Politechnika Warszawska
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Instytut Podstaw Budowy Maszyn
Zakład Mechaniki
http://www.ipbm.simr.pw.edu.pl/

Teoria maszyn i podstawy automatyki

semestr zimowy 2017/2018

dr inż. Sebastian Korczak

Teoria maszyn i podstawy automatyki

semestr zimowy 2017/2018

inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych / mechatronika

wykład: 30 godzin

projekt: 15 godzin

ECTS: 4

Typ zaliczenia: E / Z1

Teoria maszyn i podstawy automatyki

semestr zimowy 2017/2018

inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych / mechatronika

wykład: 30 godzin

projekt: 15 godzin

ECTS: 4

Typ zaliczenia: E / Z1

Warunek dopuszczenia do egzaminu:
zaliczenie zajęć projektowych na ocenę co najmniej dostateczną

Teoria maszyn i podstawy automatyki

semestr zimowy 2017/2018

inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych / mechatronika

wykład: 30 godzin

projekt: 15 godzin

ECTS: 4

Typ zaliczenia: E / Z1

Warunek dopuszczenia do egzaminu:
zaliczenie zajęć projektowych na ocenę co najmniej dostateczną

Warunek zaliczenia zajęć projektowych:
Oddanie i przyjęcie przez prowadzącego grupę wszystkich projektów oraz uzyskanie co najmniej dostatecznej oceny końcowej

Teoria maszyn i podstawy automatyki

semestr zimowy 2017/2018

inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych / mechatronika

wykład: 30 godzin

projekt: 15 godzin

ECTS: 4

Typ zaliczenia: E / Z1

Zasady-studiowania-na-wydziale-SiMR-w-roku-akademickim-2017-2018

“Terminem ustalenia oceny zaliczenia przedmiotu typu „Z1” jest ostatni dzień sesji egzaminacyjnej danego semestru”

Teoria maszyn i podstawy automatyki

semestr zimowy 2017/2018

inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych / mechatronika

wykład: 30 godzin

projekt: 15 godzin

ECTS: 4

Typ zaliczenia: E / Z1

Zasady-studiowania-na-wydziale-SiMR-w-roku-akademickim-2017-2018

> “Zaliczenie wchodzących w skład przedmiotu typu „E” ćwiczeń laboratoryjnych lub projektowych może być honorowane w latach następnych na podstawie decyzji osoby odpowiedzialnej za przedmiot.”

Teoria maszyn i podstawy automatyki

semestr zimowy 2017/2018

inżynieria pojazdów elektrycznych i hybrydowych / mechatronika

wykład: 30 godzin

projekt: 15 godzin

ECTS: 4

Typ zaliczenia: E / Z1

UWAGA: osoby z zaliczonym projektem w roku akademickim 2015/2016 lub później muszą zgłosić to na pierwszych zajęciach wykładowcy, a w przypadku powtarzania roku również prowadzącemu grupę.

Harmonogram zajęć

5.10.2017 – wykład 1
12.10.2017 – wykład 2
19.10.2017 – wykład 3
26.10.2017 – wykład 4
2.11.2017 – wykład 5
9.11.2017 – wykład 6
16.11.2017 – wykład 7
23.11.2017 – wykład 8
30.11.2017 – wykład 9
7.12.2017 – wykład 10
14.12.2017 – wykład 11
21.12.2017 – wykład 12
23.12.2017 – 2.01.2018 – przerwa świąteczna
4.01.2018 – zajęcia zgodnie z planem poniedziałkowym
11.01.2018 – wykład 13
18.01.2018 – wykład 14
25.01.2018 – wykład 15
29.01.2018 – 11.02.2018 – sesja zimowa

Termin zajęć

W październiku – czwartki, godz. 14:15-16:00, sala 2.5

Od listopada – czwartki, godz. 15:15-17:00, sala 3.4

ZAJĘCIA PROJEKTOWE

rozpoczną się na początku listopada
obecność obowiązkowa

informacja i harmonogram
wykład, strona www, tablica koło pokoju 2.8

EGZAMIN

Egzamin pisemny sprawdzający wiedzę
i umiejętności zdobyte na wykładzie.

OCENA OSTATECZNA Z PRZEDMIOTU

$$\text{ocena_końcowa} = \frac{\text{ocena_z_projektu} + \text{ocena_z_egzaminu}}{2}$$

Kontakt:

dr inż. Sebastian Korczak

pokój: 2.8b

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

konsultacje: wtorki 10:00-11:00,

czwartki 12:00-13:00

strona z prezentacjami i materiałami:

http://myinventions.pl/dydaktyka/

Katalog ECTS (https://ects.coi.pw.edu.pl/)

USOSweb – sylabus przedmiotu

→ cel, opis

→ Efekty kształcenia

→ literatura

→ metody i kryteria oceniania

BHP

PROGRAM WYKŁADU

1. Mechanizmy – ruchliwość, prędkości i przyspieszenia, dynamika.
2. Dynamika maszyn – równanie ruchu, koło zamachowe.
3. Podstawowe obiekty automatyki i ich charakterystyki.
4. Schematy blokowe.
5. Regulatory.
6. Stabilność.

szczegółowy program: strona internetowa, tablica

PROGRAM ZAJĘĆ PROJEKTOWYCH

LITERATURA

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

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

6. D. Holejko, W. Kościelny, W. Niewczas: Zbiór zadań z podstaw automatyki, WPW, Warszawa.

ZWIĄZKI Z INNYMI PRZEDMIOTAMI

mechanika ogólna I
równania różniczkowe
mechanika ogólna II

symulacja układów dynamicznych
systemy automatyki
teoria ruchu pojazdów elektrycznych
projektowanie napędów

SPOSÓB UCZENIA SIĘ

Wykład 1

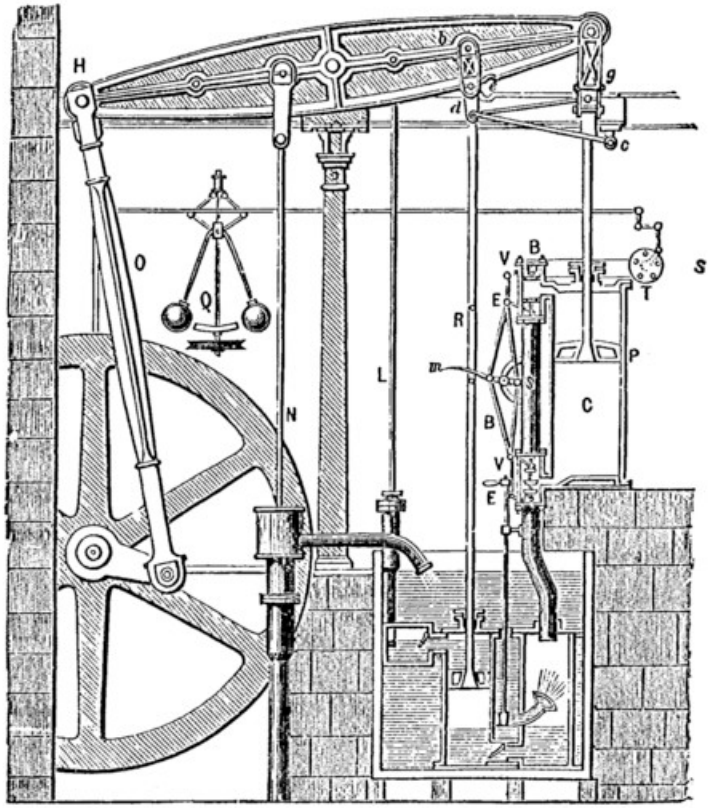
pary kinematyczne, mechanizmy, ruchliwość, więzy bierne

Licencja: tylko do edukacyjnego użytku studentów Politechniki Warszawskiej.

Maszyna, mechanizm

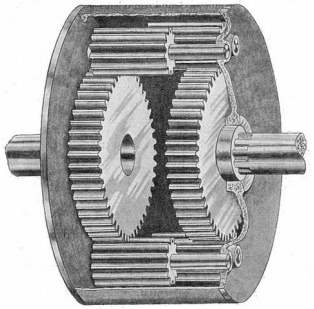
Maszyna – (w znaczeniu technicznym) urządzenie zawierające mechanizm lub zespół współdziałających mechanizmów, służące do przetwarzania energii albo do wykonywania określonej pracy (*słownik języka polskiego PWN*).

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



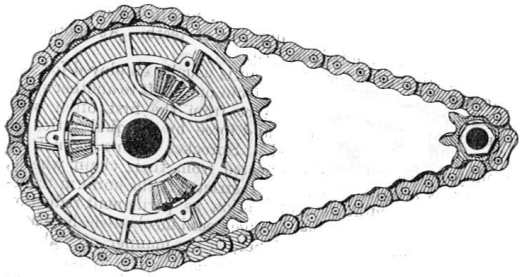
źródło: wikipedia.org, The Boulton & Watt Steam Engine, 1784

Części maszyn



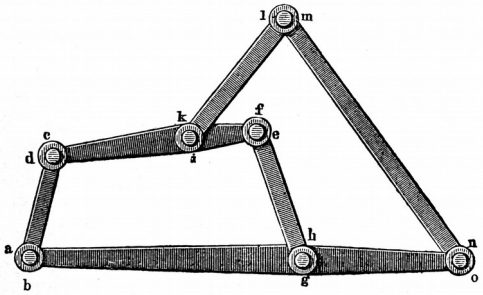
Przekładnie zębate

Przekładnie pasowe

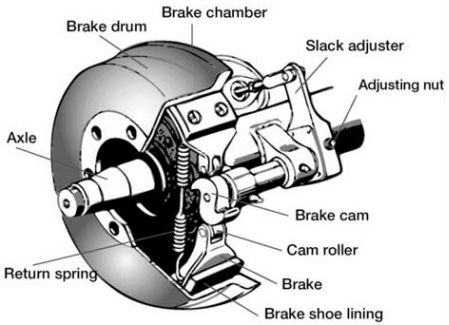


Przekładnie łańcuchowe

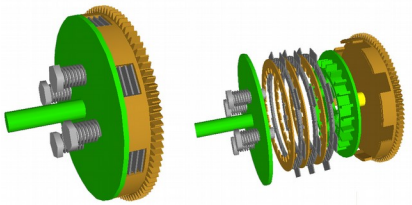
Mechanizmy krzywkowe



pręty



hamulce

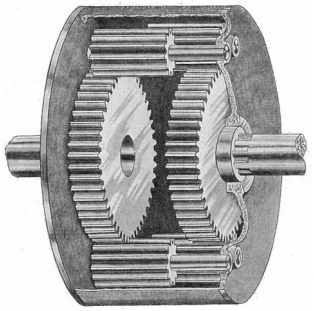


sprzęgła

złącza

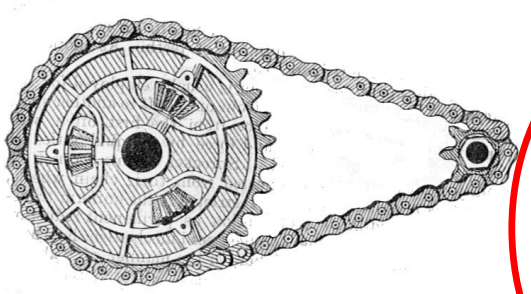
źródło: https://en.wikipedia.org

Części maszyn



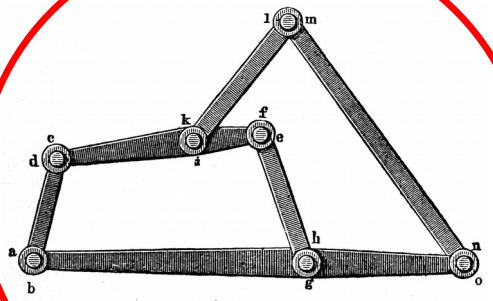
Przekładnie zębate

Przekładnie pasowe

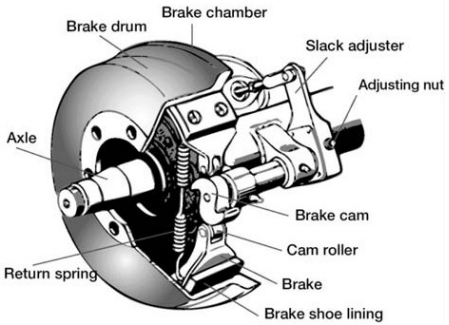


Przekładnie łańcuchowe

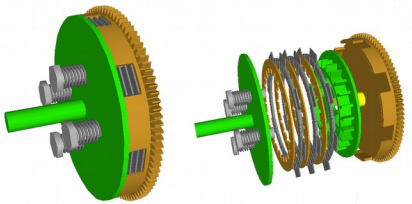
Mechanizmy krzywkowe



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)

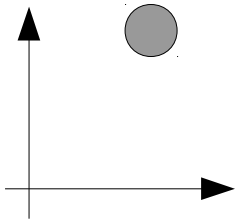
bryła sztywna (2D)

punkt materialny (3D)

bryła sztywna (3D)

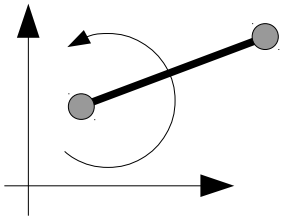
Stopnie swobody

punkt materialny (2D)



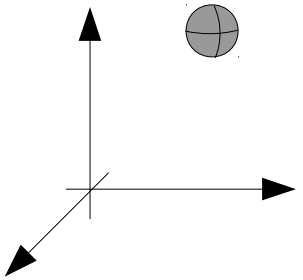
2 st. swob.

bryła sztywna (2D)



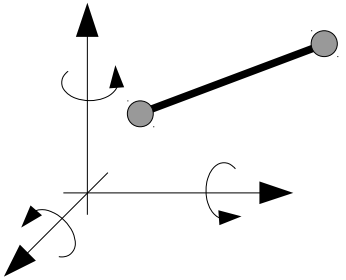
3 st. swob.

punkt materialny (3D)



3 st. swob.

bryła sztywna (3D)



6 st. swob.

Pary kinematyczne i łańcuchy kinematyczne

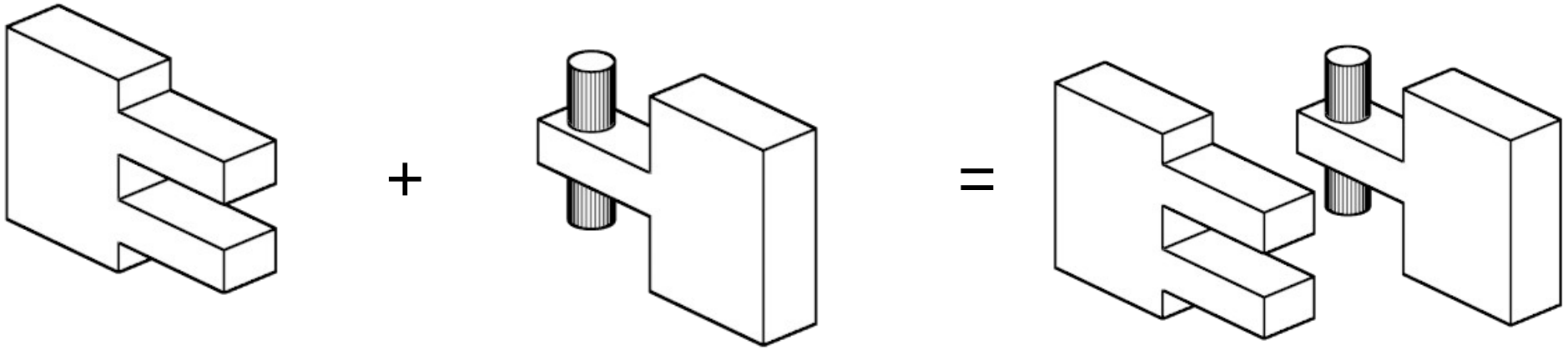
Para kinematyczna – ruchome połączenie dwóch sztywnych elementów wywołujące ograniczenia ruchu względnego między nimi.

Łańcuch kinematyczny – połączenie co najmniej dwóch par kinematycznych.

Podstawa – nieruchomy człon mechanizmu.

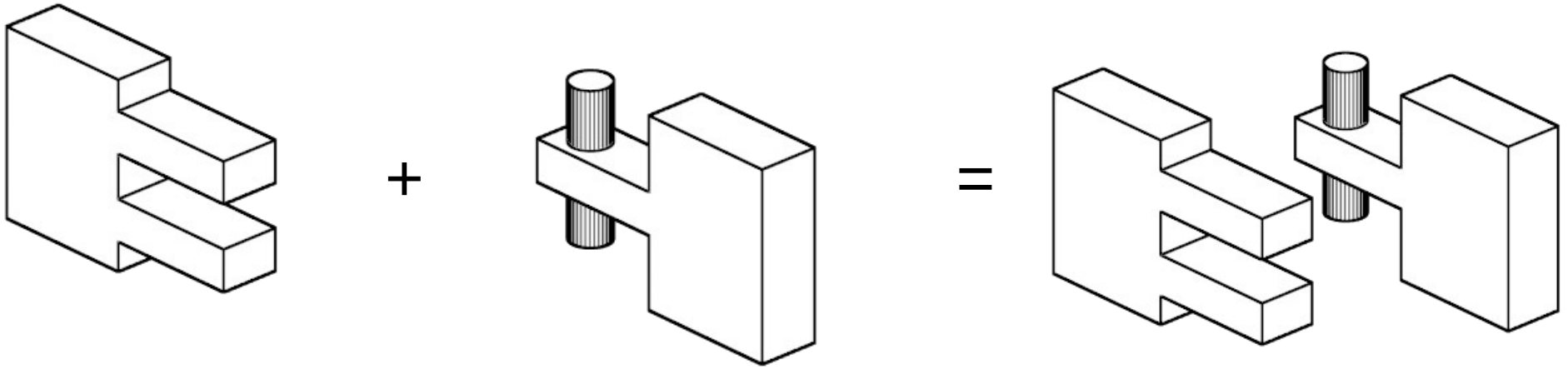
Pary kinematyczne (3D)

niepołączone



Pary kinematyczne (3D)

niepołączone



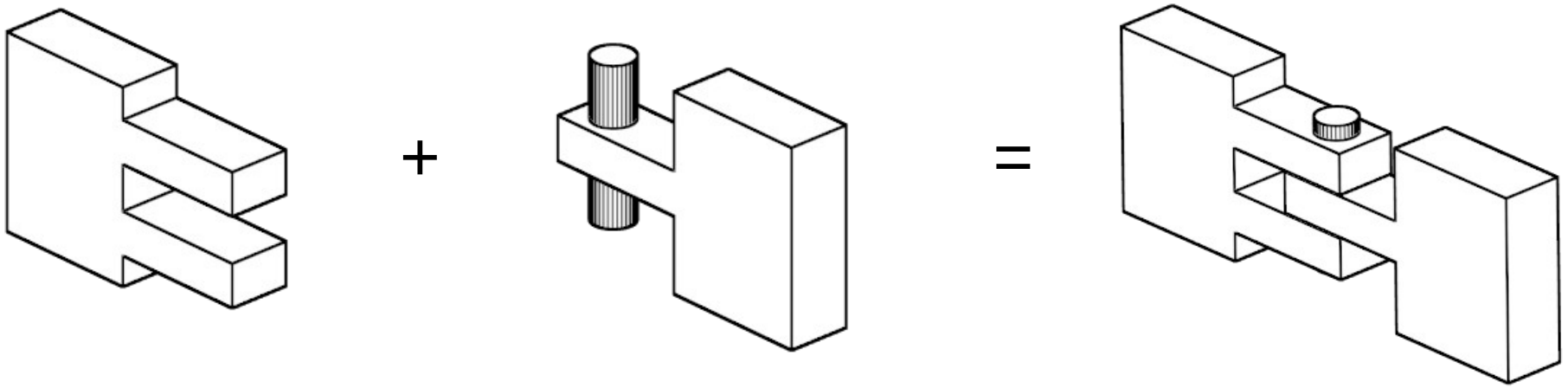
6 st. swob.

