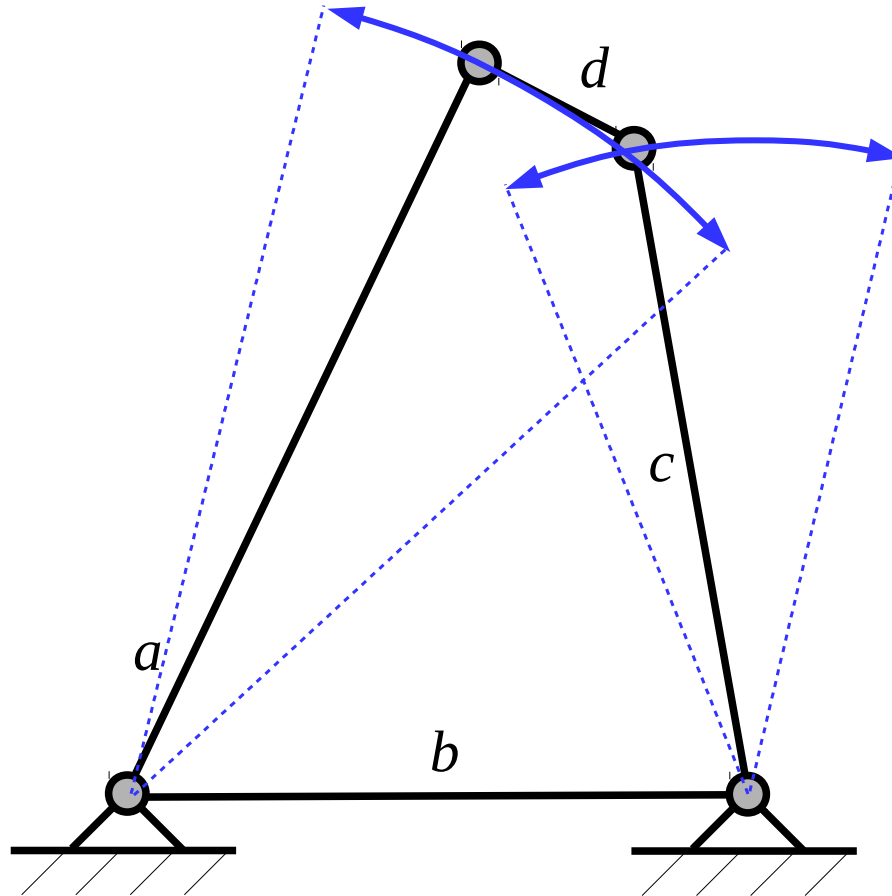
Warunek Grashof'a:

$$a + d < b + c$$

Mechanizm korbowo-wahaczowy

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



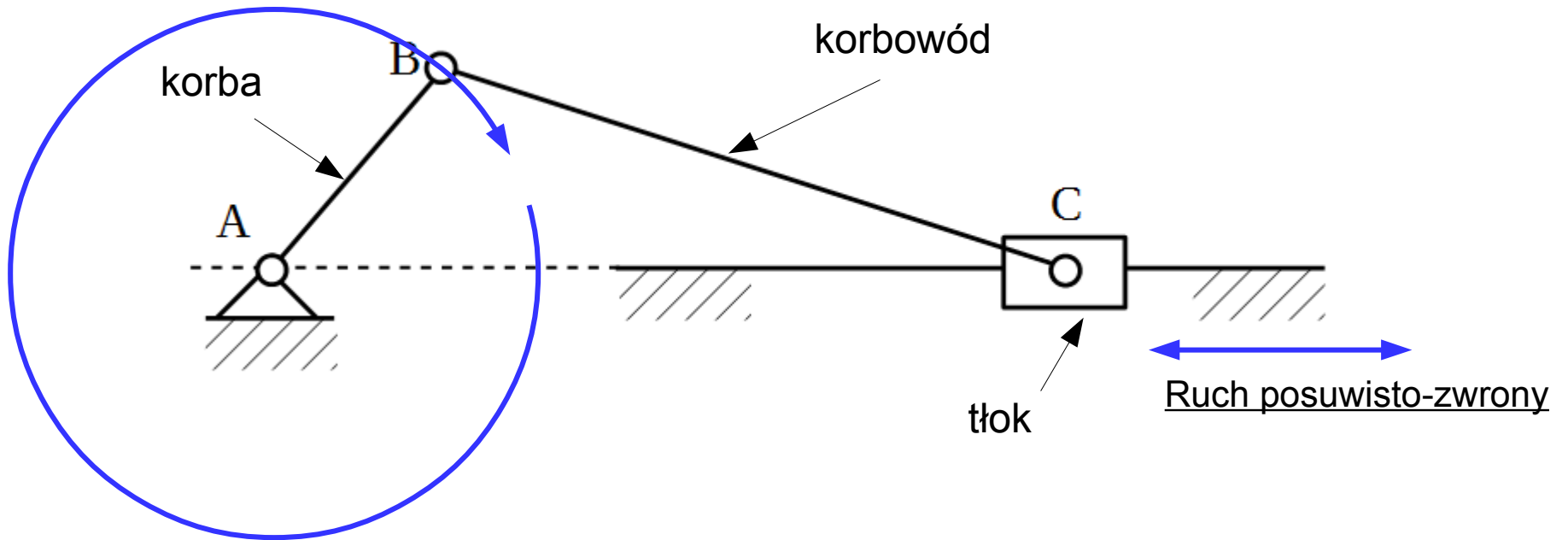
d - najkrótszy

$$a+d > b+c$$

Mechanizm dwuwahaczowy

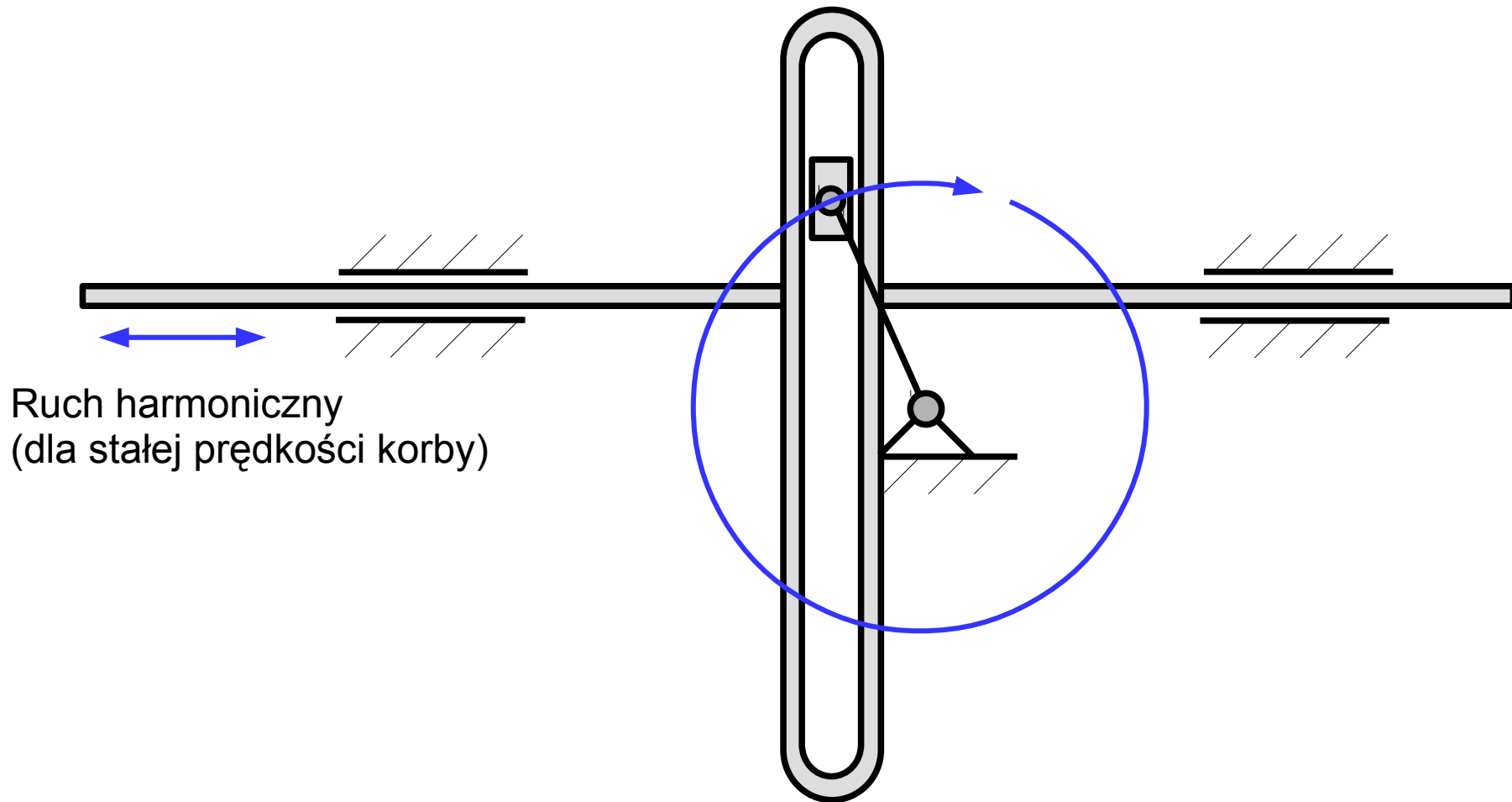
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm korbowo-wodzikowy