6 st. swob.

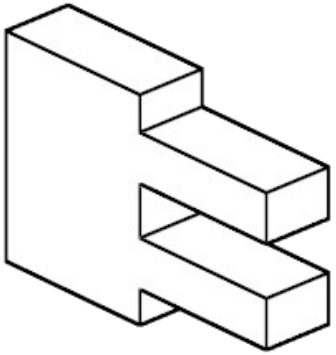
razem: 12 st. swob.

W ruchu względnym: 6 st. swob.

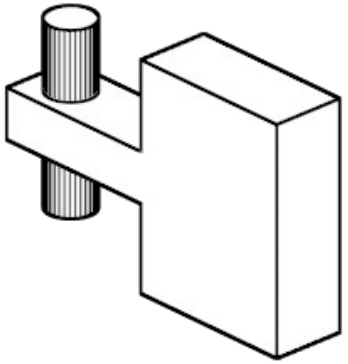
Pary kinematyczne (3D)



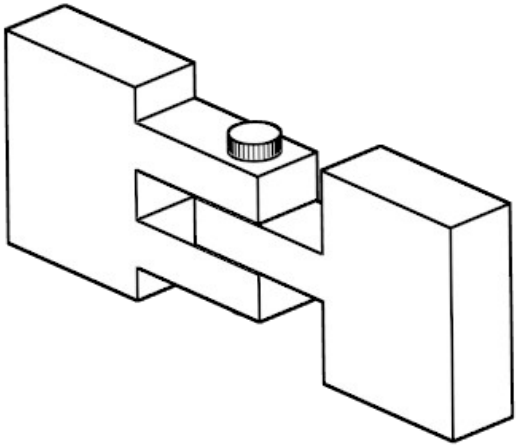
Pary kinematyczne (3D)



+



=



6 st. swob.

6 st. swob.

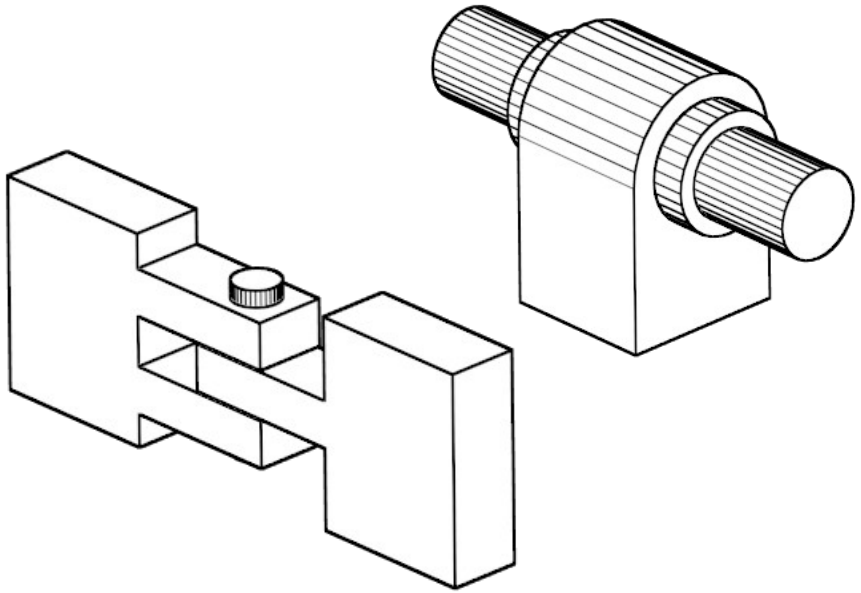
W ruchu względnym: 1st. swob.

Jako całość: 7st. swob.

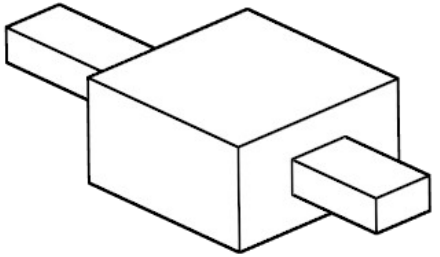
Pary kinematyczne (3D)

klasa V = 6 - 1

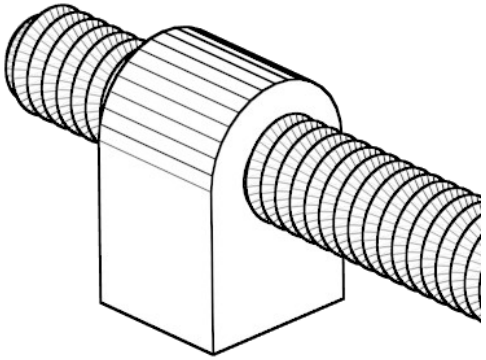
obrotowe



postępowa



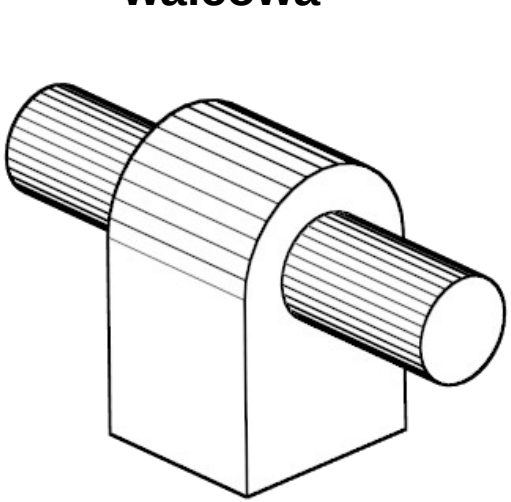
śrubowa

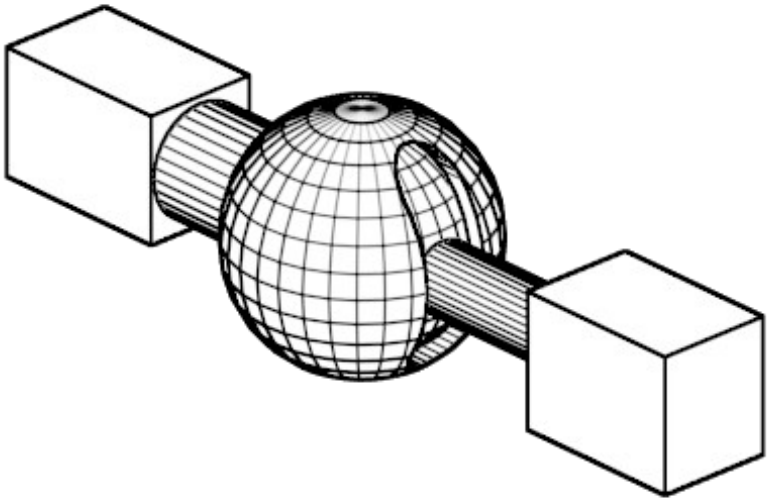


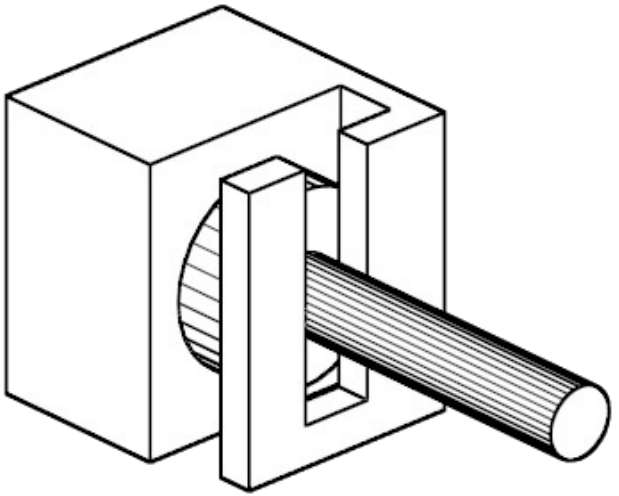
Pary kinematyczne (3D)

klasa IV **= 6 - 2**

walcowa



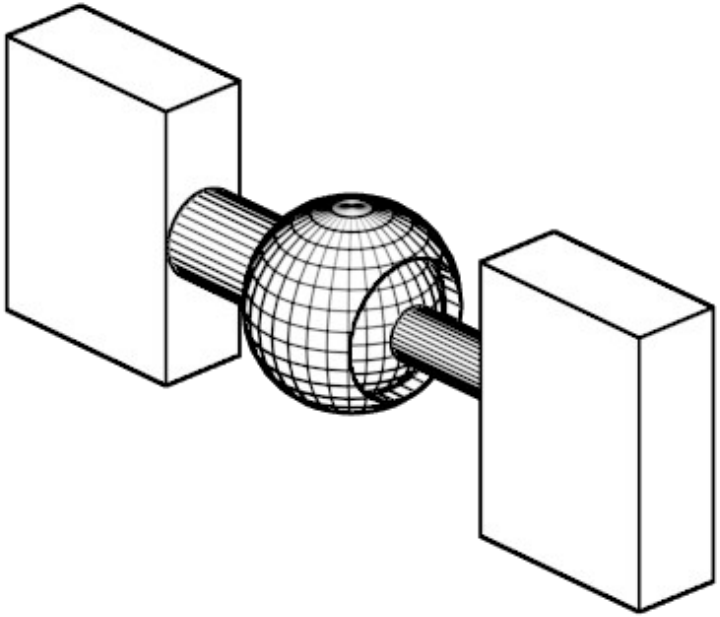


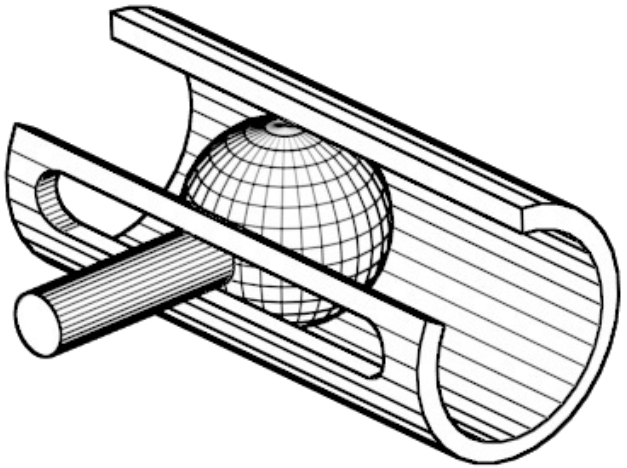


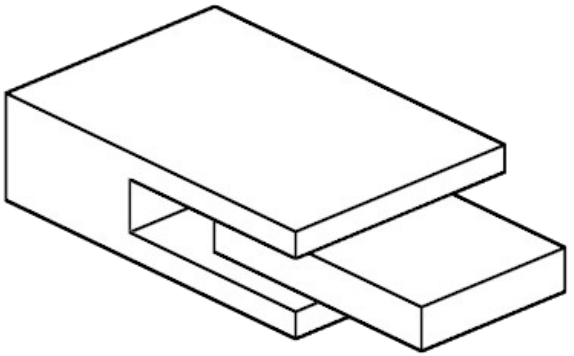
Pary kinematyczne (3D)

klasa III **= 6 - 3**

kulista

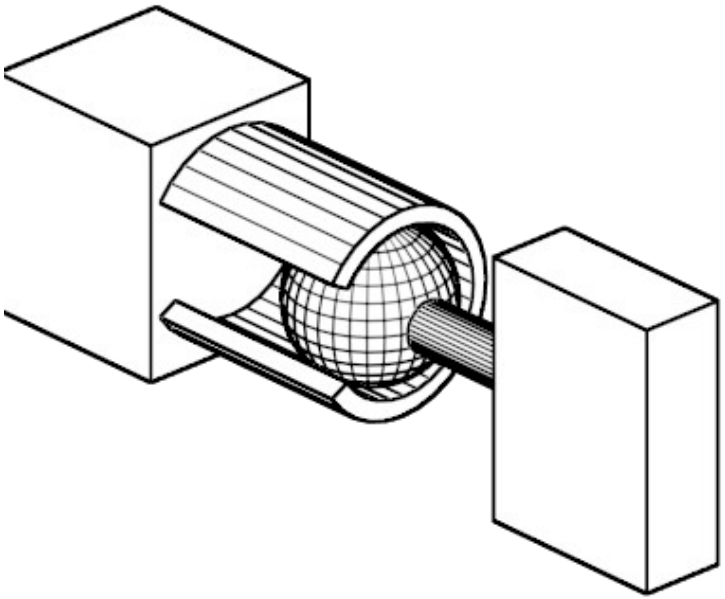


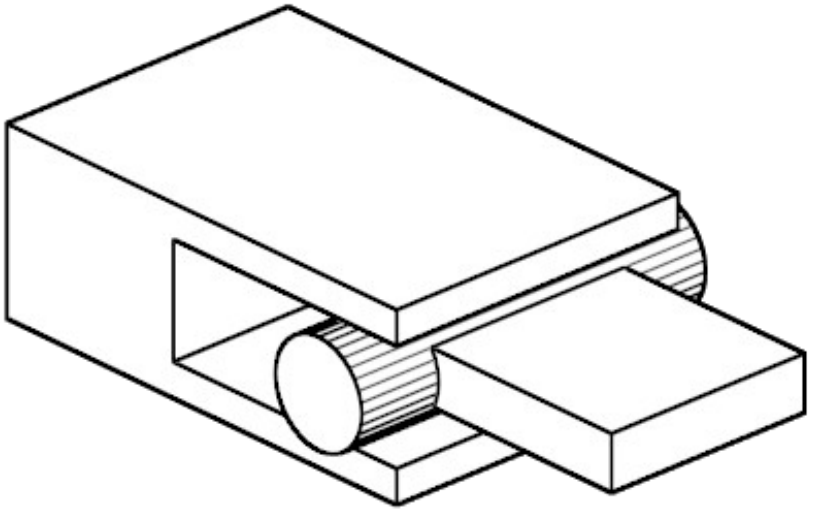




Pary kinematyczne (3D)

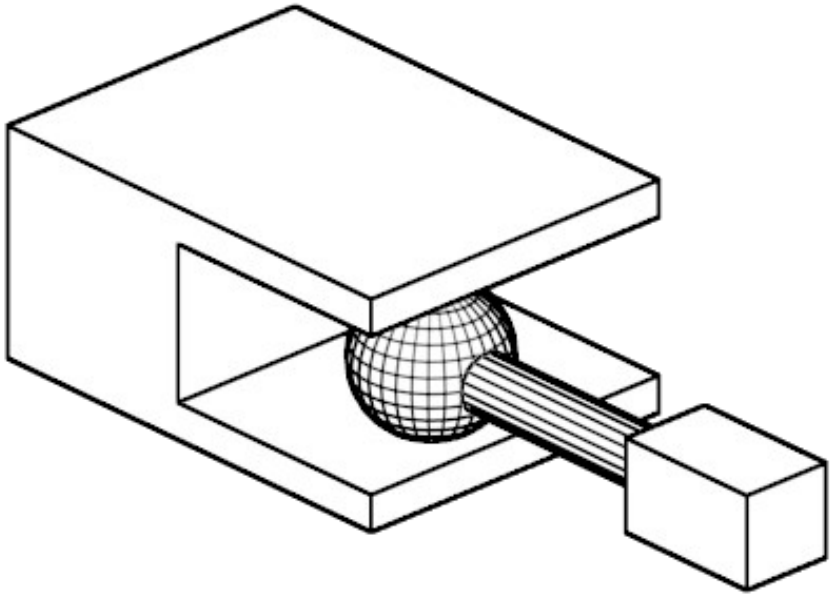
klasa II **= 6 - 4**





Pary kinematyczne (3D)

klasa I **= 6 – 5**



Pary kinematyczne (2D)

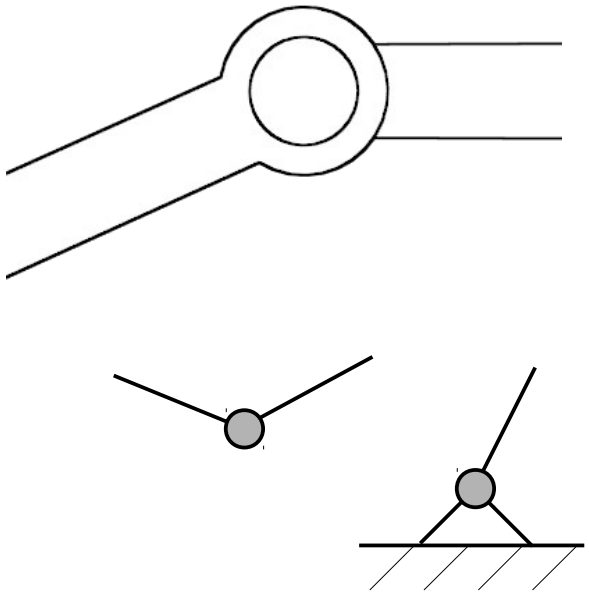
klasa I, klasa II → nie możliwe w 2D

klasa III → bryła swobodna w 2D

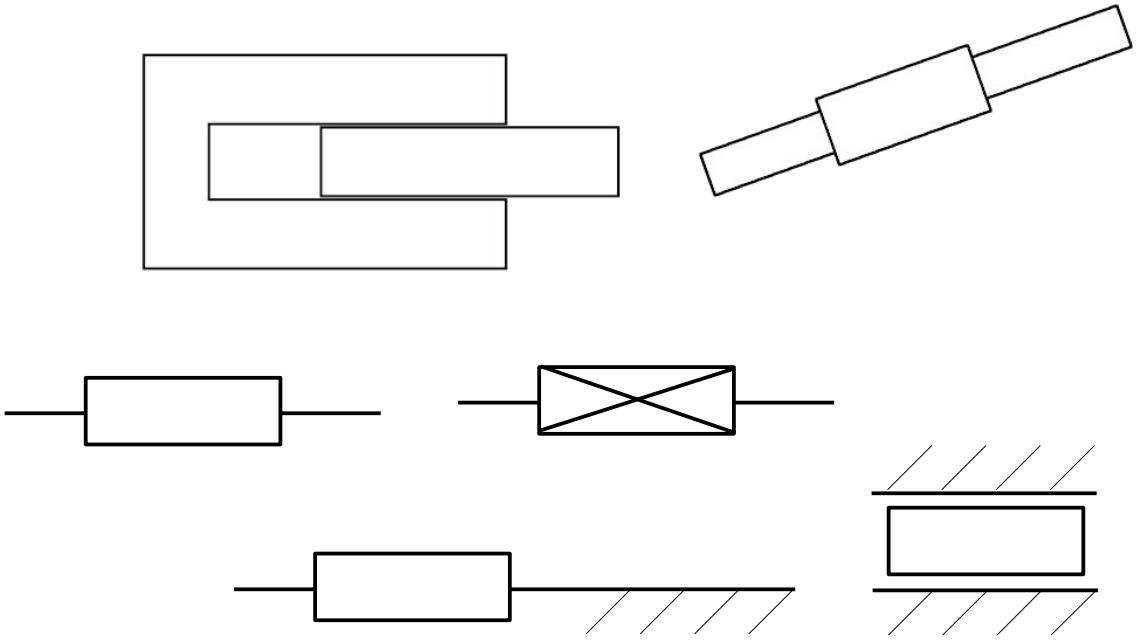
Pary kinematyczne (2D)