Mechanizmy - przykłady

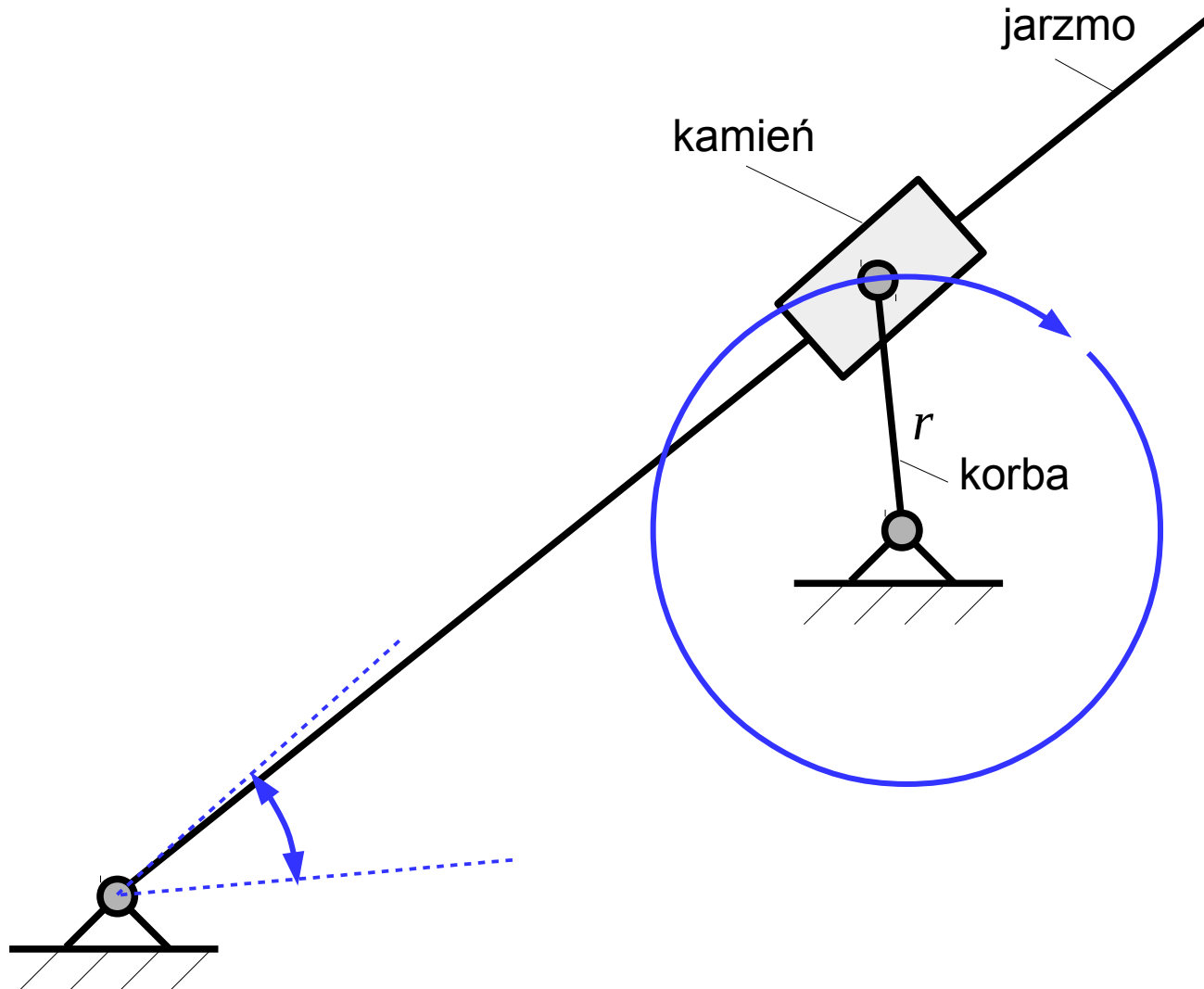
Scotch yoke



Ruch harmoniczny
(dla stałej prędkości korby)

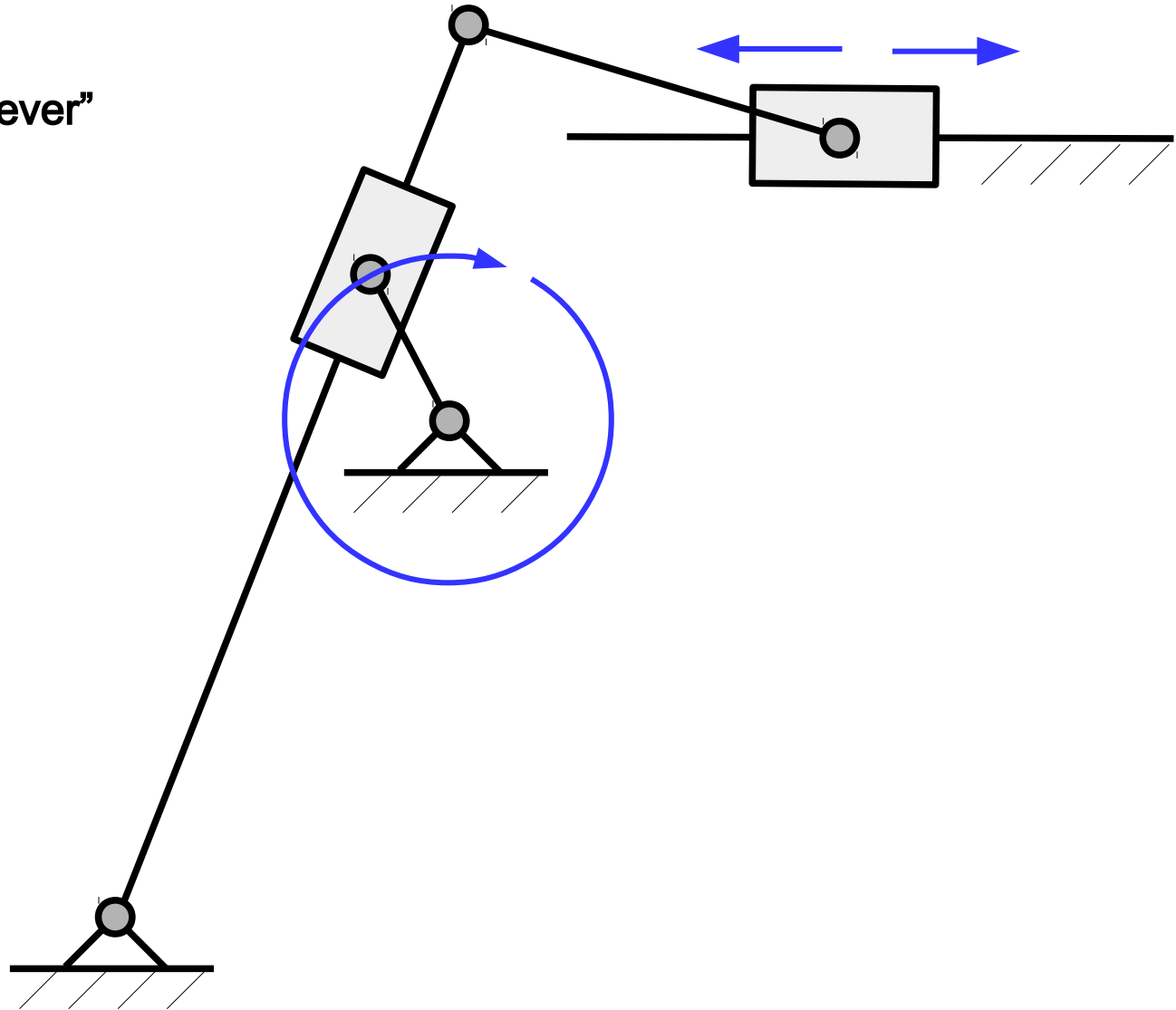
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm jarzmowy