klasa V **= 6 - 1**

obrotowa

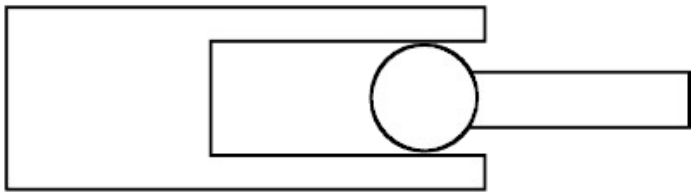


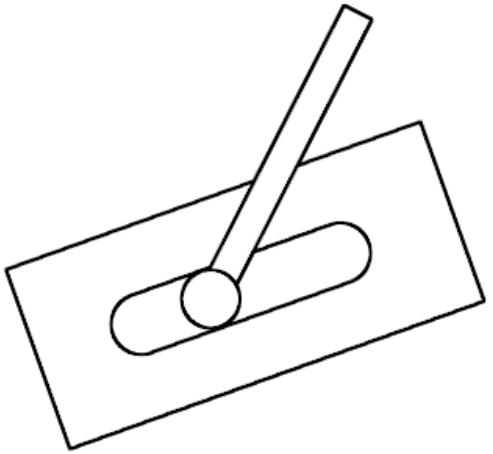
postępowa



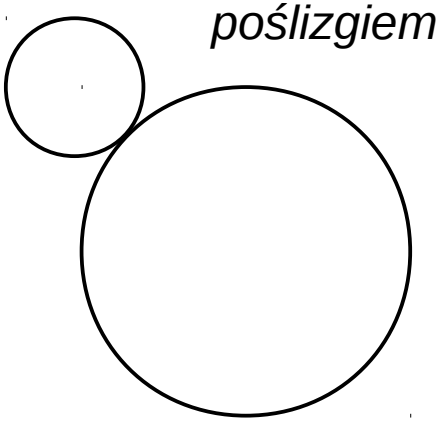
Pary kinematyczne (2D)

klasa IV **= 6 - 2**



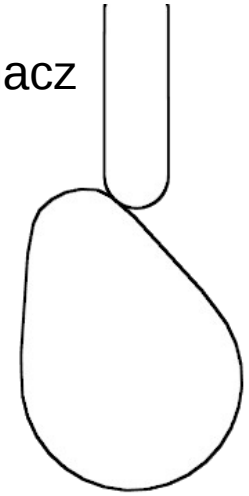


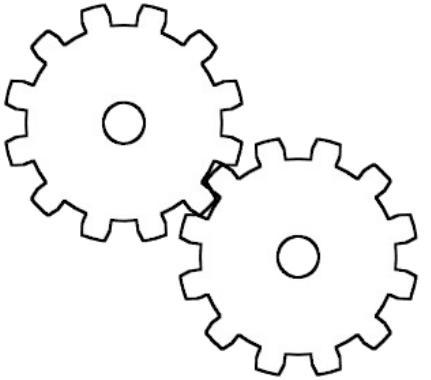
założenie toczenia z poślizgiem



popychacz

krzywka





Pary kinematyczne

Para niższa – kontakt powierzchniowy

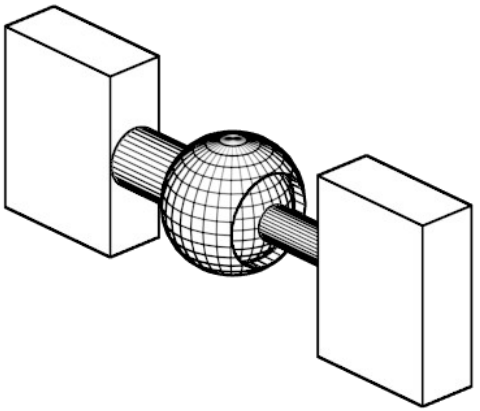
Para wyższa – kontakt punktowy bądź liniowy

Pary kinematyczne

Para zamknięta – zachowanie kontaktu poprzez geometrię

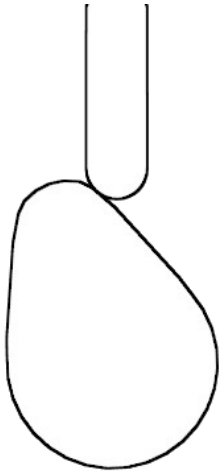
Para otwarta – kontakt zachowany z użyciem dodatkowej siły

Pary kinematyczne

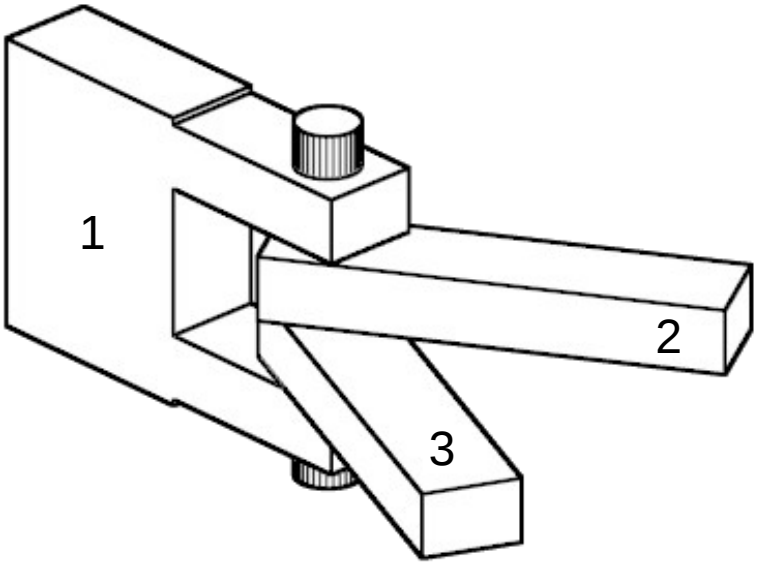


Para zamknięta – zachowanie kontaktu poprzez geometrię

Para otwarta – kontakt zachowany z użyciem dodatkowej siły



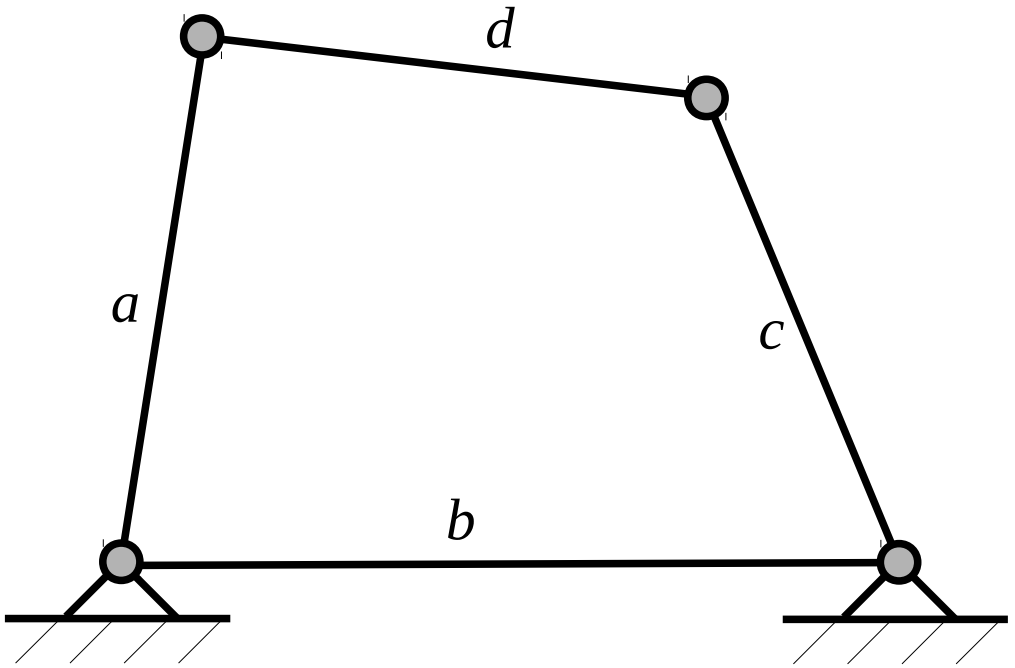
Wielokrotne pary kinematyczne



2 człony → 1 para kinematyczna
3 człony → 2 para kinematyczna
…
...

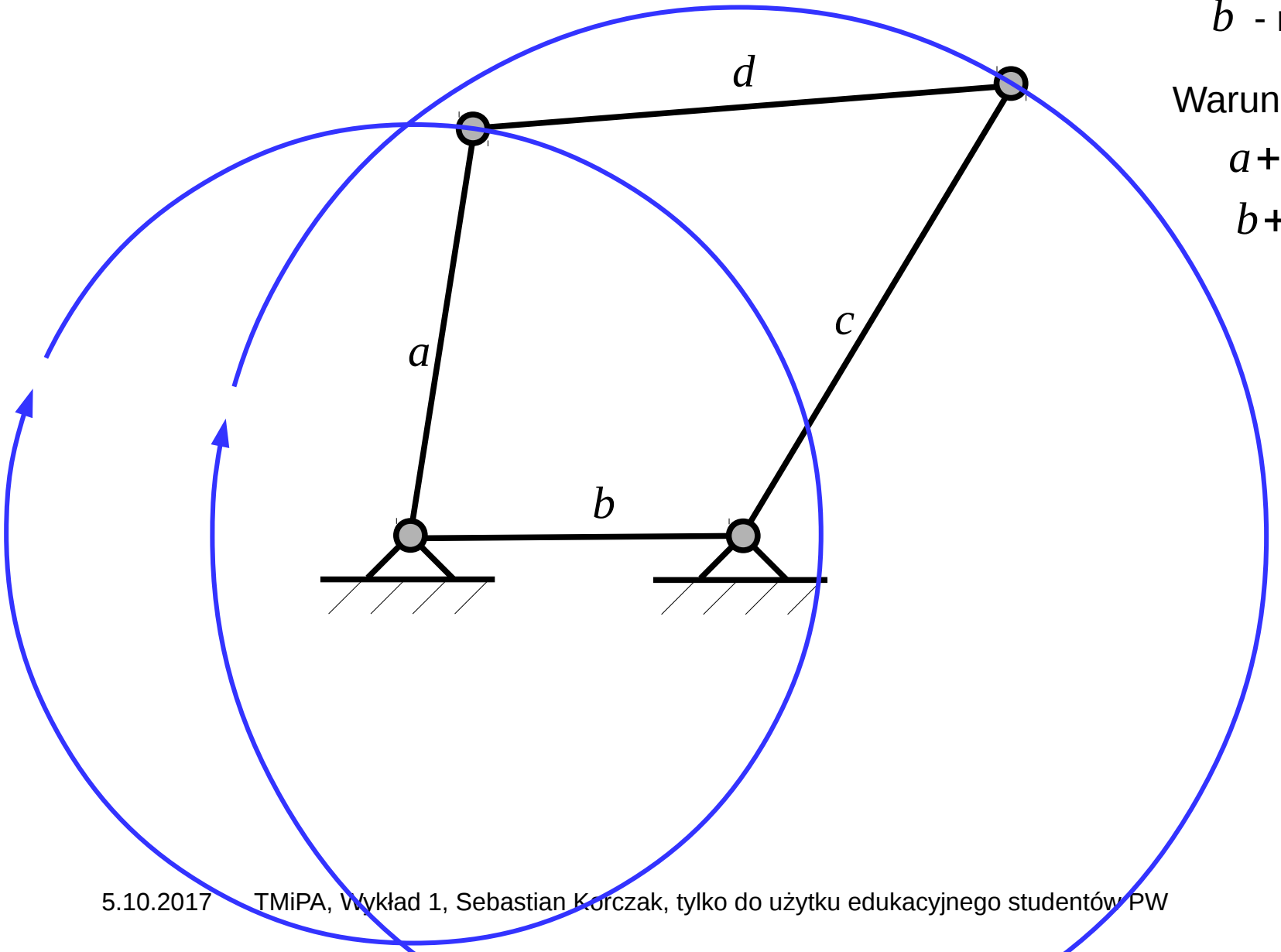
Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



b - najkrótszy

Warunki Grashof'a:

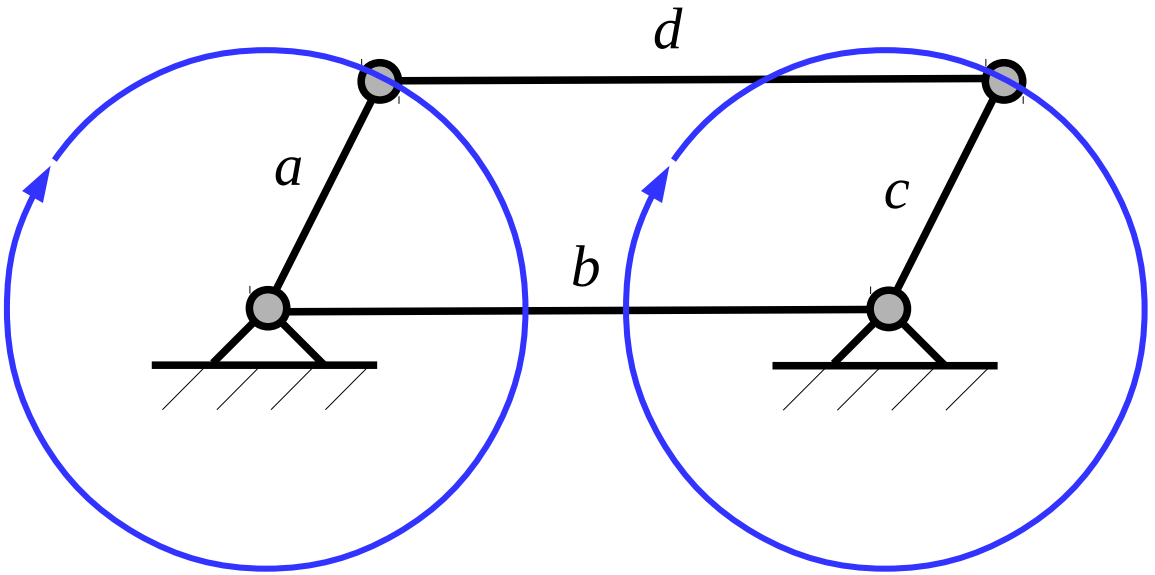
$$a+b \leqslant c+d$$

$$b+c \leqslant a+d$$

Mechanizm dwukorbowy

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy

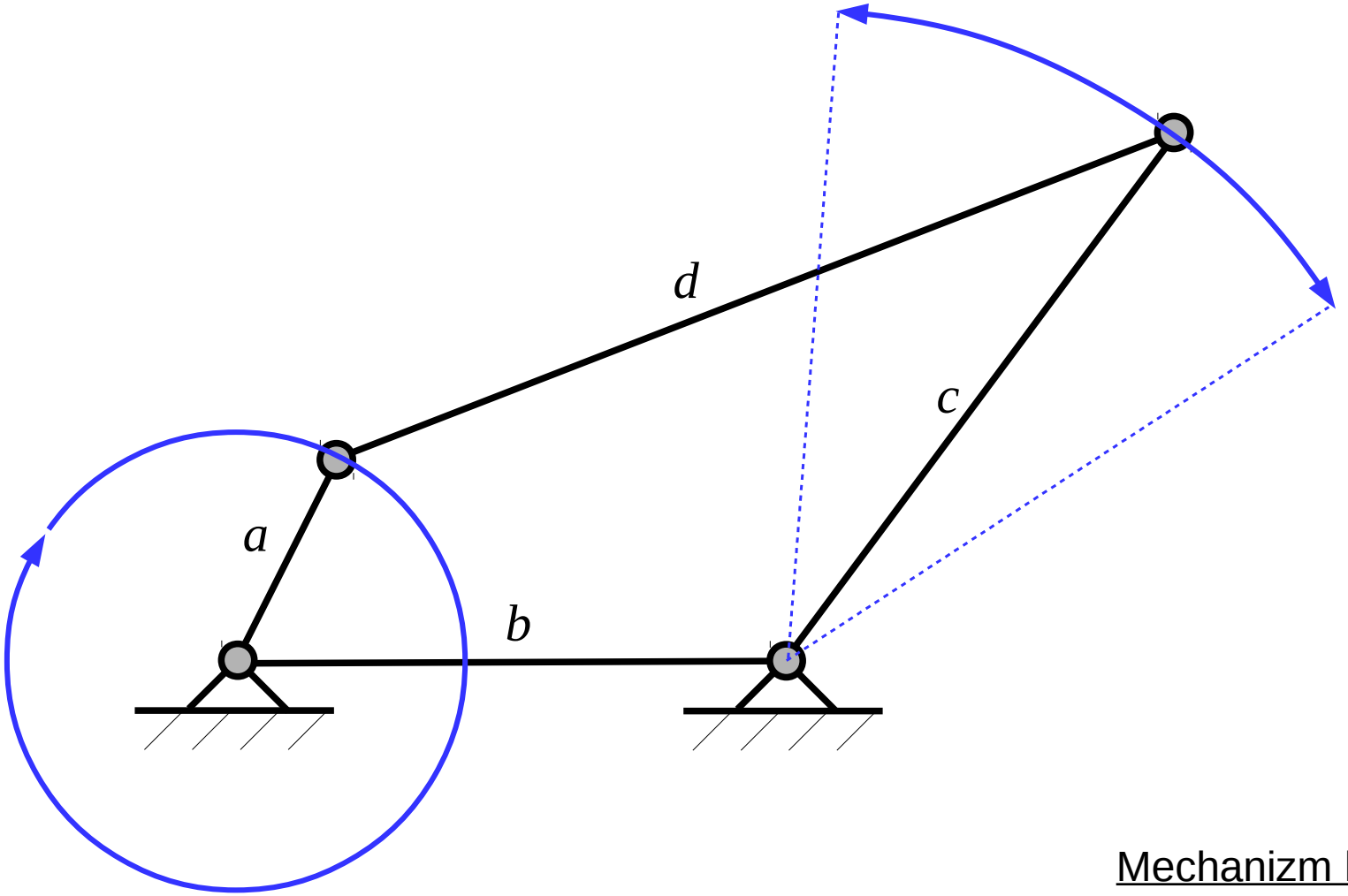


$$a+b=c+d$$
$$a=c$$

Mechanizm dwukorbowy współbieżny

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



a - najkrótszy

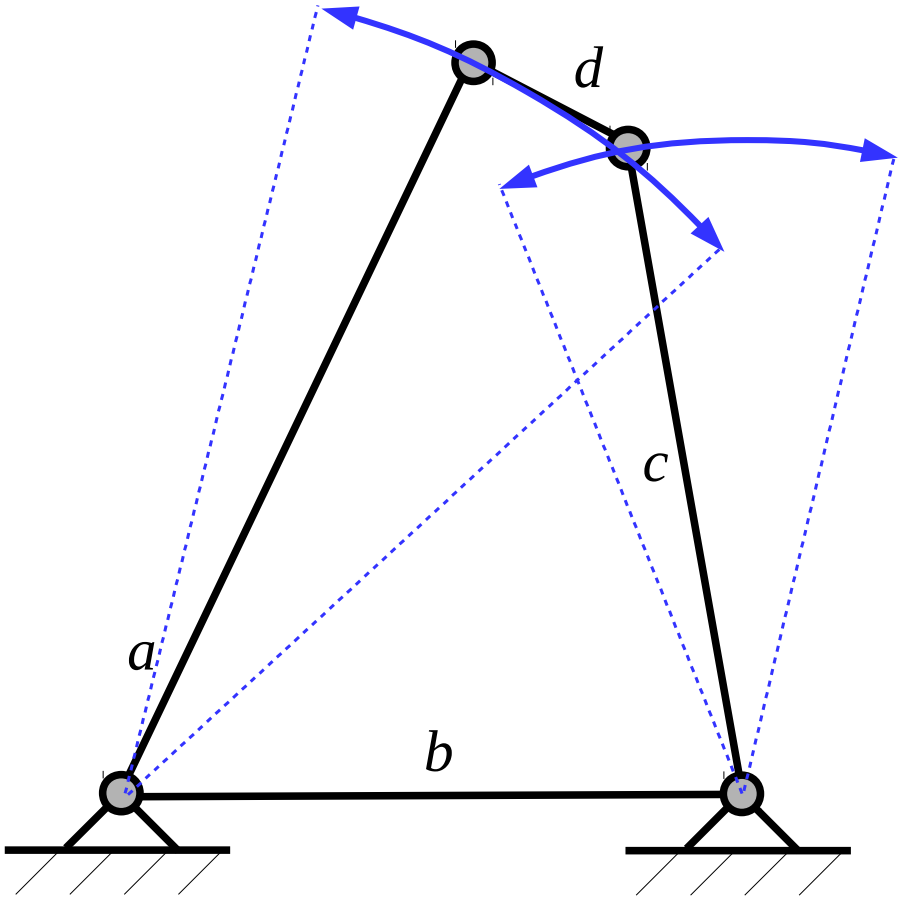
Warunek Grashof'a:

$a+d<b+c$

Mechanizm korbowo-wahaczowy

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy



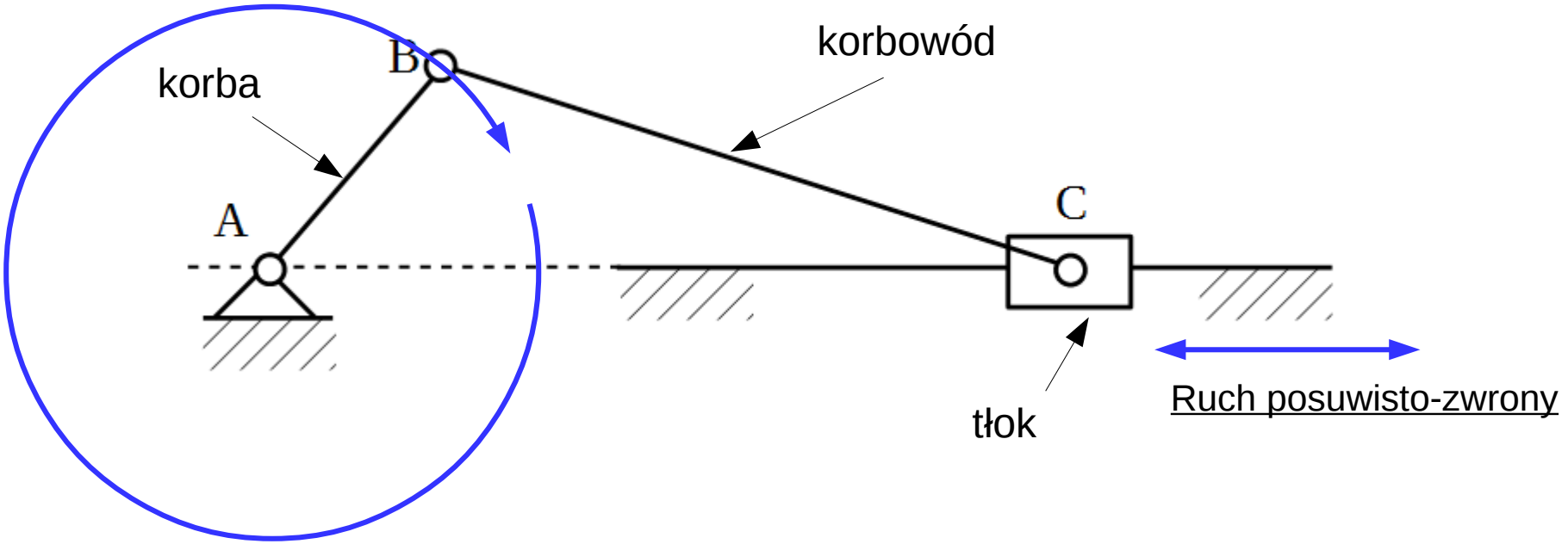
d - najkrótszy

$a+d>b+c$

Mechanizm dwuwahaczowy

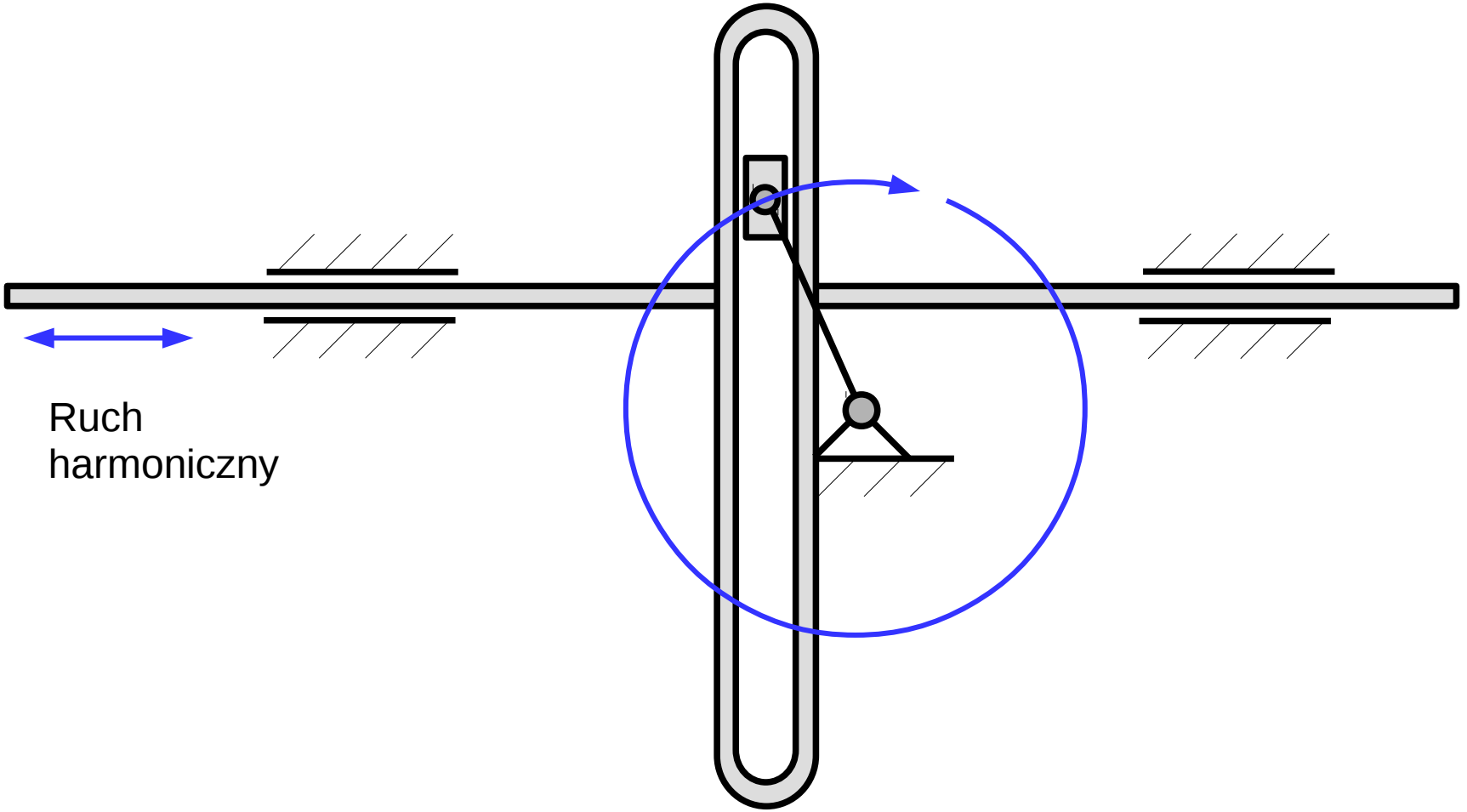
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm korbowo-wodzikowy



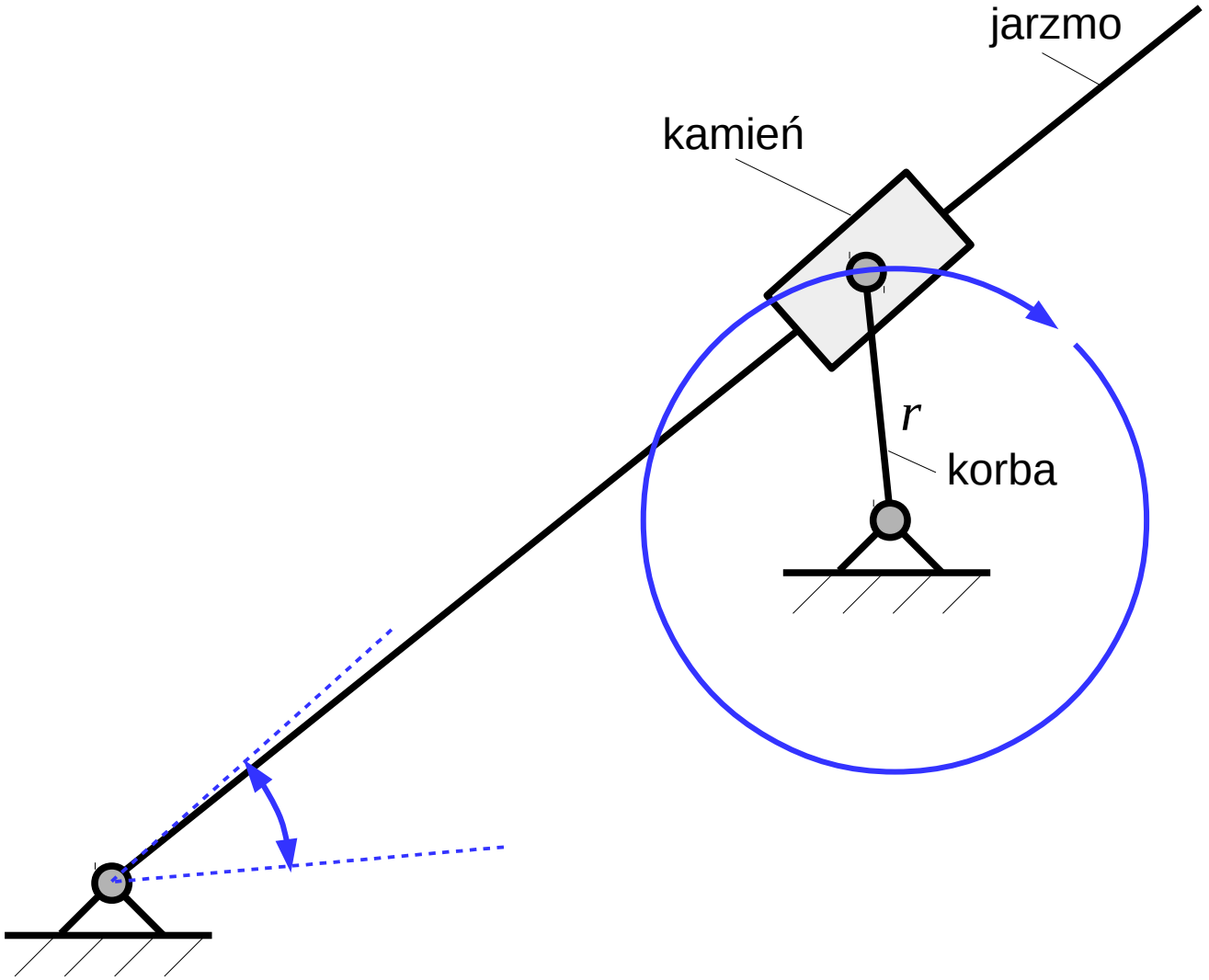
Mechanizmy - przykłady

Scotch yoke



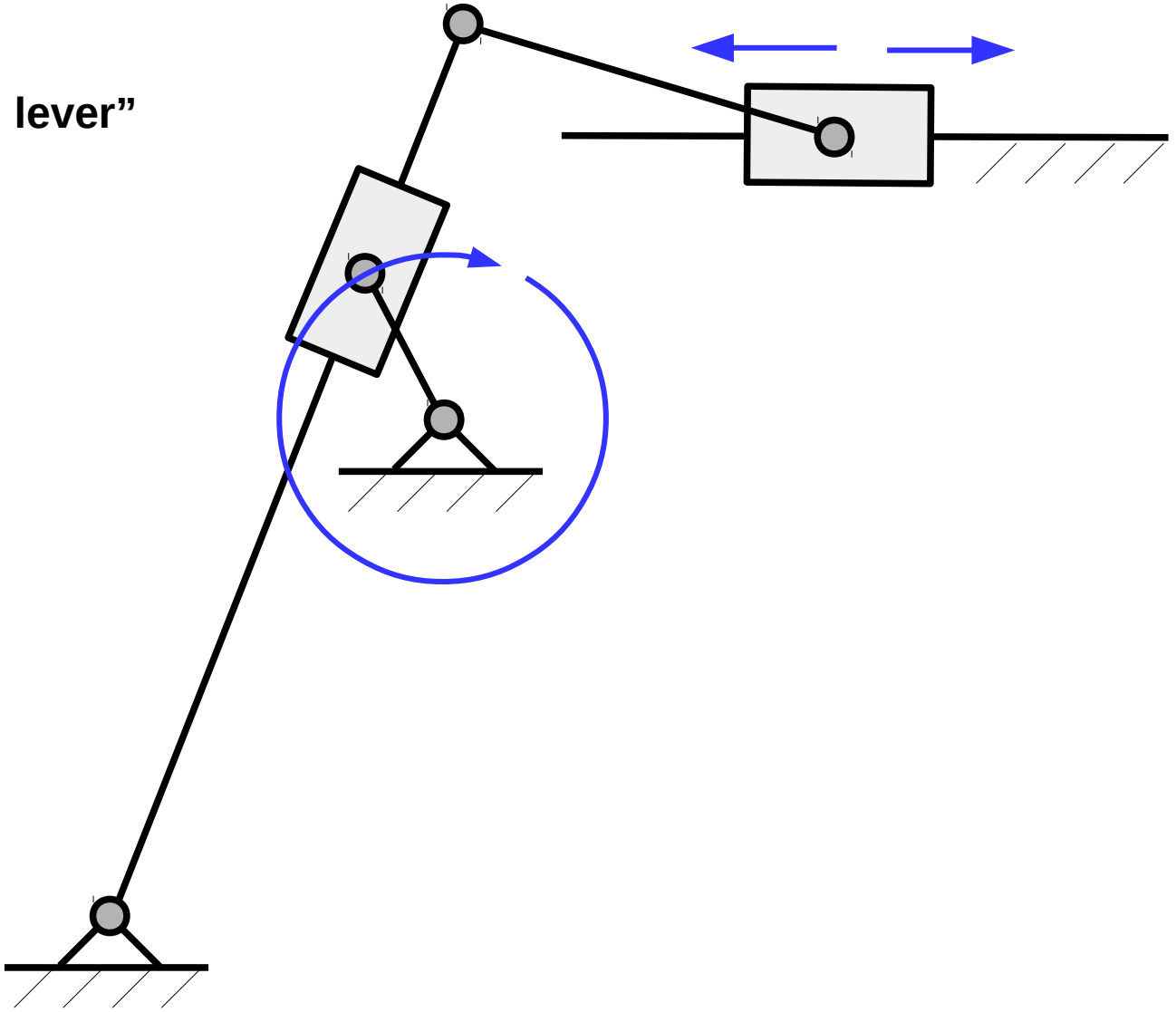
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm jarzmowy



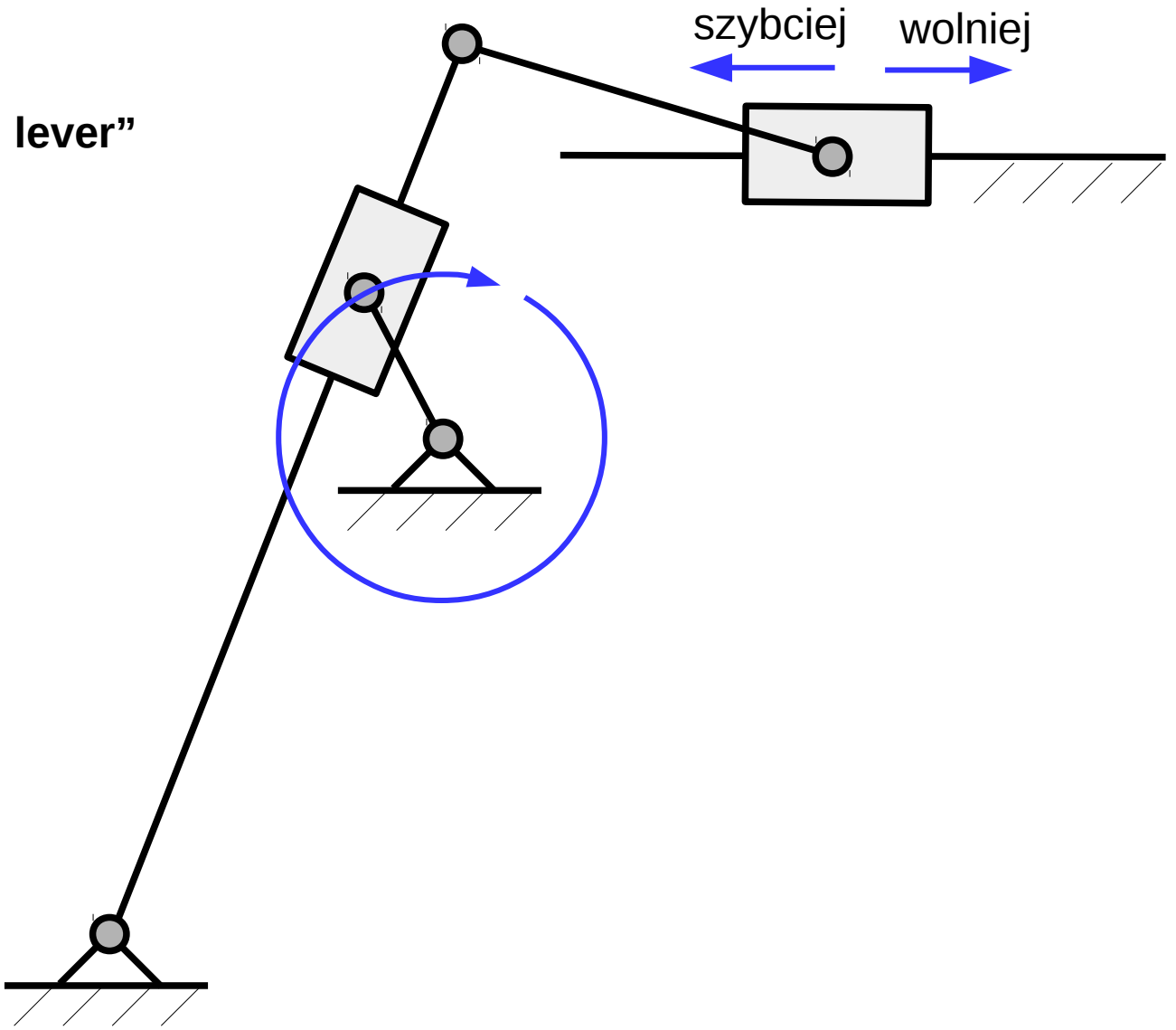
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm „slotted lever”