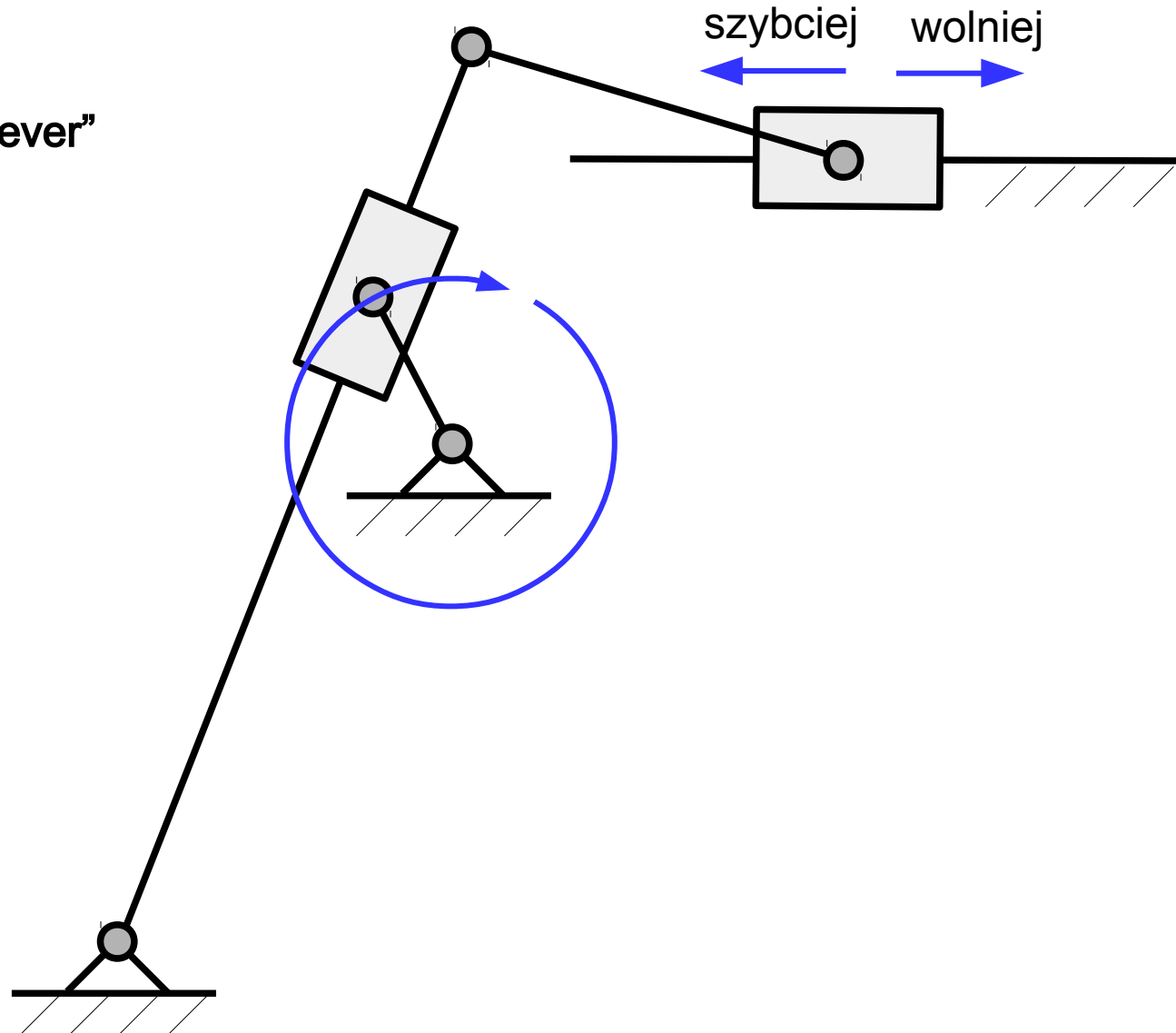
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm „slotted lever”



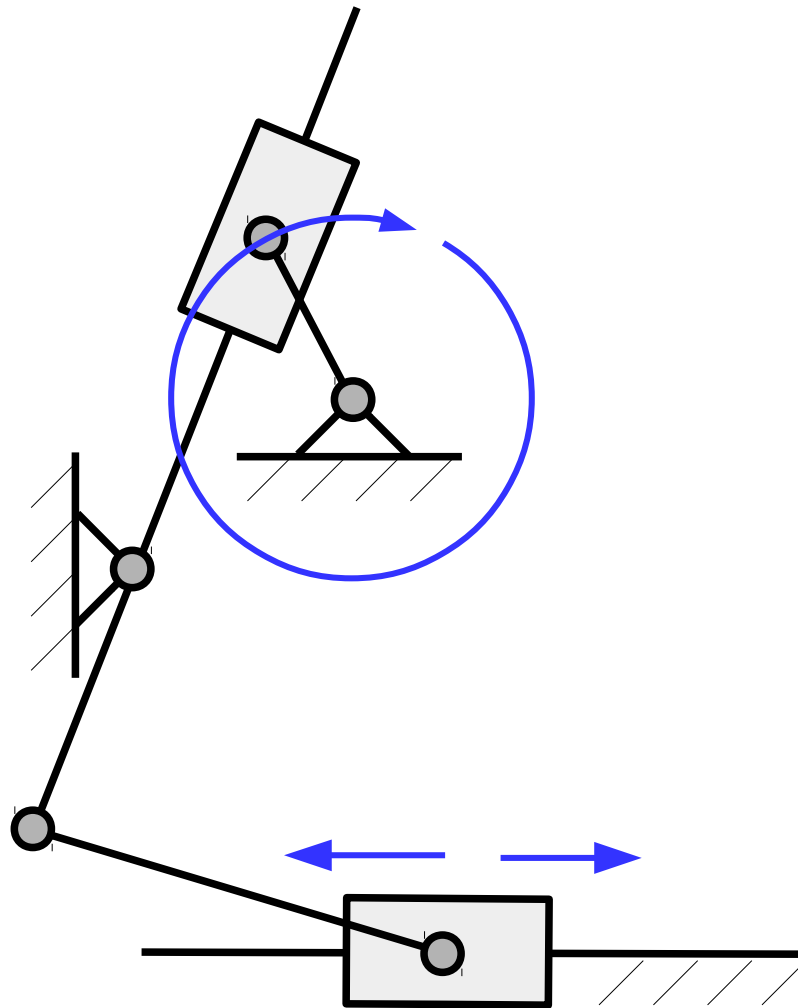
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm „slotted lever”



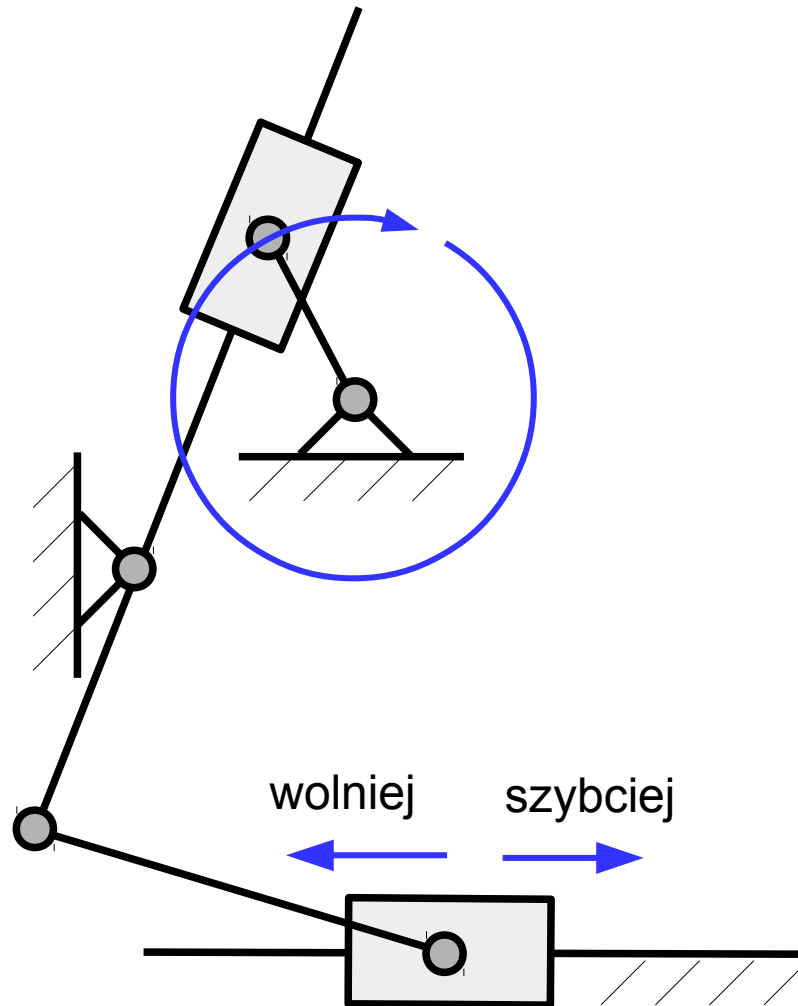
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm szybkiego powrotu Whitworth'a



Mechanizmy - przykłady

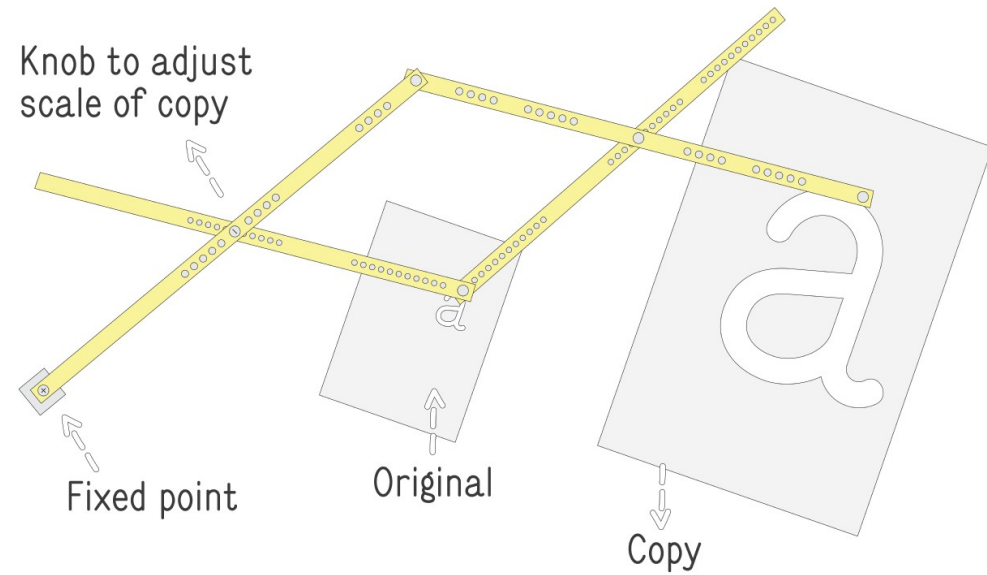
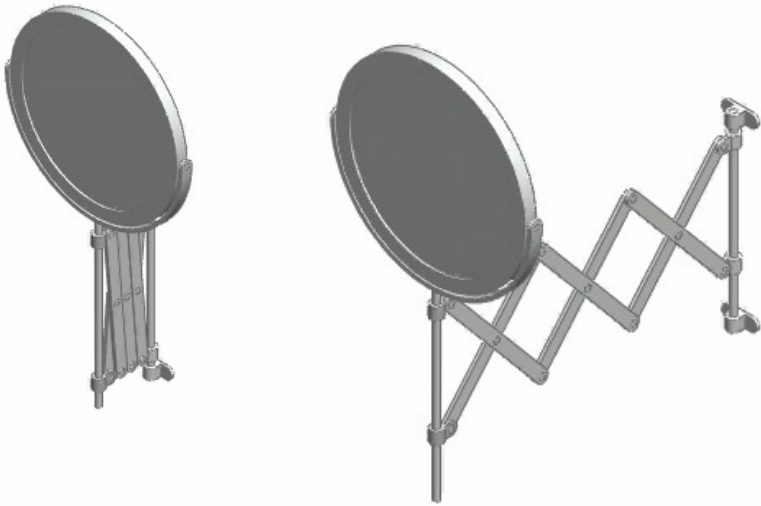
Mechanizm szybkiego powrotu Whitworth'a



Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy -
zastosowanie

Pantograf

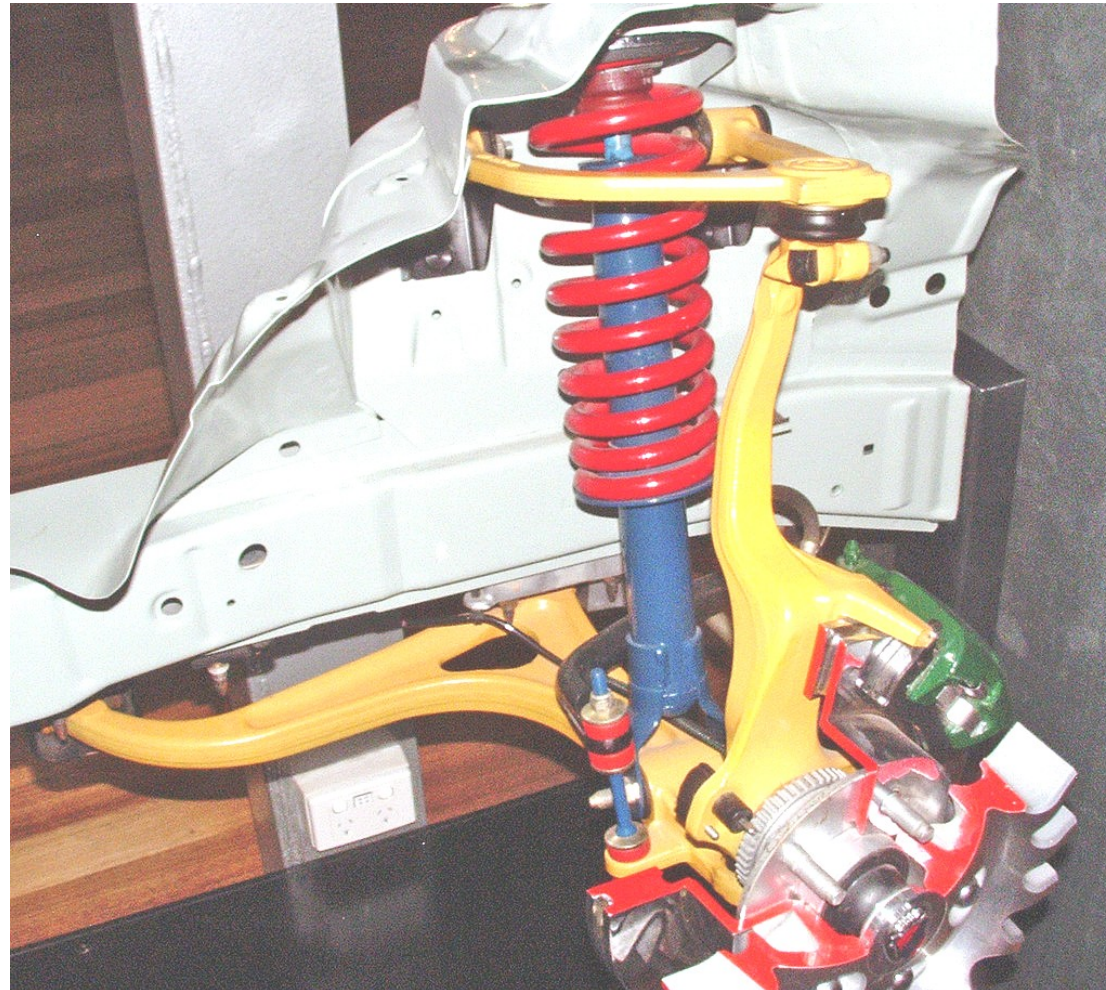


source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pantograph>

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy -
zastosowanie

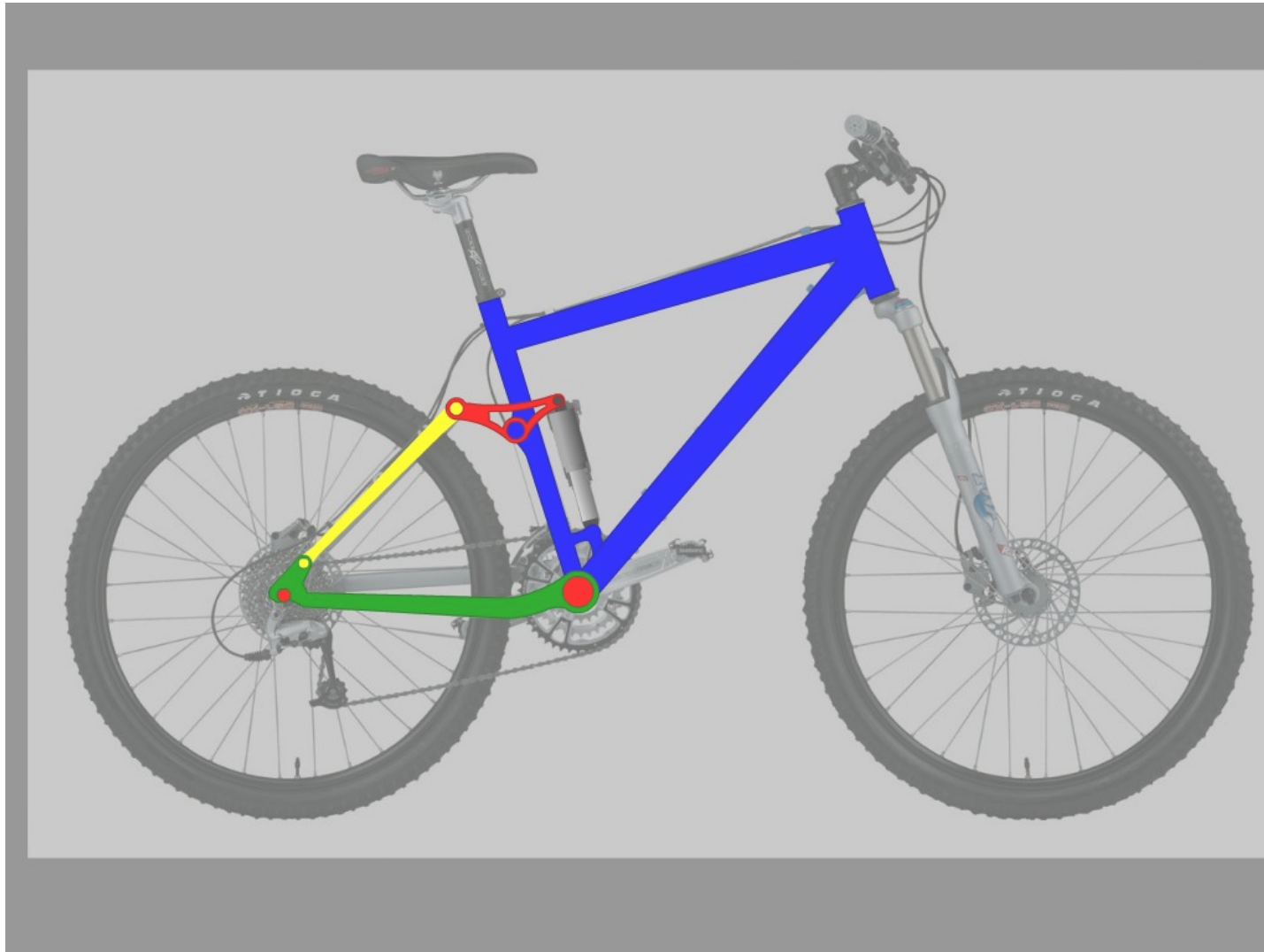
Zawieszenie dwuwahaczowe



źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Double_wishbone_suspension

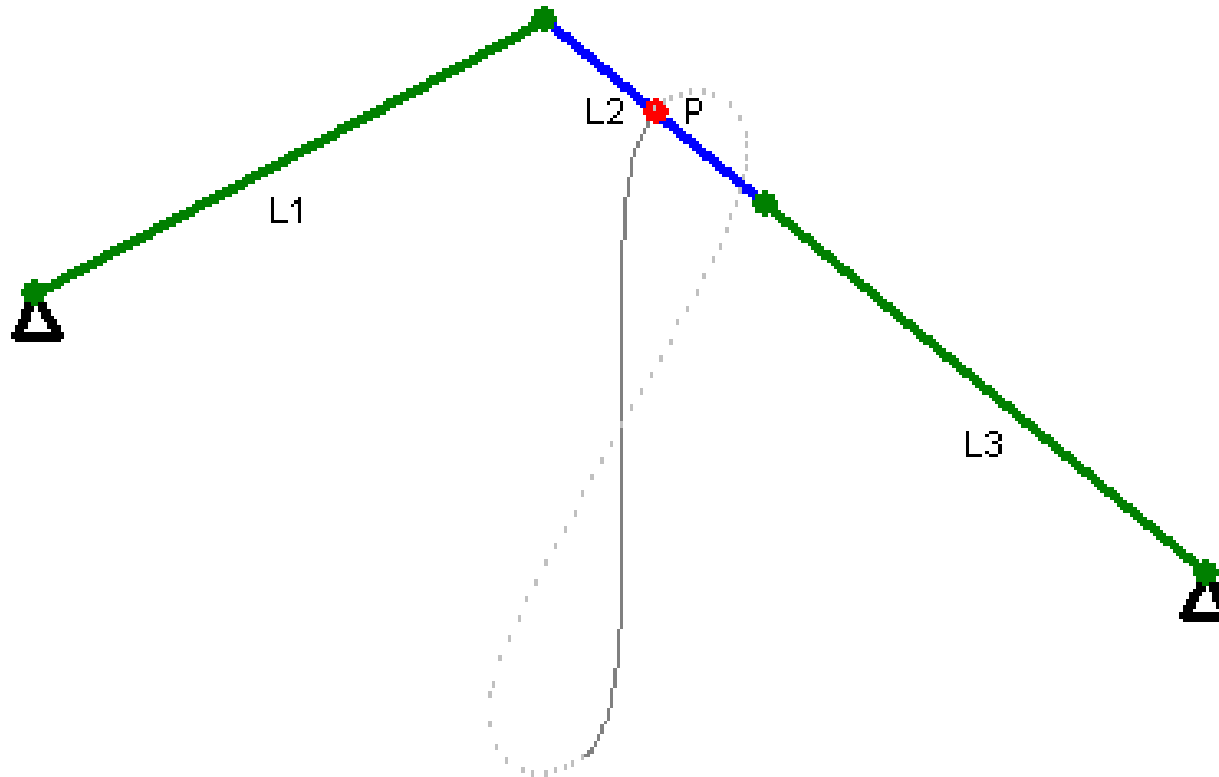
Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy -
zastosowanie



Mechanizmy - przykłady

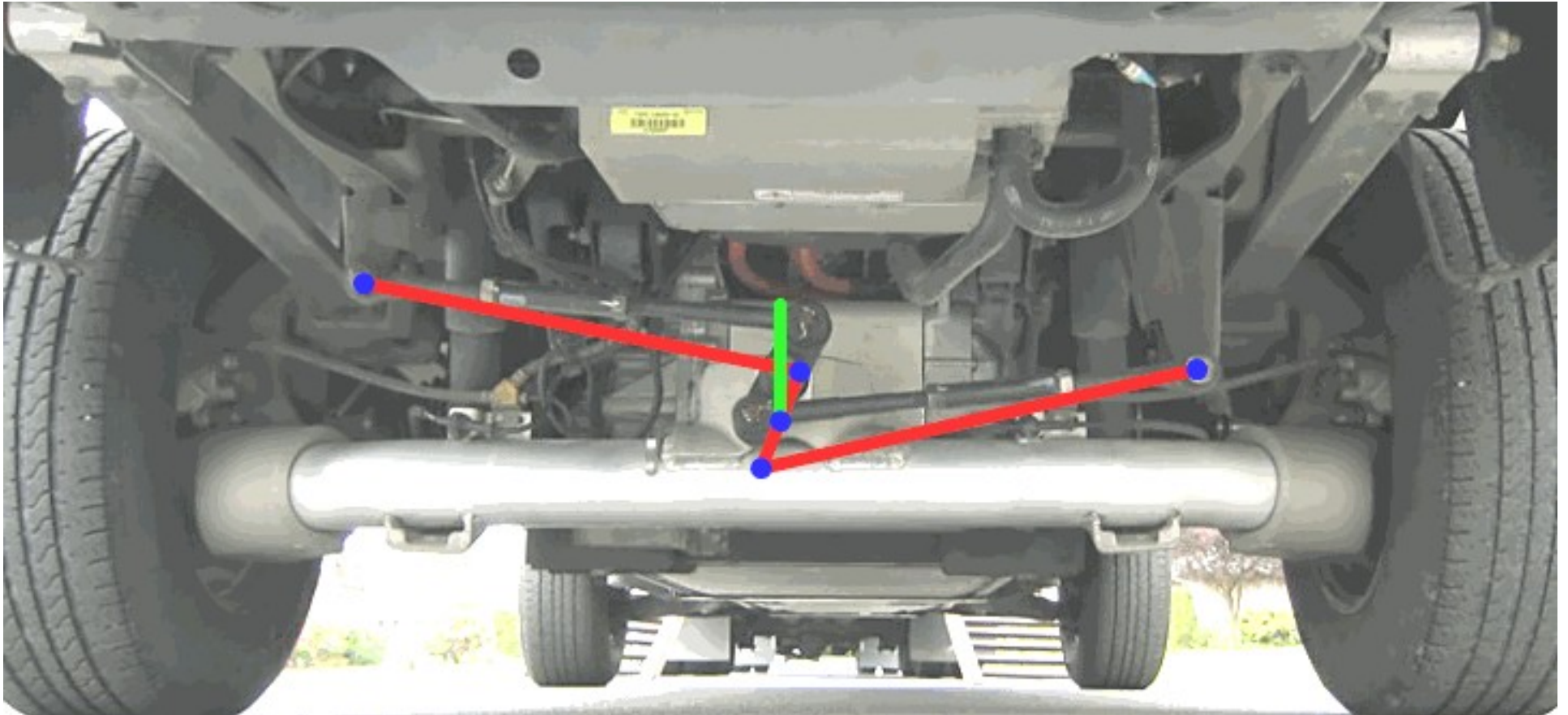
Mechanizm Watt'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Watt%27s_linkage

Mechanizmy - przykłady

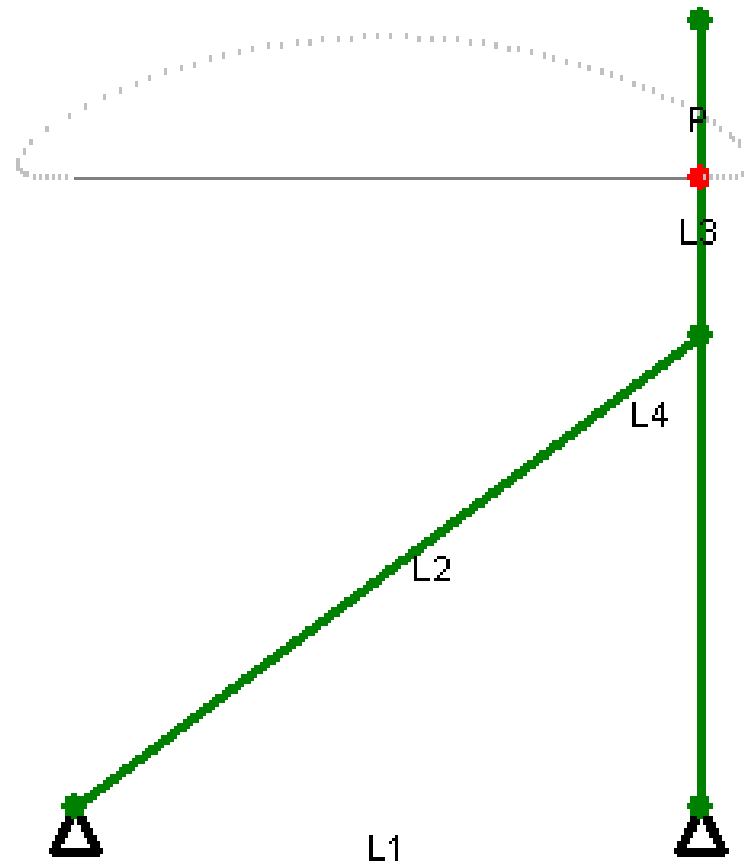
Mechanizm Watt'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Watt%27s_linkage