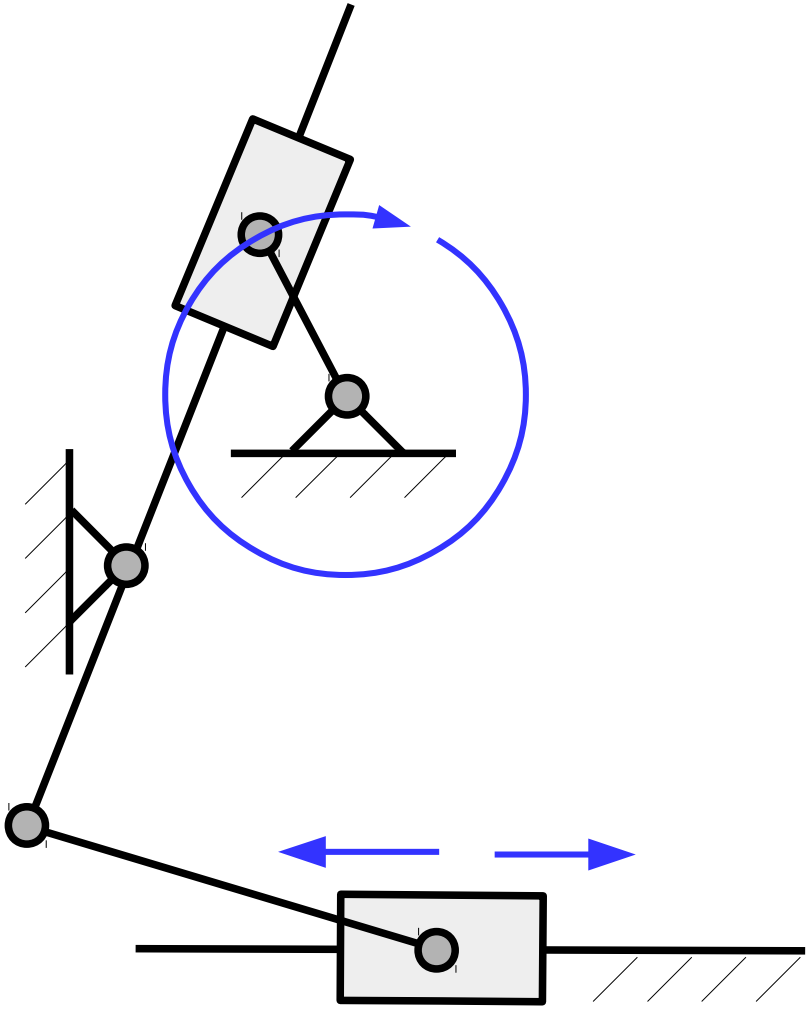
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm „slotted lever”



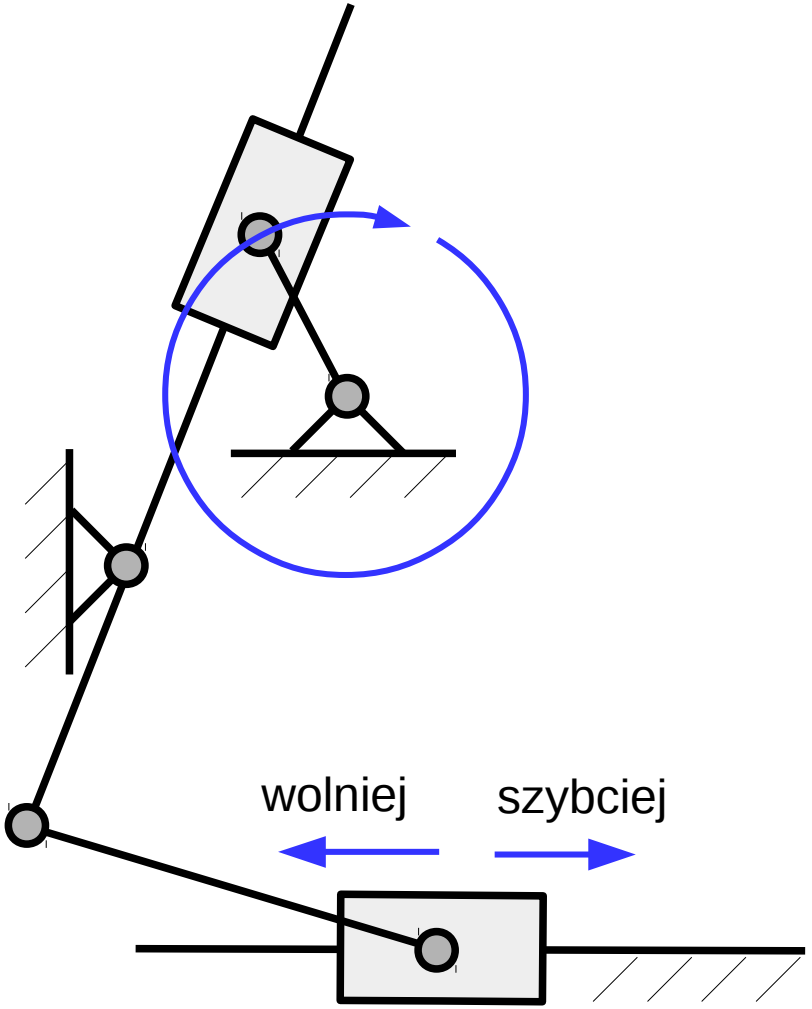
Mechanizmy - przykłady

Mechanizm szybkiego powrotu Whitworth'a



Mechanizmy - przykłady

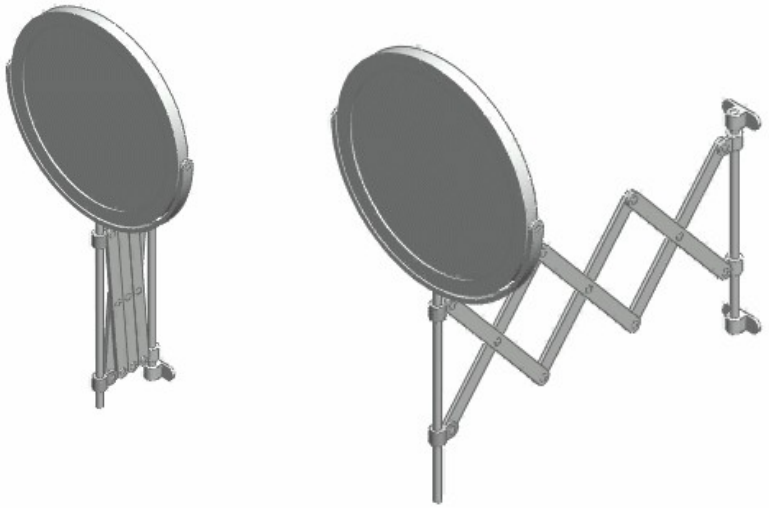
Mechanizm szybkiego powrotu Whitworth'a

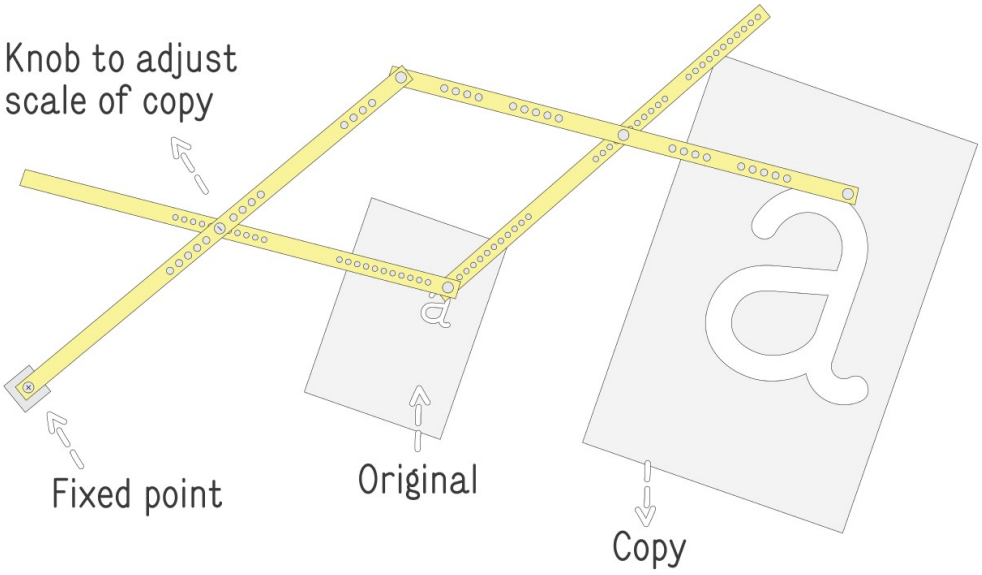


Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy - zastosowanie

Pantograf



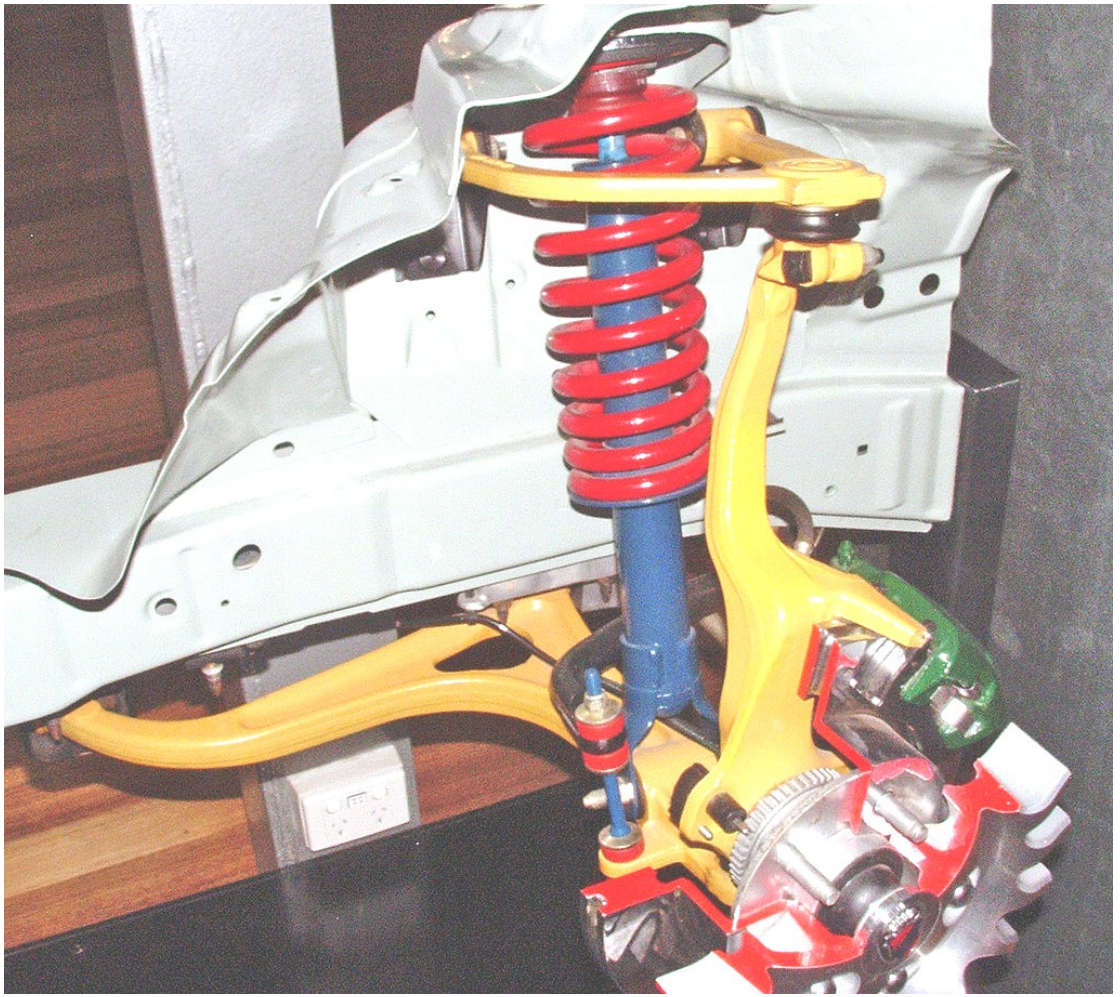


source: http://en.wikipedia.org/wiki/Pantograph

Mechanizmy - przykłady

czworobok przegubowy - zastosowanie

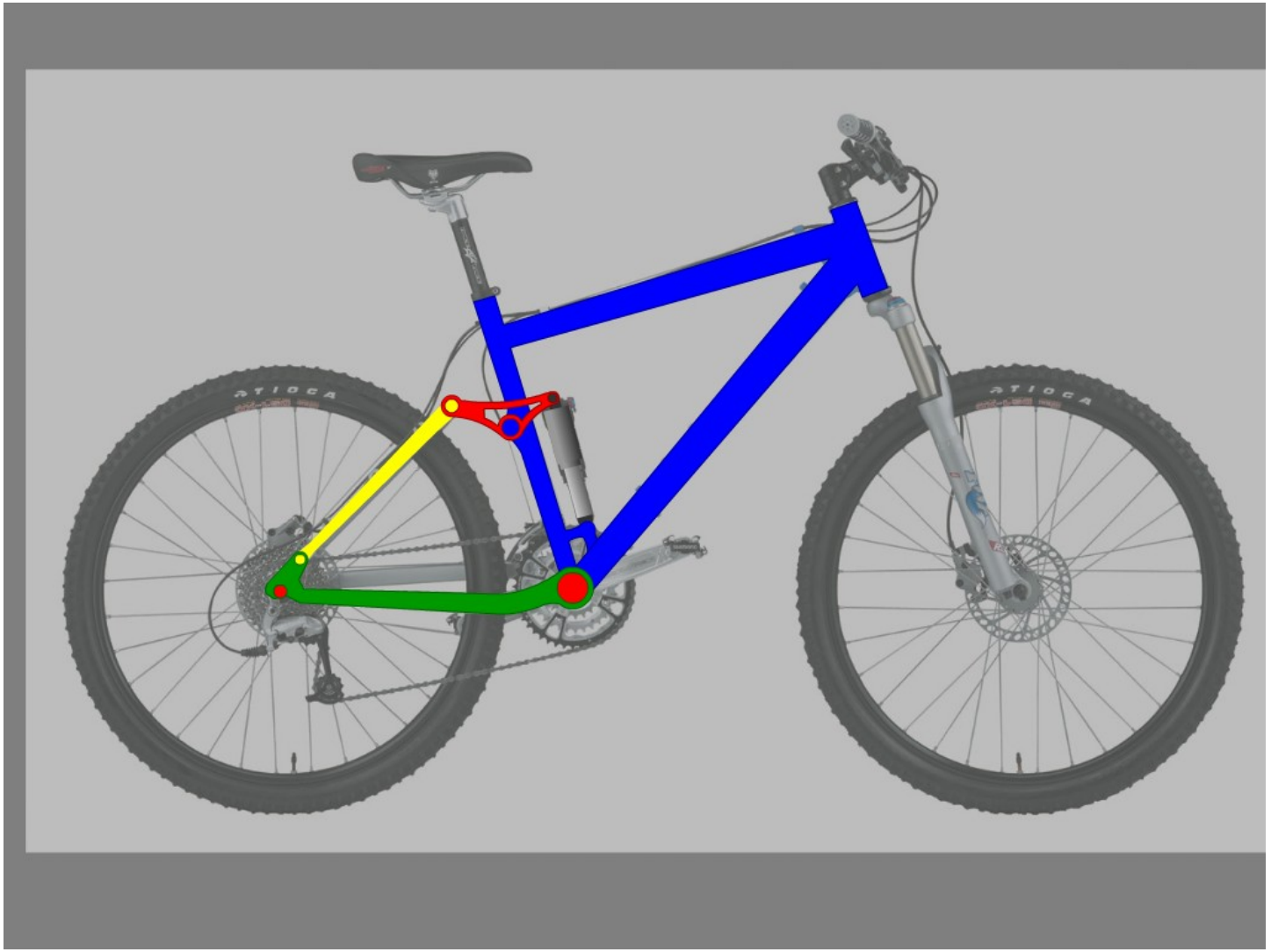
Zawieszenie dwuwahaczowe



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

Mechanizmy - przykłady

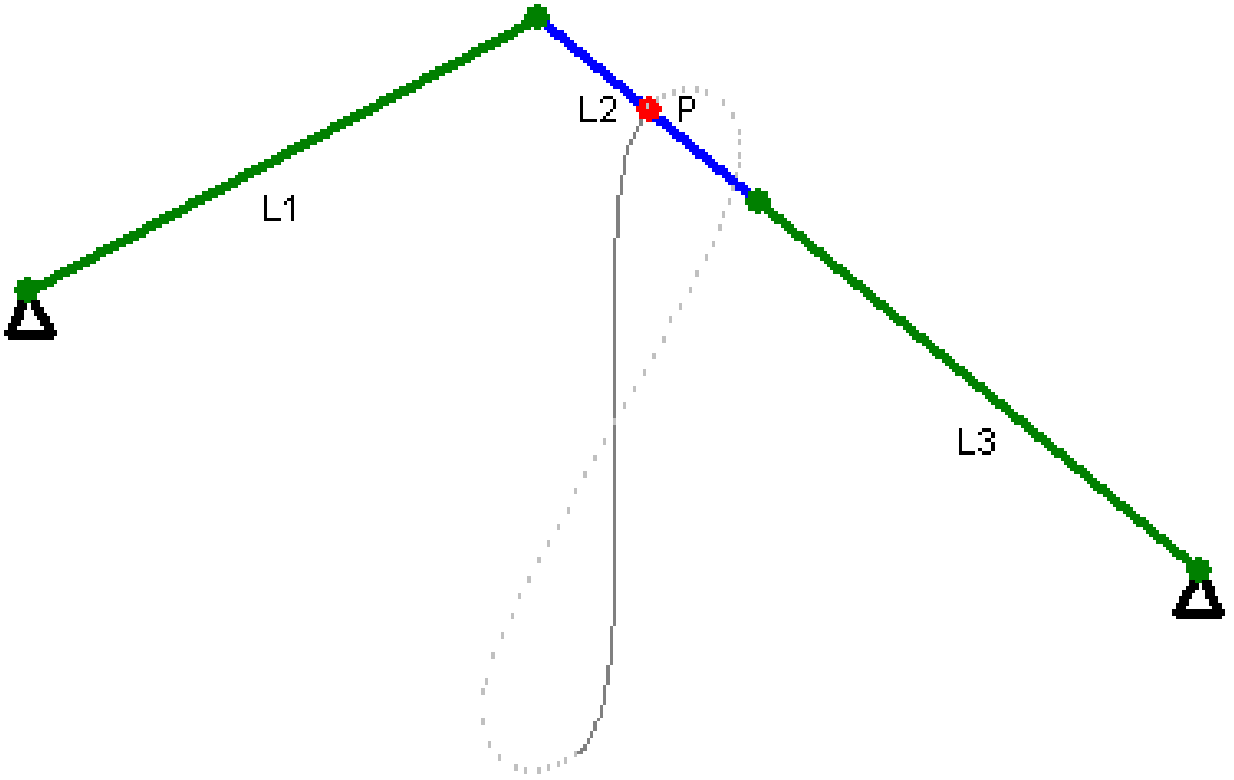
czworobok przegubowy - zastosowanie



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

Mechanizmy - przykłady

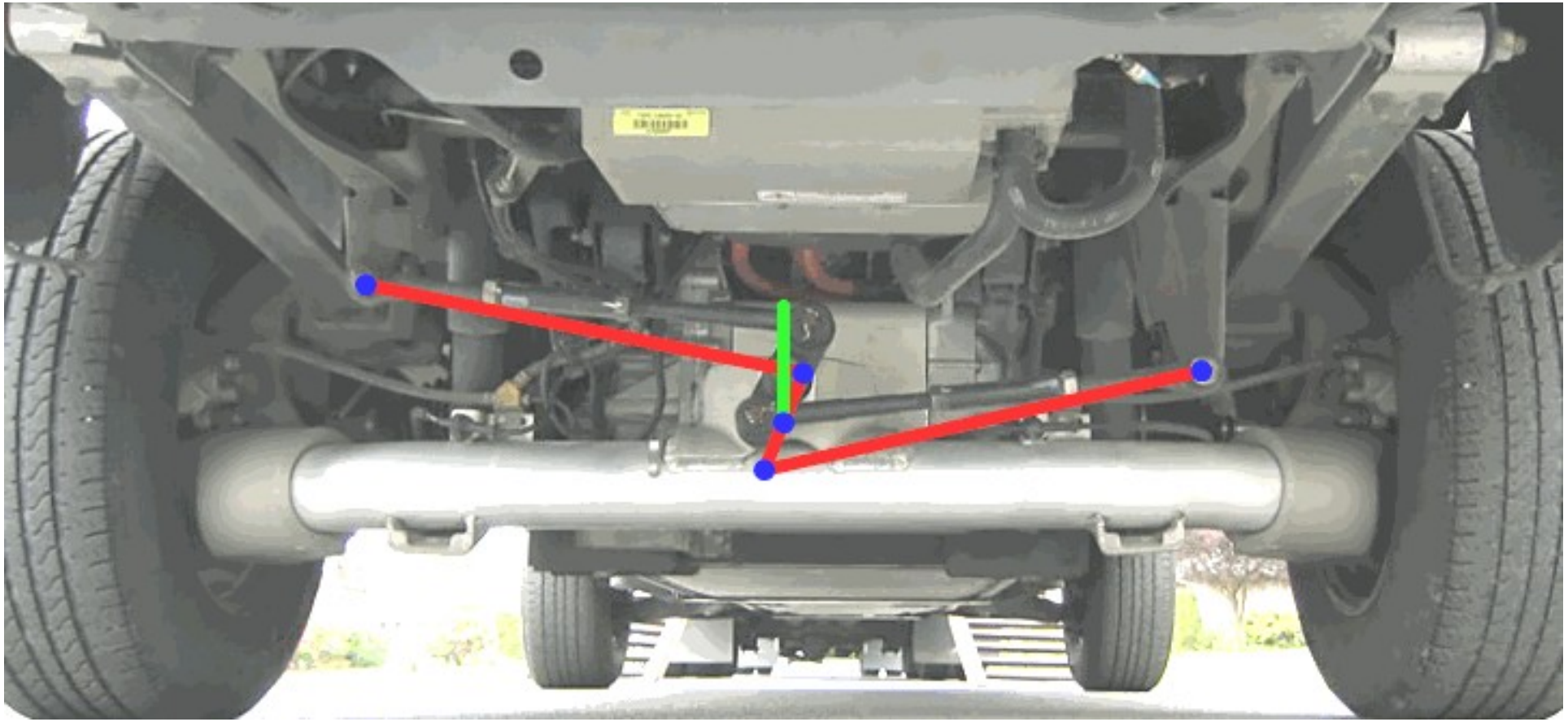
Mechanizm Watt'a



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

Mechanizmy - przykłady

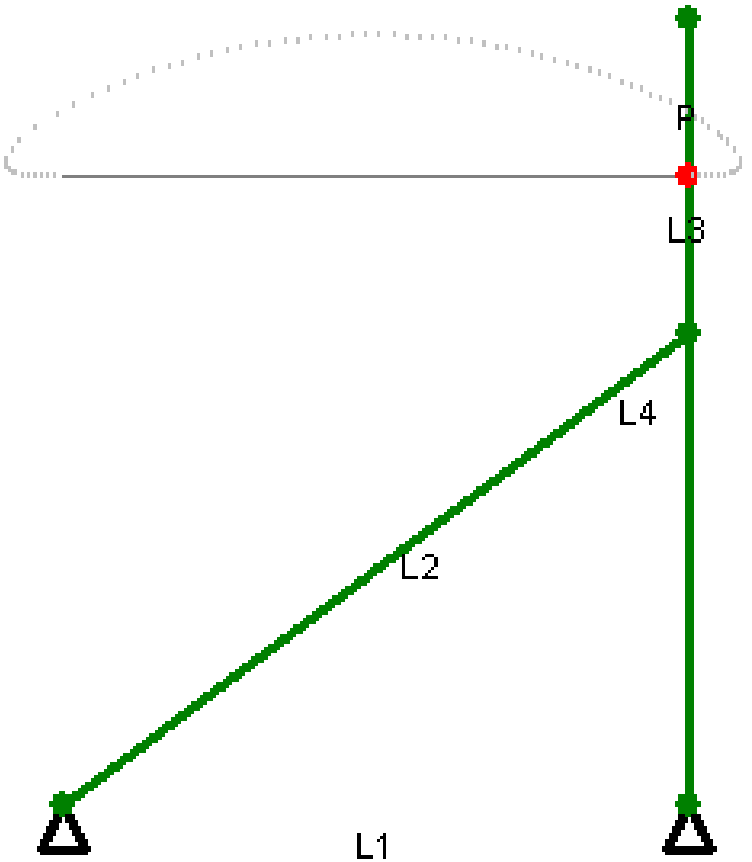
Mechanizm Watt'a



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

Mechanizmy - przykłady

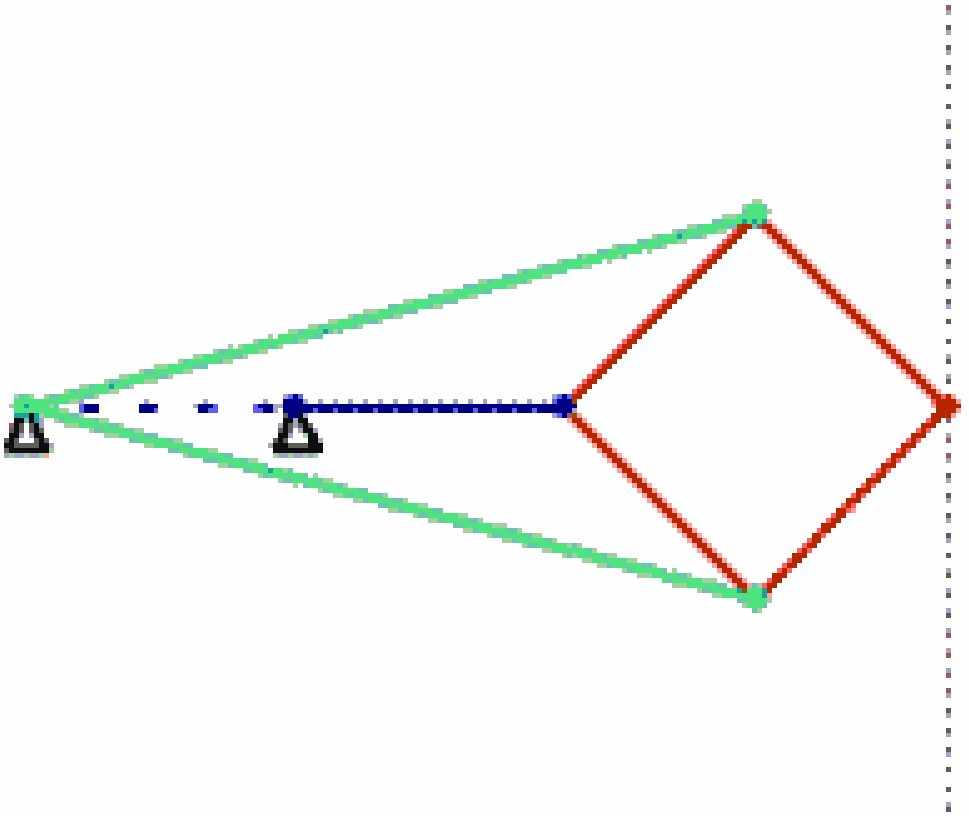
Mechanizm Chebyshev'a



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

Mechanizmy - przykłady

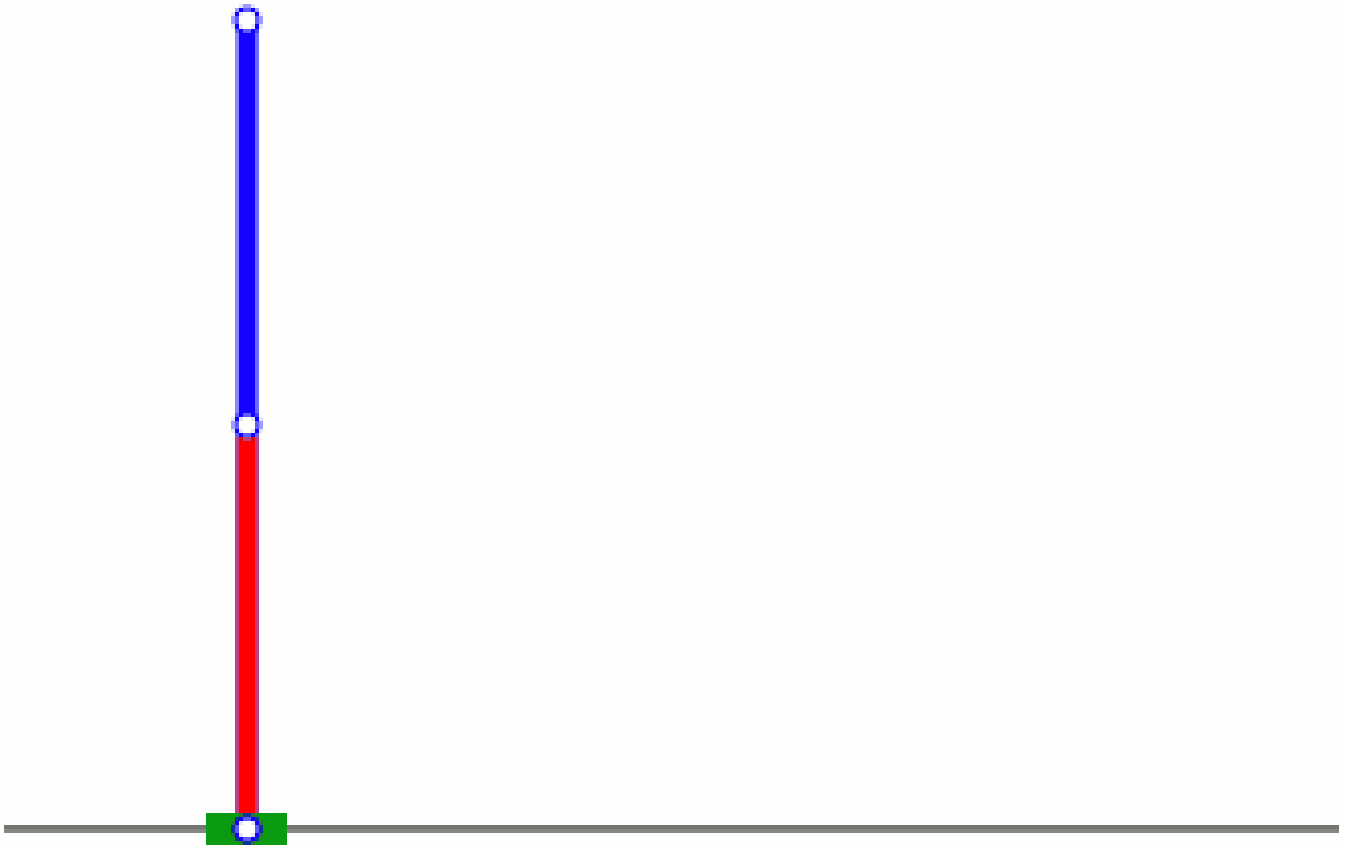
Mechanizm Peaucellier–Lipkin'a



http://en.wikipedia.org/wiki/Peaucellier%E2%80%93Lipkin_linkage