Mechanizmy - przykłady

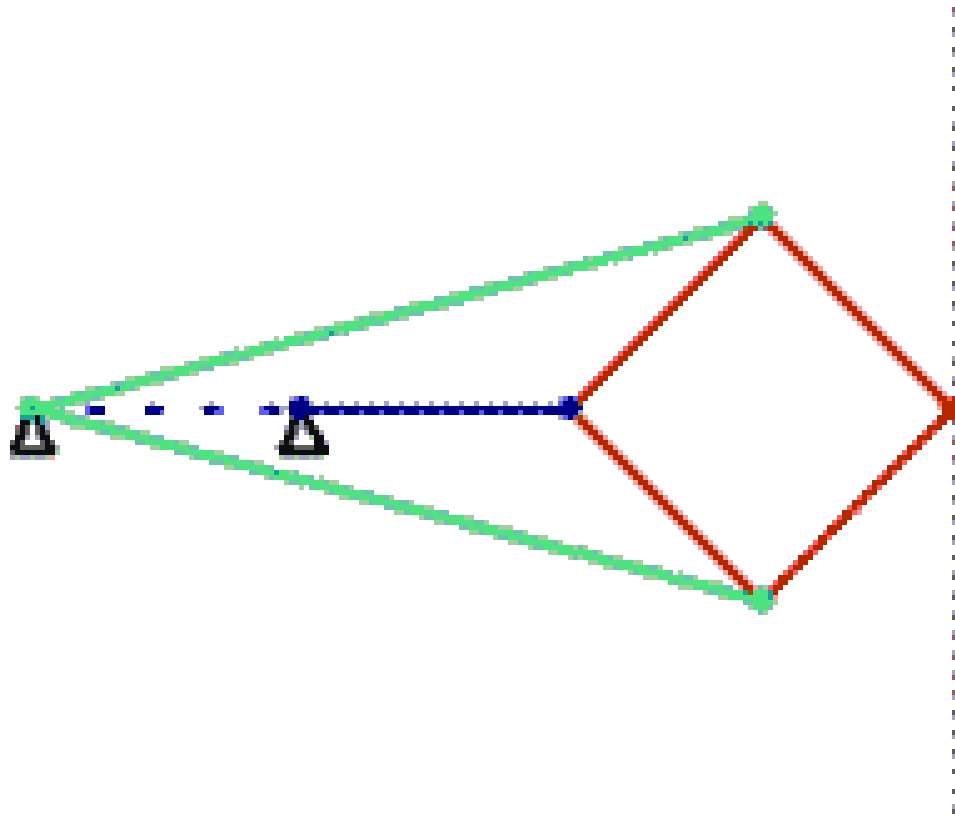
Mechanizm Chebyshev'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Chebyshev_linkage

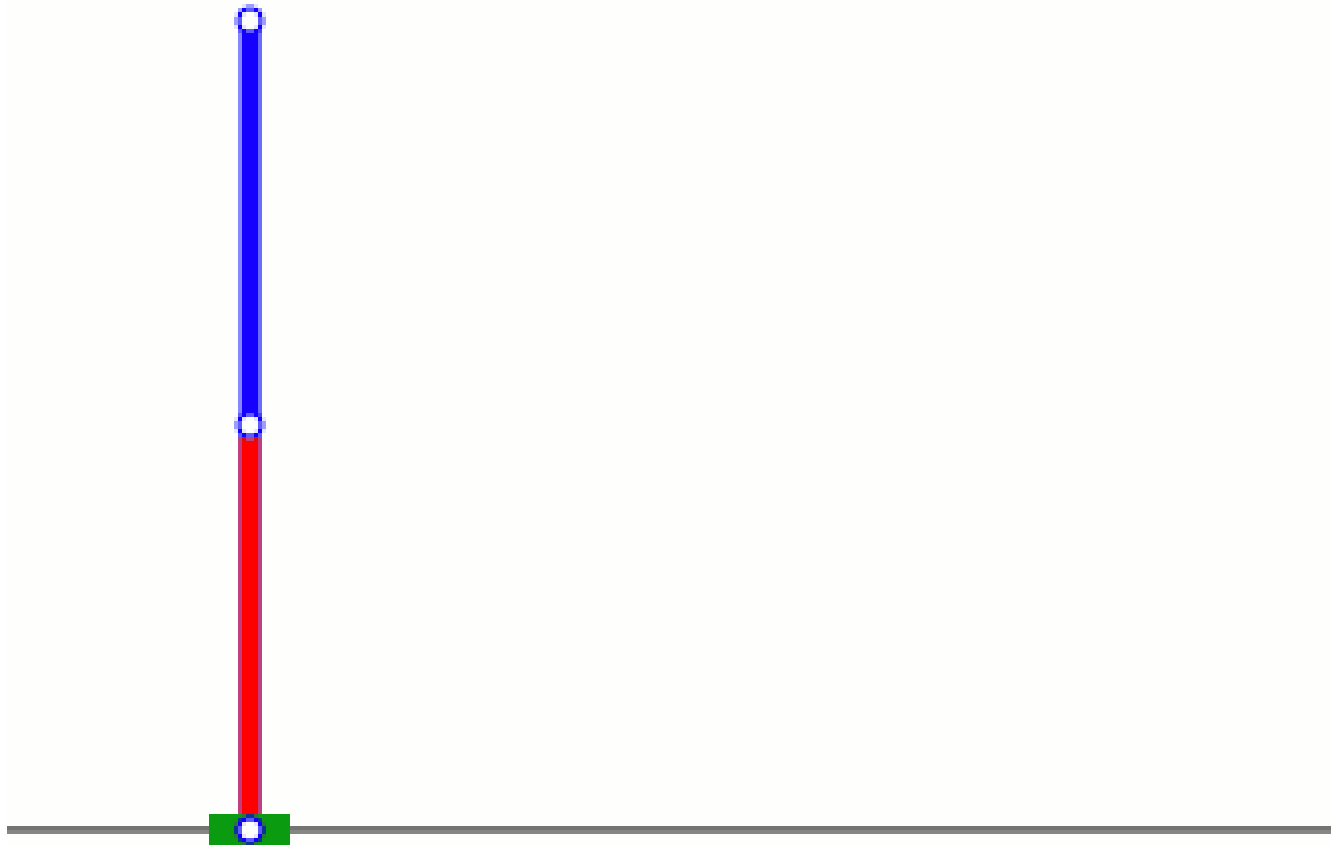
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm Peaucellier–Lipkin'a



Mechanizmy - przykłady

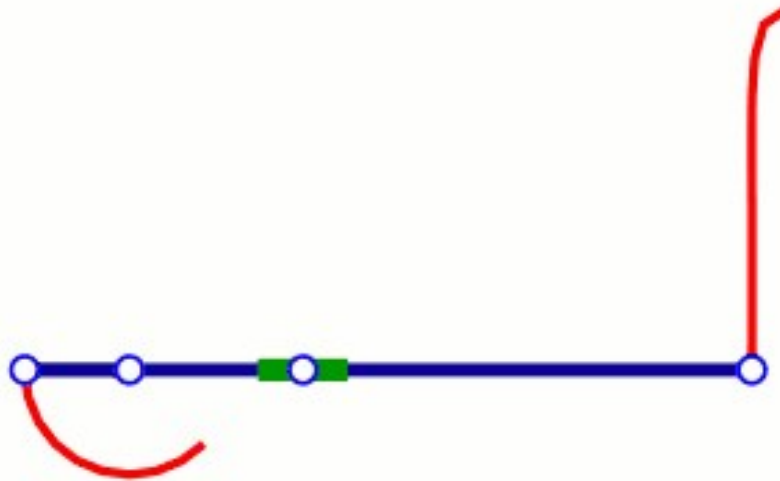
Mechanizm Scott-Russell'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Scott_Russell_linkage

Mechanizmy - przykłady

Mechanizm Hoeckens'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Hoeckens_linkage