Mechanizmy - przykłady

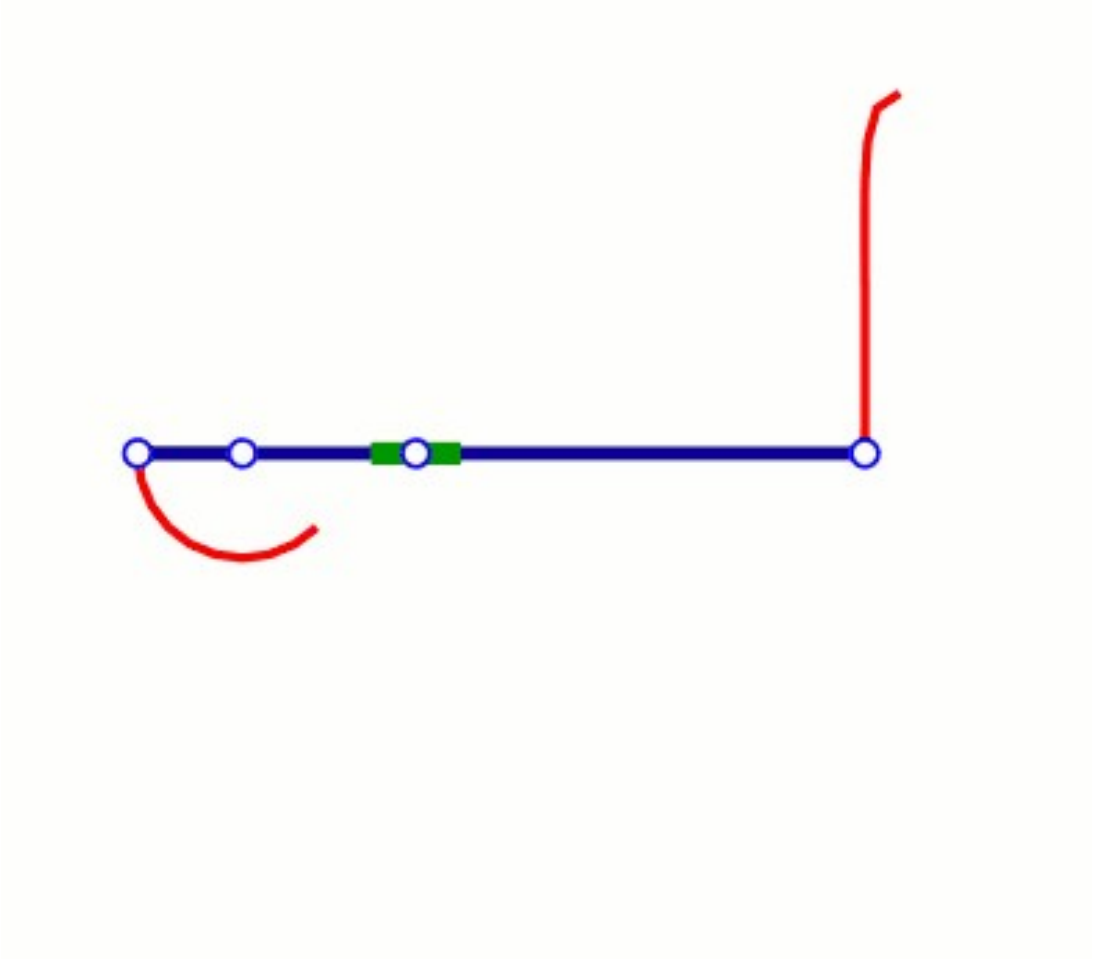
Mechanizm Scott-Russell'a



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

Mechanizmy - przykłady

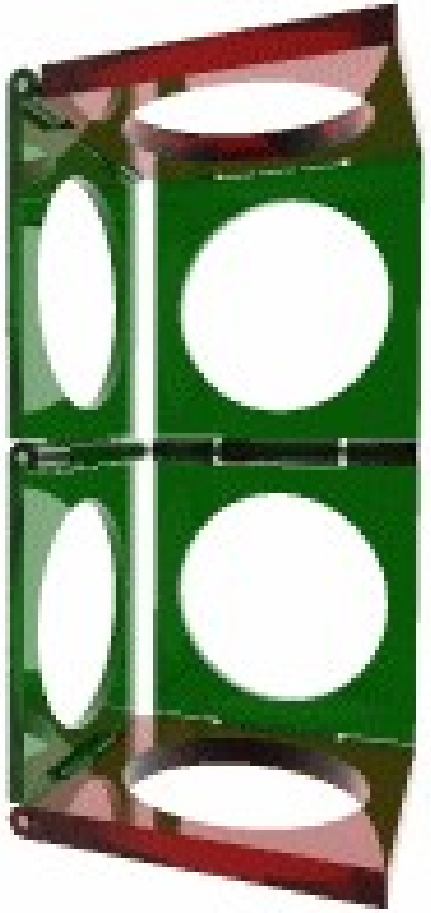
Mechanizm Hoeckens'a



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

Mechanizmy - przykłady

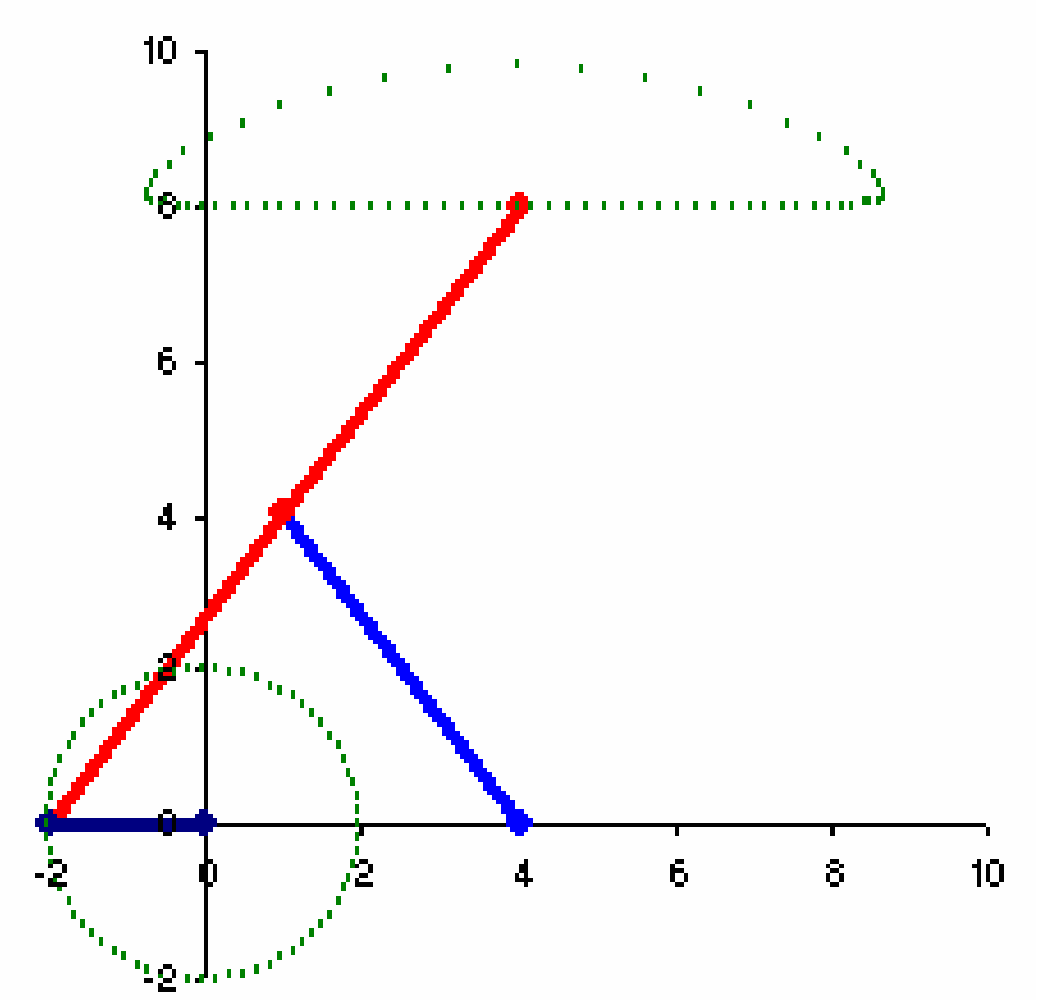
Mechanizm Sarrus'a



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

Mechanizmy - przykłady

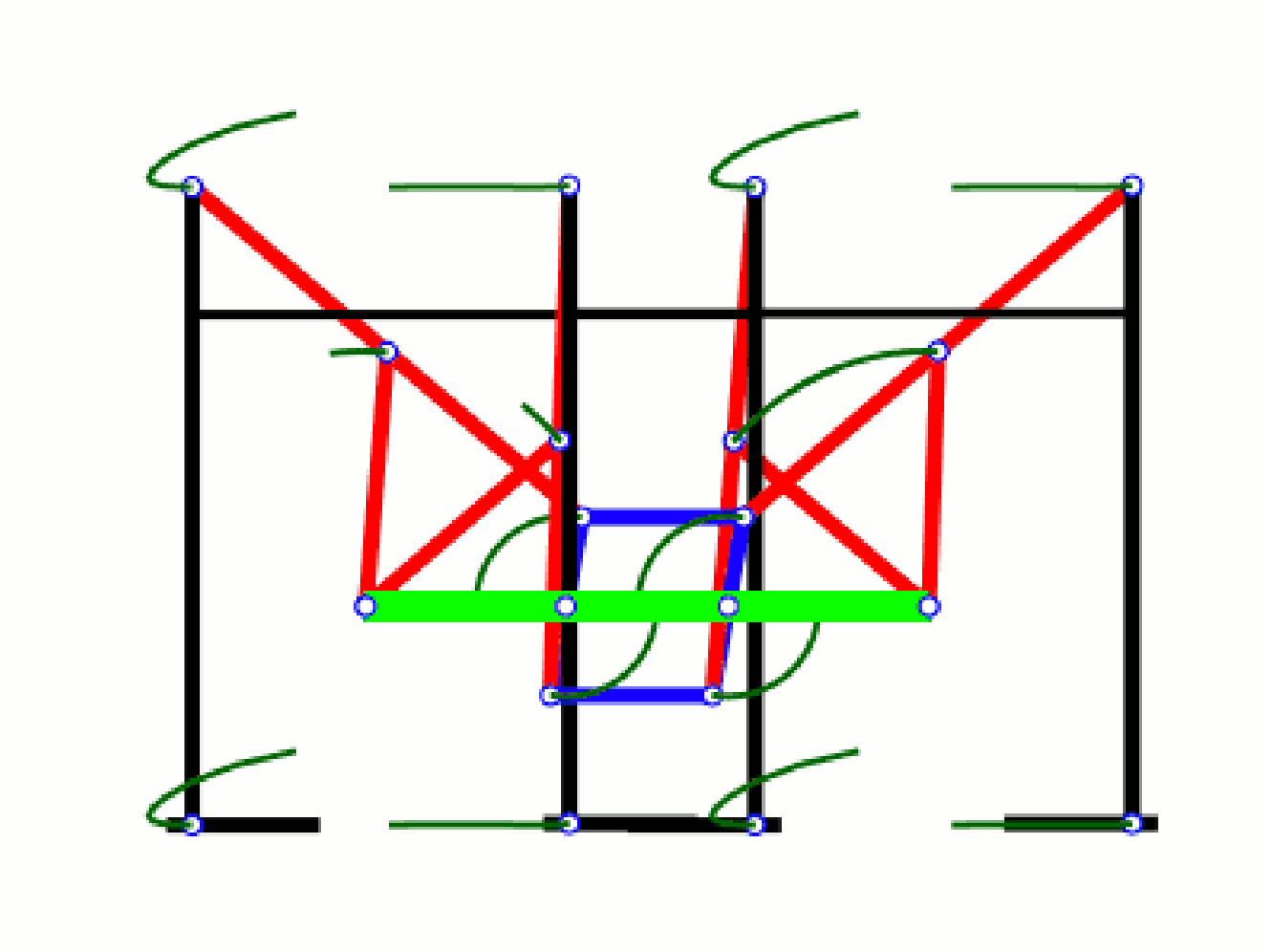
Mechanizm Lambda Chebyshev'a



https://en.wikipedia.org/wiki/Chebyshev%27s_Lambda_Mechanism

Mechanizmy - przykłady

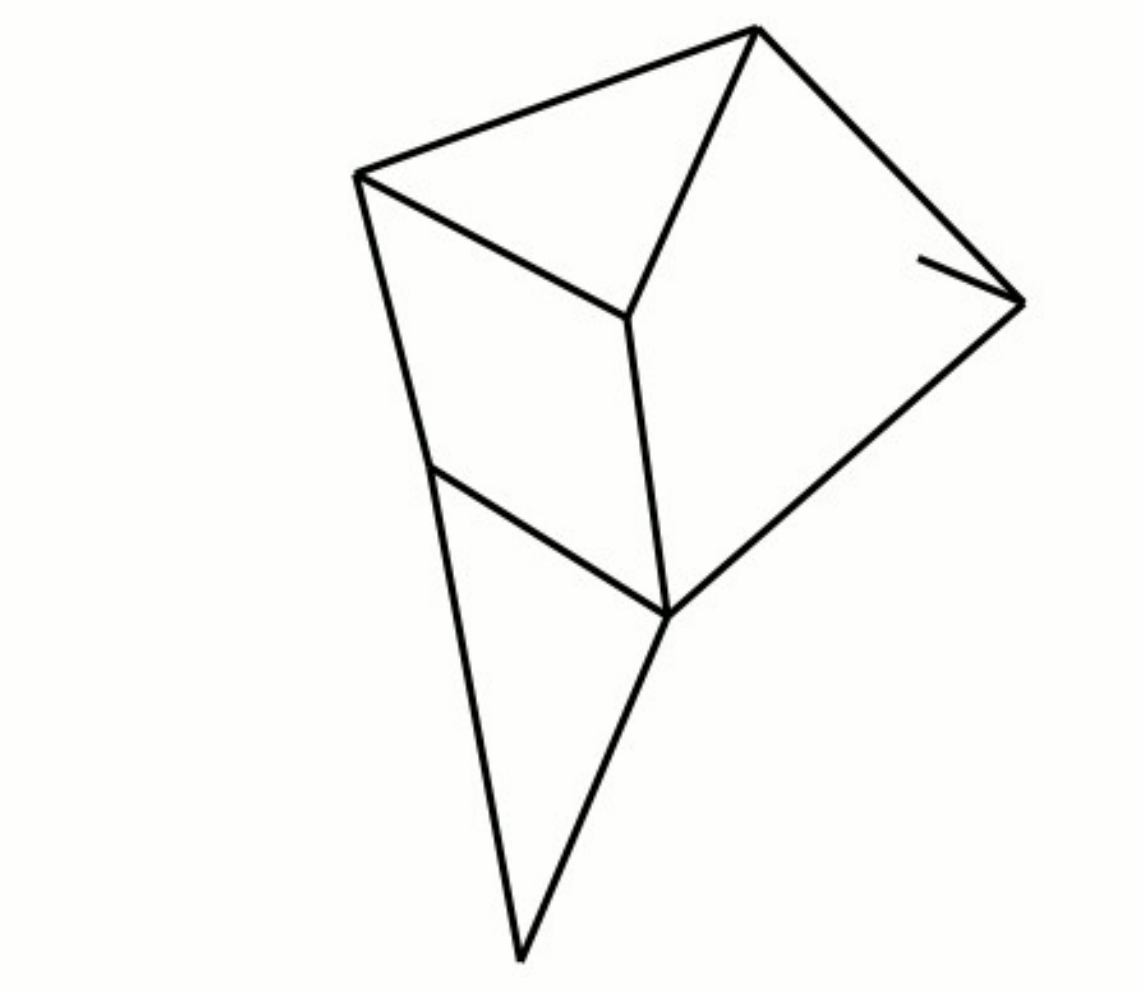
Mechanizm Lambda Chebyshev'a



https://en.wikipedia.org/wiki/Chebyshev%27s_Lambda_Mechanism

Mechanizmy - przykłady

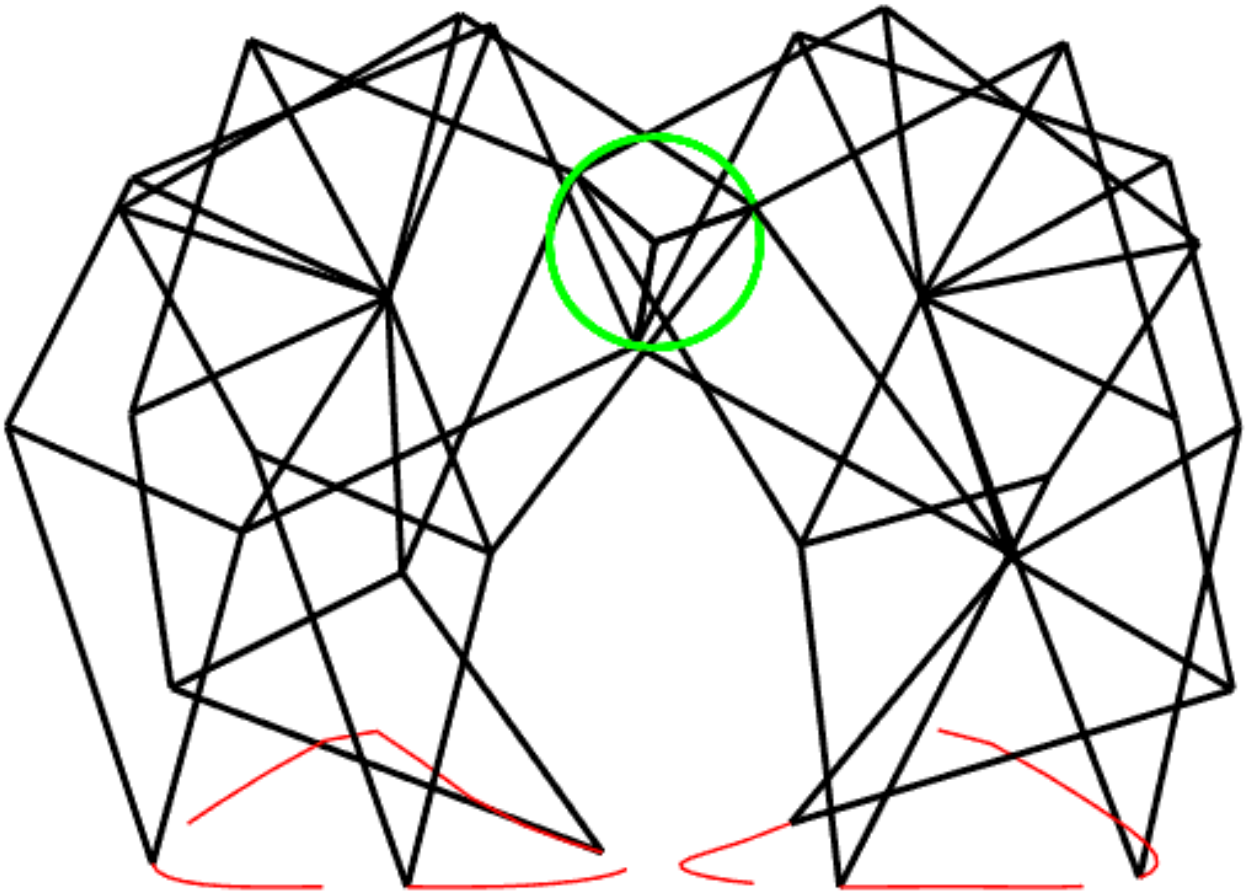
Mechanizm Jansen'a



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

Mechanizmy - przykłady

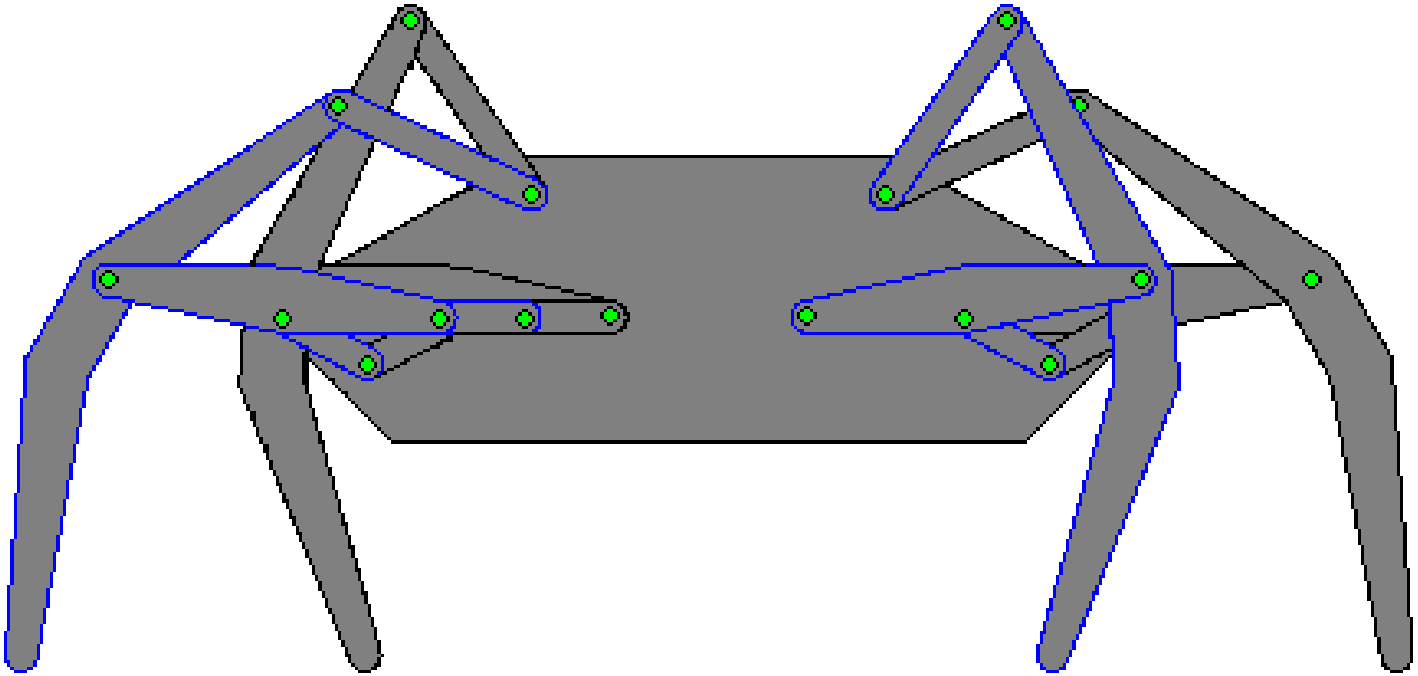
Mechanizm Jansen'a



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

Mechanizmy - przykłady

Mechanizm Klann'a



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

Ruchliwość łańcucha kinematycznego

Ruchliwość – liczba stopni swobody mechanizmu względem podstawy

Wzory strukturalne (Chebychev–Grübler–Kutzbach)

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)