Mechanizmy - przykłady

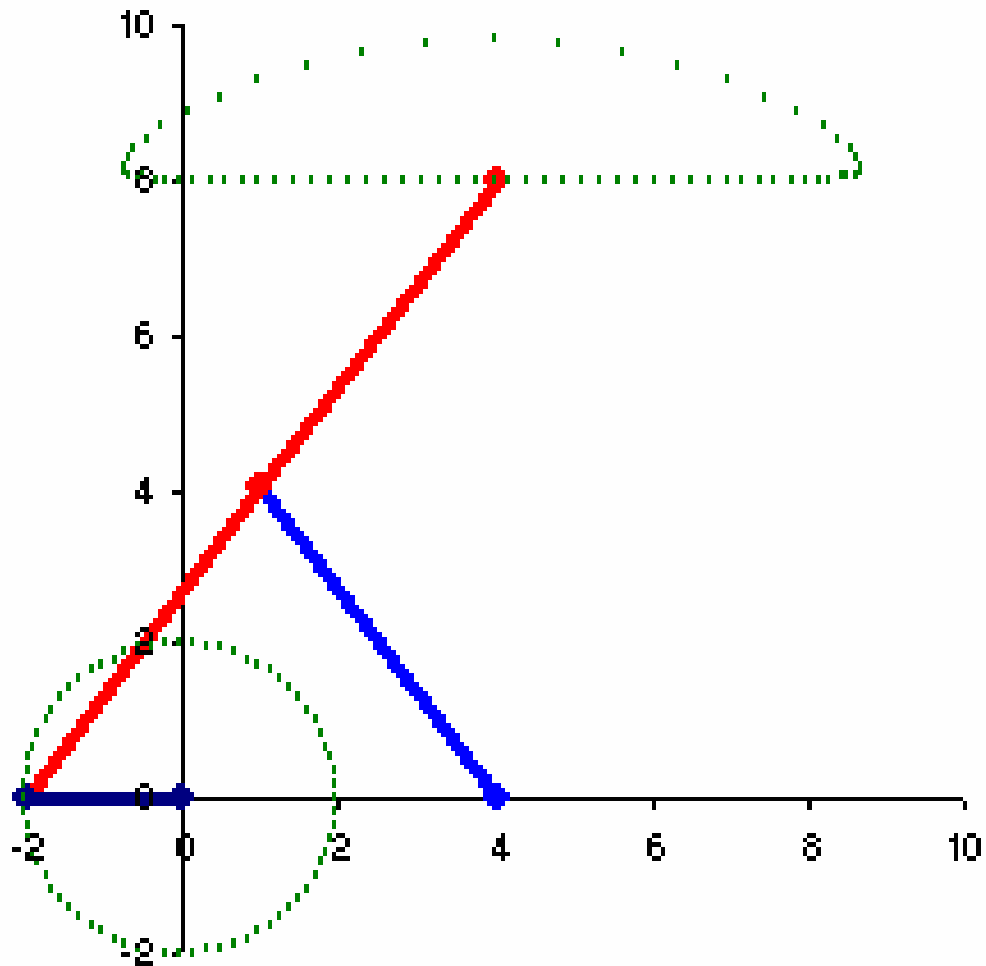
Mechanizm Sarrus'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Sarrus_linkage

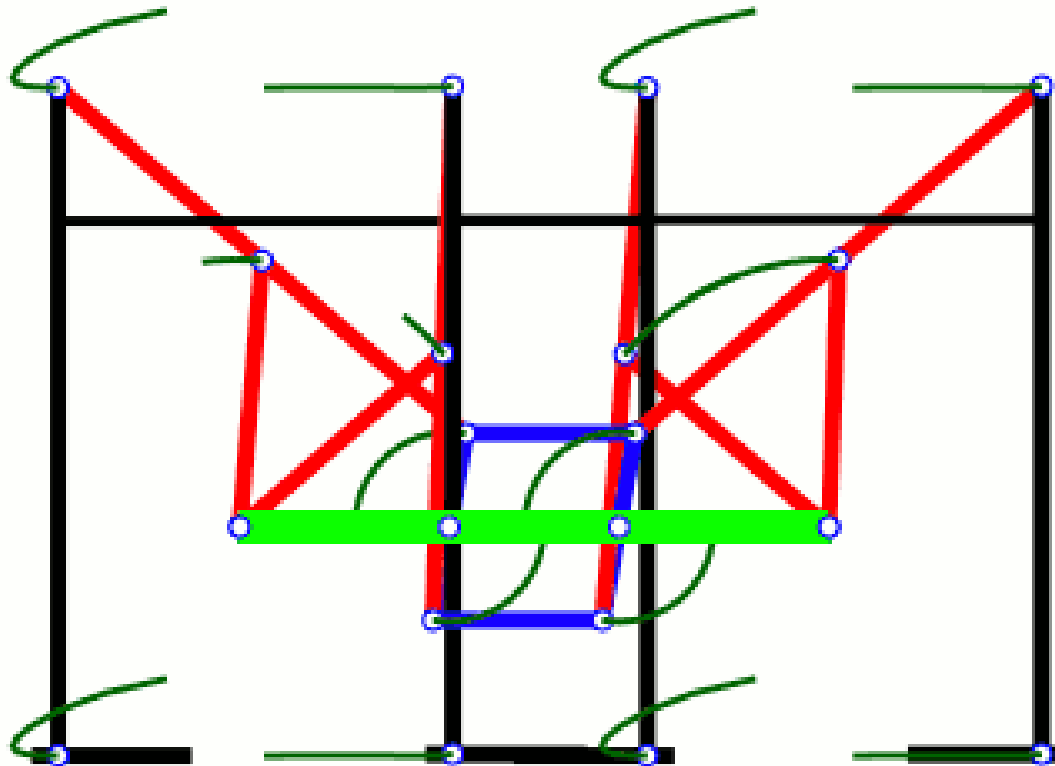
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm Lambda Chebyshev'a



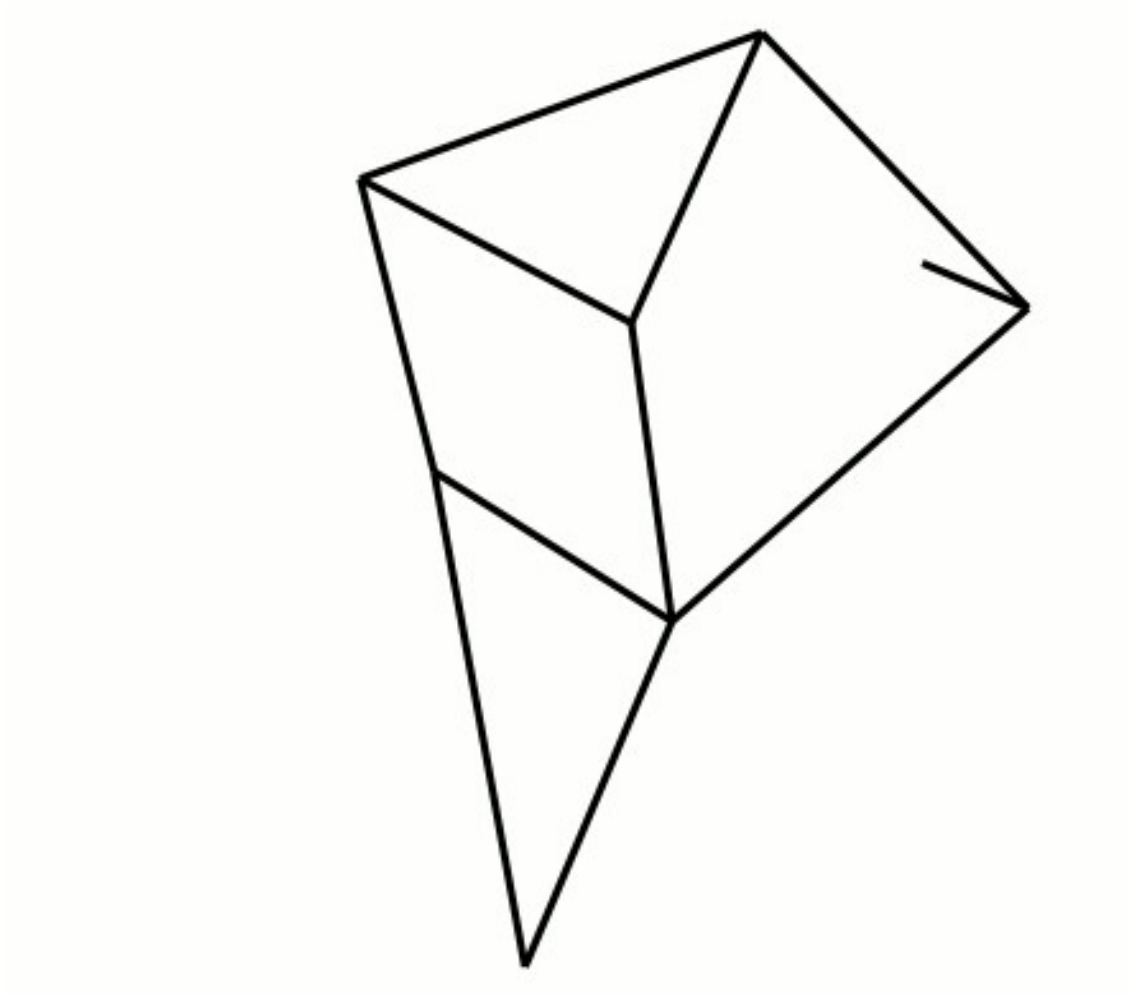
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm Lambda Chebyshev'a



Mechanizmy - przykłady

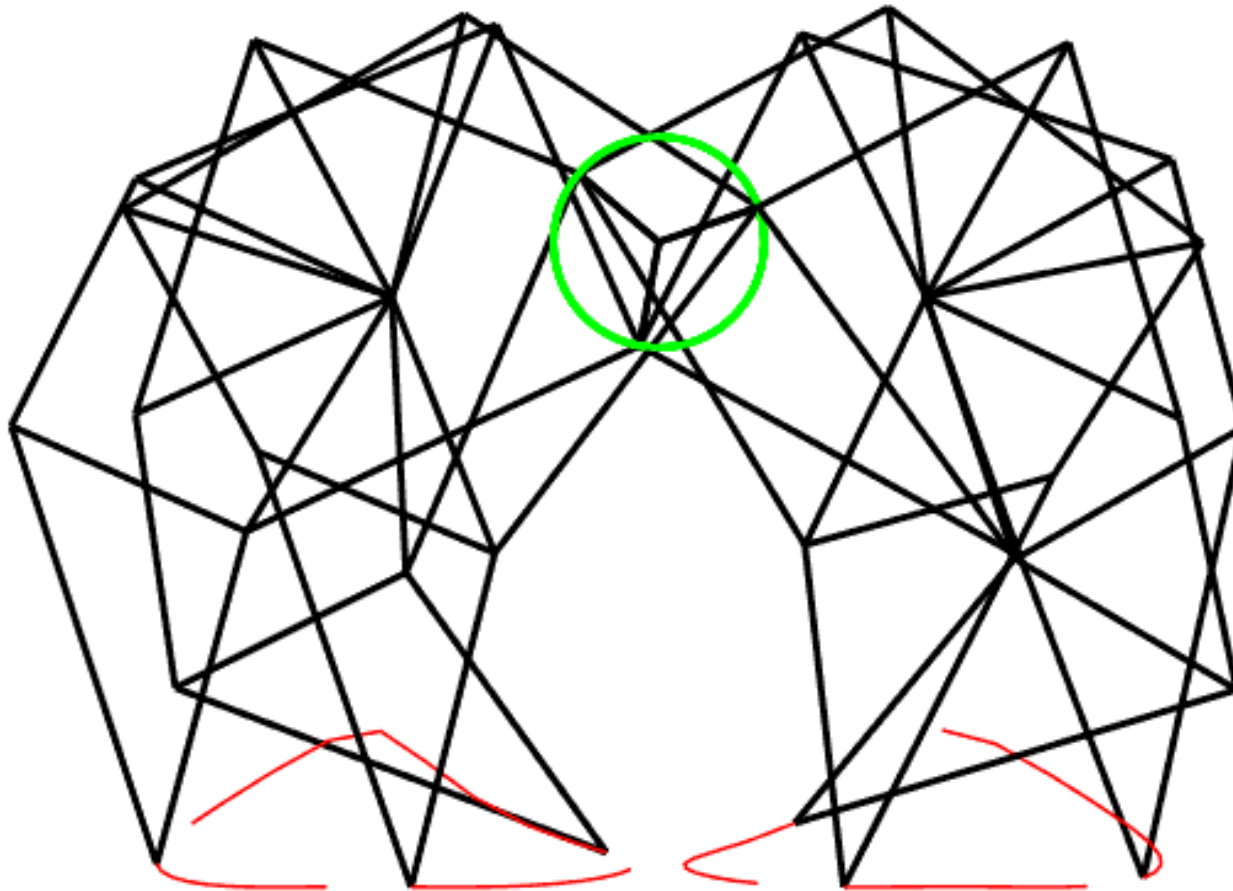
Mechanizm Jansen'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Jansen%27s_linkage

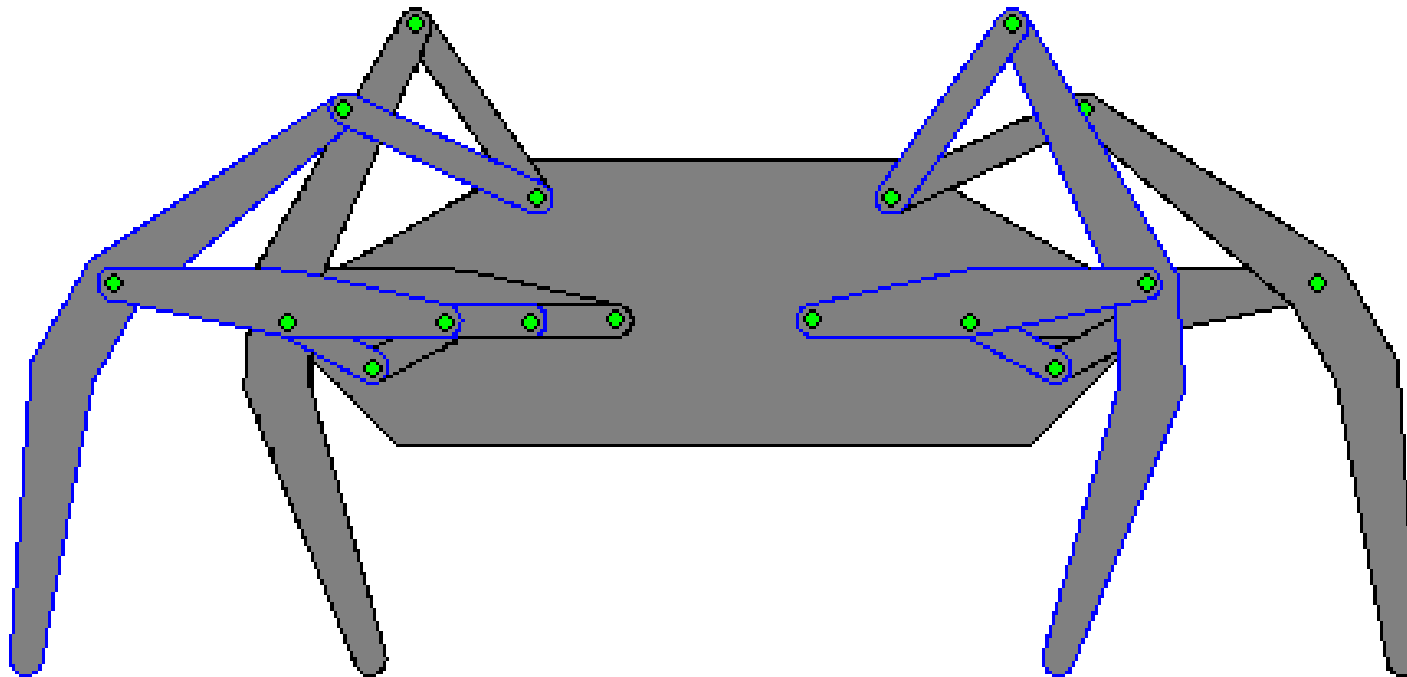
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm Jansen'a



Mechanizmy - przykłady

Mechanizm Klann'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Klann_linkage

Ruchliwość łańcucha kinematycznego

Ruchliwość – liczba stopni swobody mechanizmu względem podstawy

Ruchliwość łańcucha kinematycznego

Ruchliwość – liczba stopni swobody mechanizmu względem podstawy

Wzory strukturalne (Chebychev–Grübler–Kutzbach)

$$(3D) \quad F = 6N - p_1 - 2p_2 - 3p_3 - 4p_4 - 5p_5$$

N – liczba elementów ruchomych

p_i – liczba par kinematycznych i -tej klasy

Ruchliwość łańcucha kinematycznego

Ruchliwość – liczba stopni swobody mechanizmu względem podstawy

Wzory strukturalne (Chebychev–Grübler–Kutzbach)

$$(3D) \quad F = 6N - p_1 - 2p_2 - 3p_3 - 4p_4 - 5p_5$$

$$(2D) \quad F = 3N - p_4 - 2p_5$$

N – liczba elementów ruchomych

p_i – liczba par kinematycznych i -tej klasy

Ruchliwość łańcucha kinematycznego

Ruchliwość – liczba stopni swobody mechanizmu względem podstawy

Wzory strukturalne (Chebychev–Grübler–Kutzbach)

$$(3D) \quad F = 6N - p_1 - 2p_2 - 3p_3 - 4p_4 - 5p_5$$

$$(2D) \quad F = 3N - p_4 - 2p_5$$

N – liczba elementów ruchomych

p_i – liczba par kinematycznych i -tej klasy

$F \geq 1$ – mechanizm z możliwością ruchu

$F < 1$ – mechanizm zablokowany albo
ruchomy z więzami biernymi

Wyznacznie ruchliwości – przykład