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

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

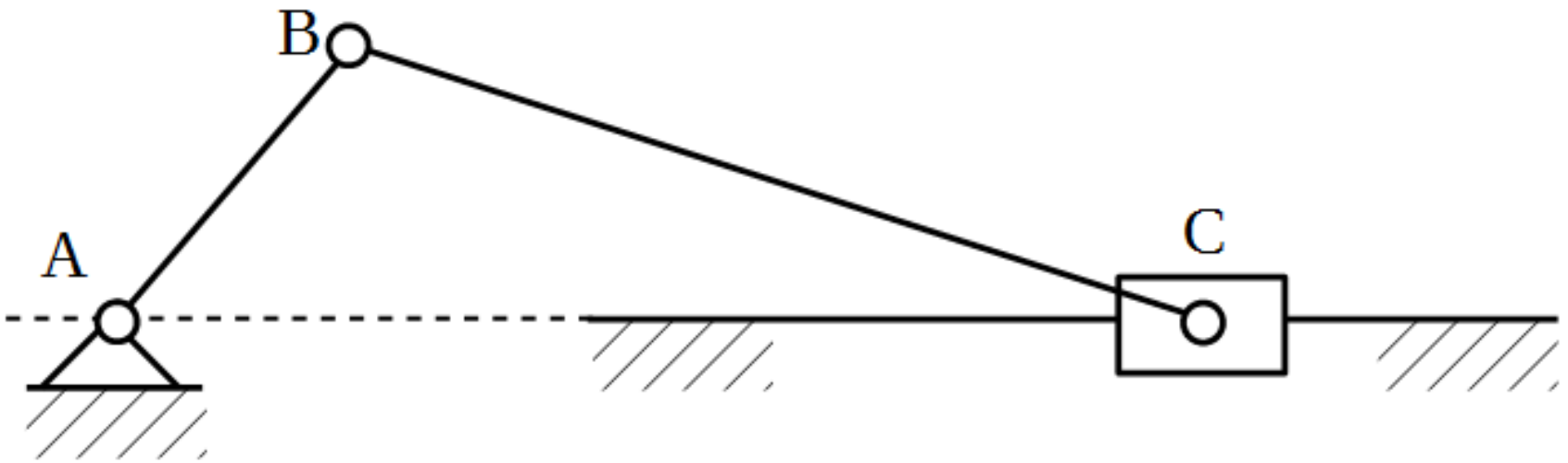
N – liczba elementów ruchomych

p_i – liczba par kinematycznych i-tej klasy

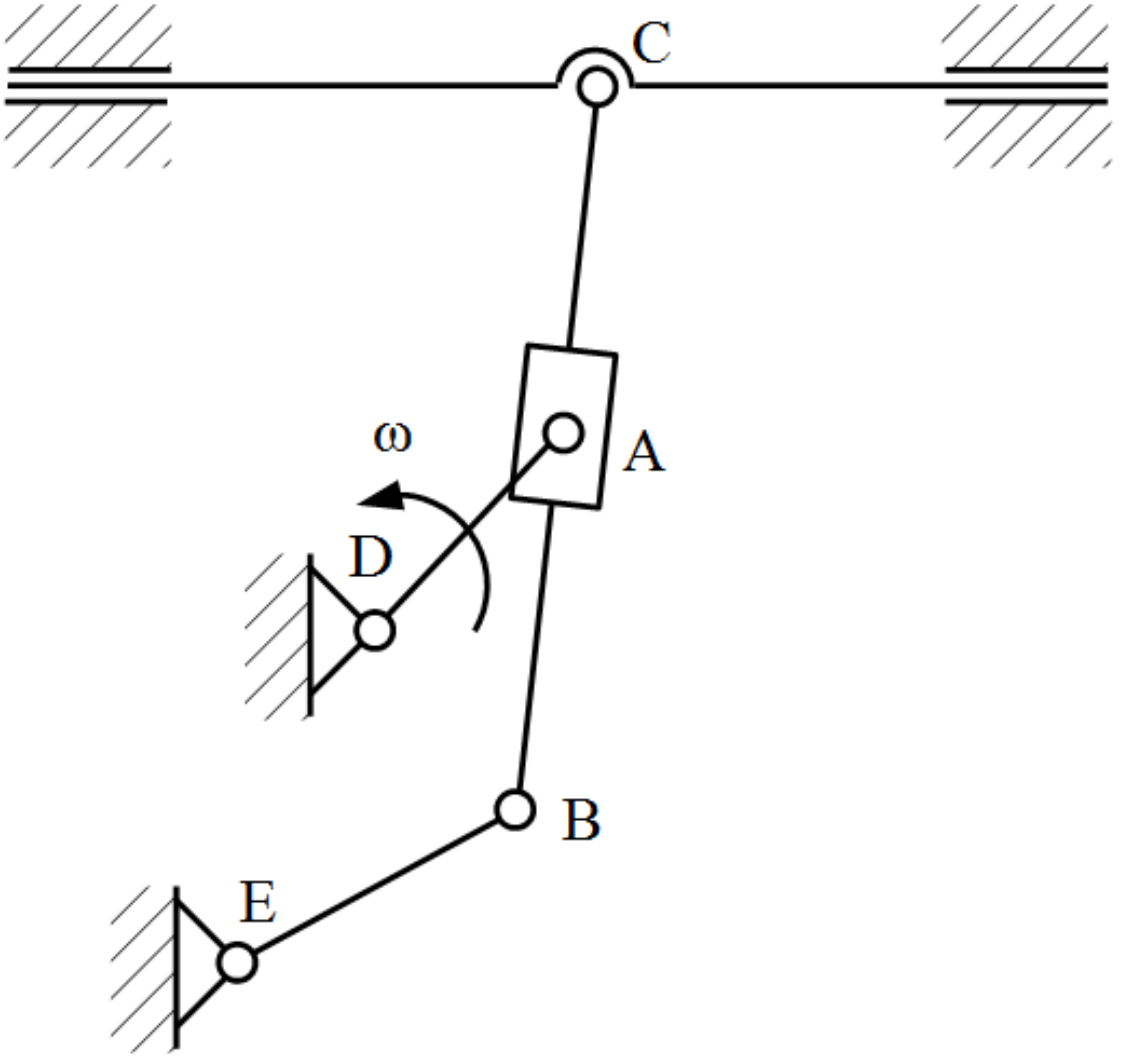
F >= 1 – mechanizm z możliwością ruchu

F < 1 – mechanizm zablokowany albo ruchomy z więzami biernymi

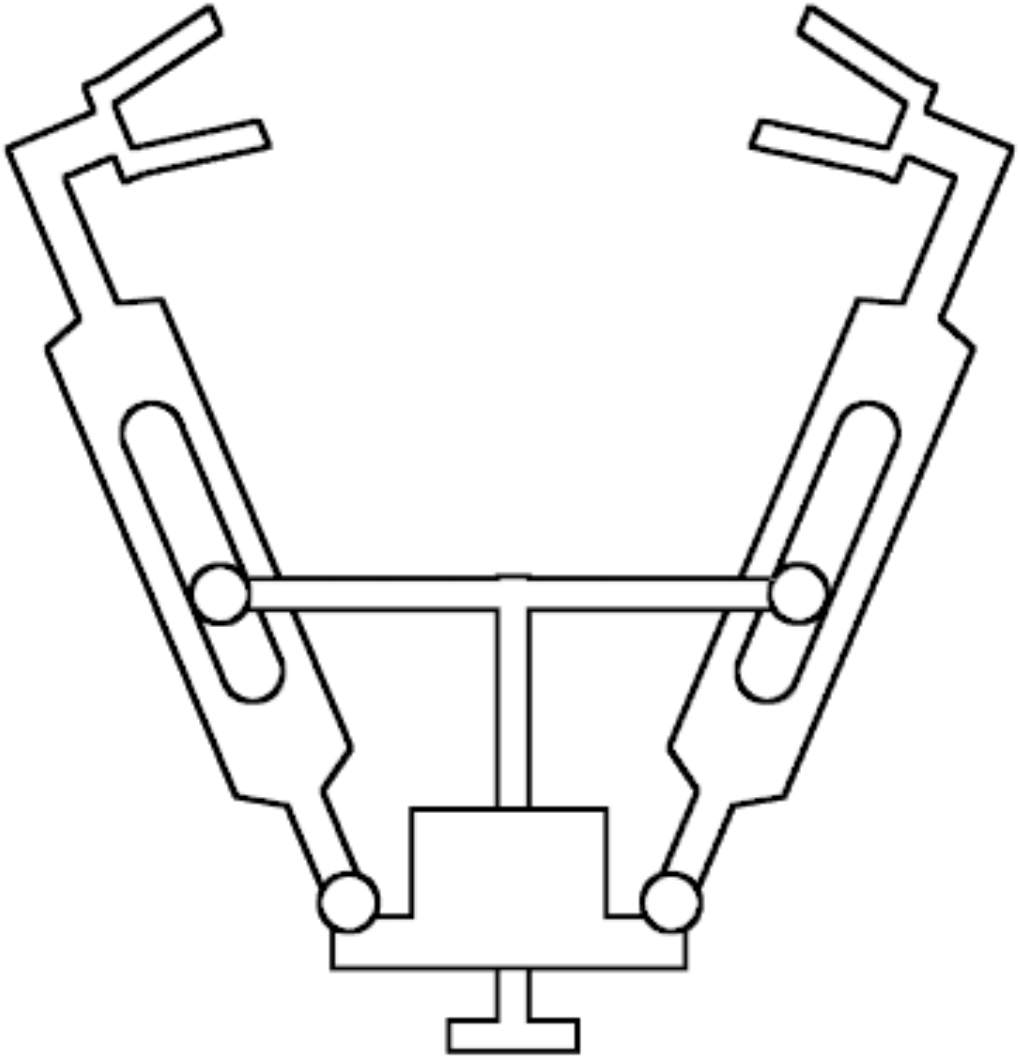
Wyznacznie ruchliwości – przykład



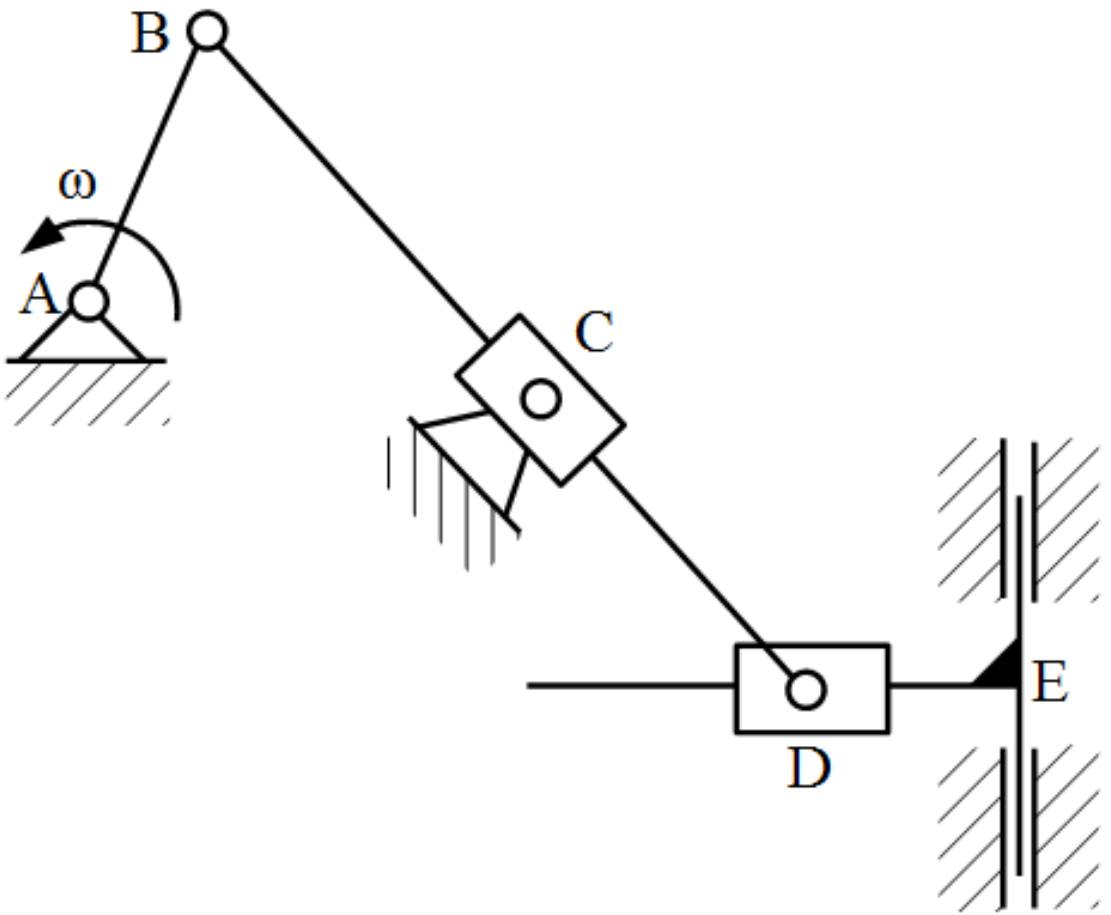
Wyznacznie ruchliwości – przykład



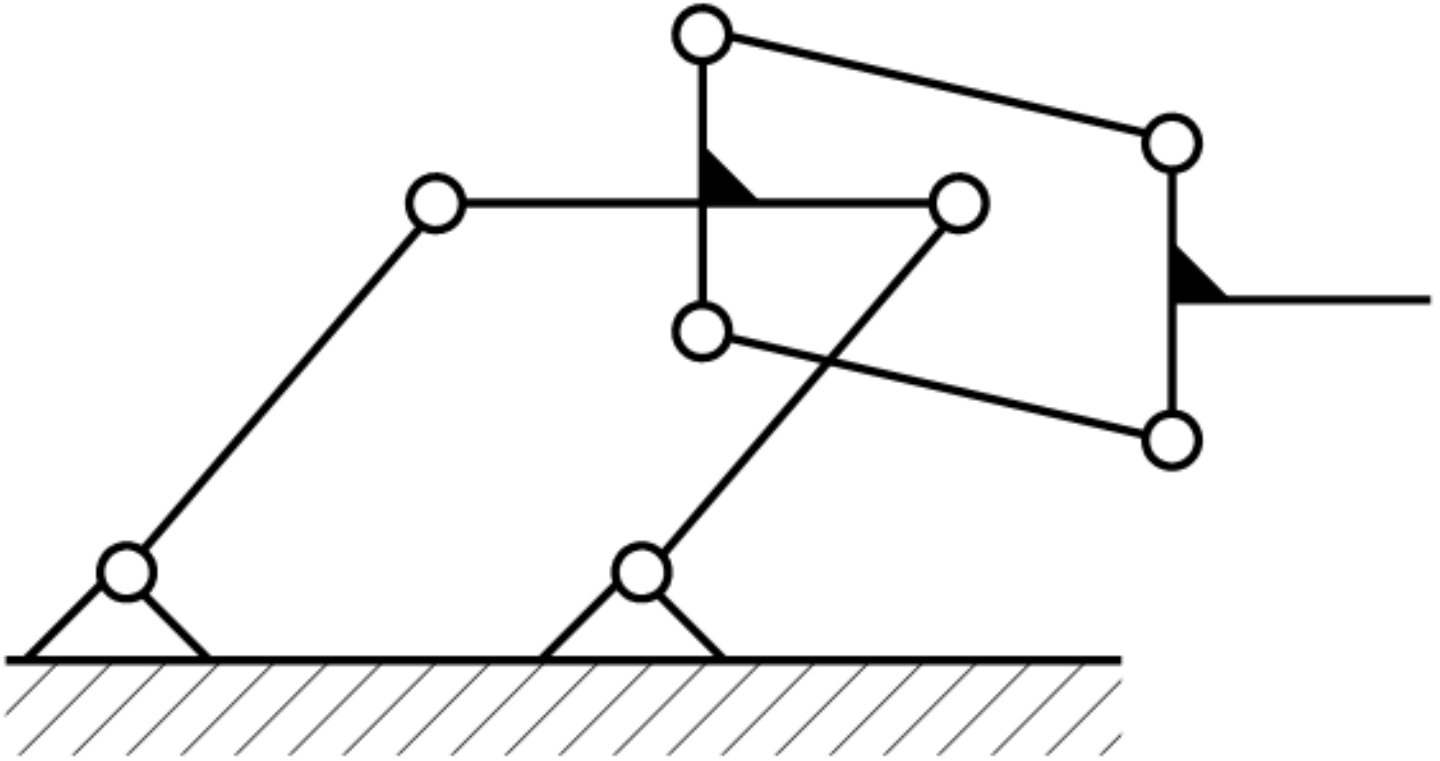
Wyznacznie ruchliwości – przykład



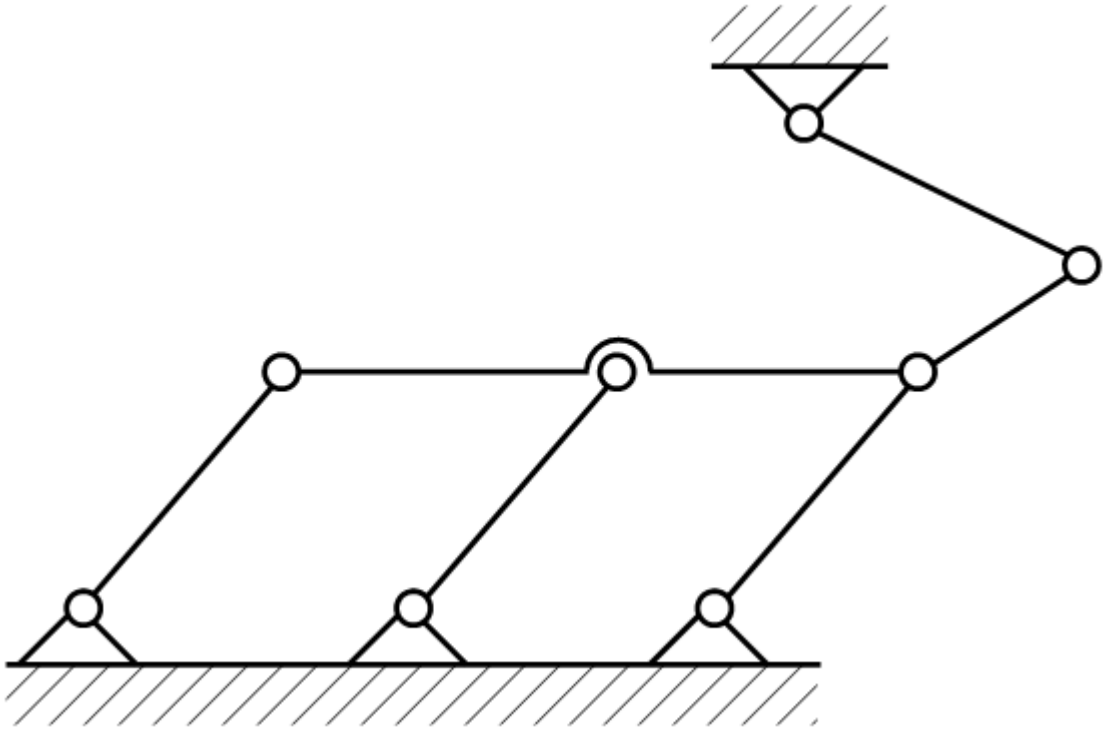
Wyznacznie ruchliwości – przykład



Wyznacznie ruchliwości – przykład

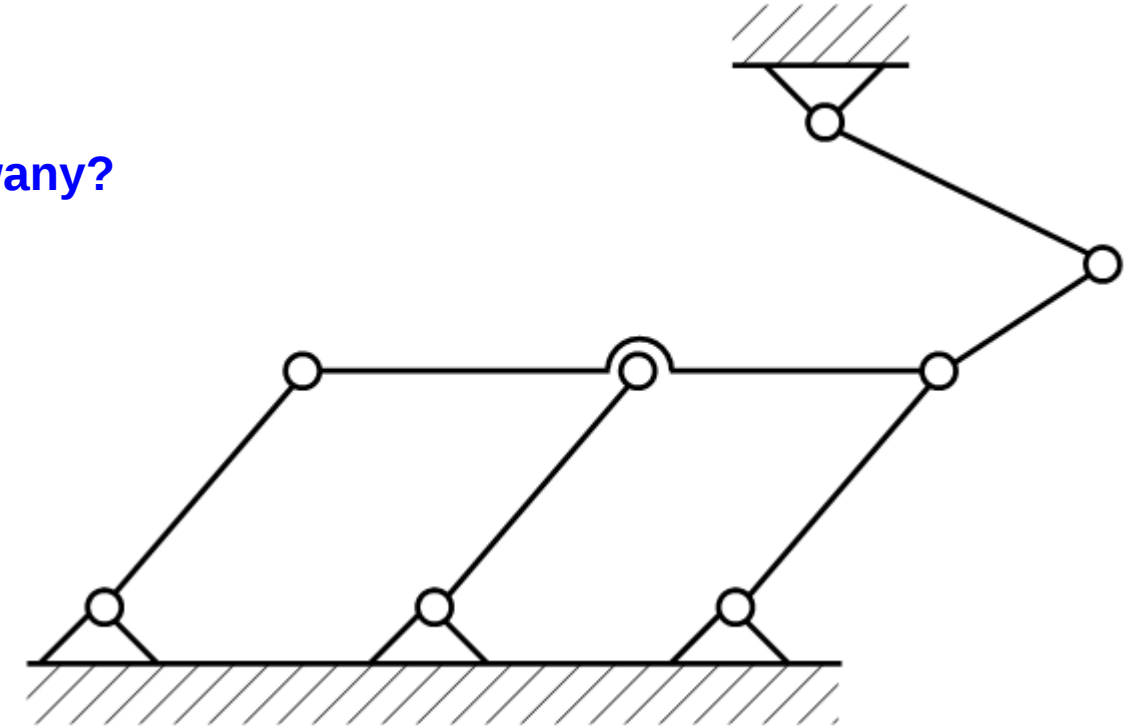


Wyznacznie ruchliwości – przykład



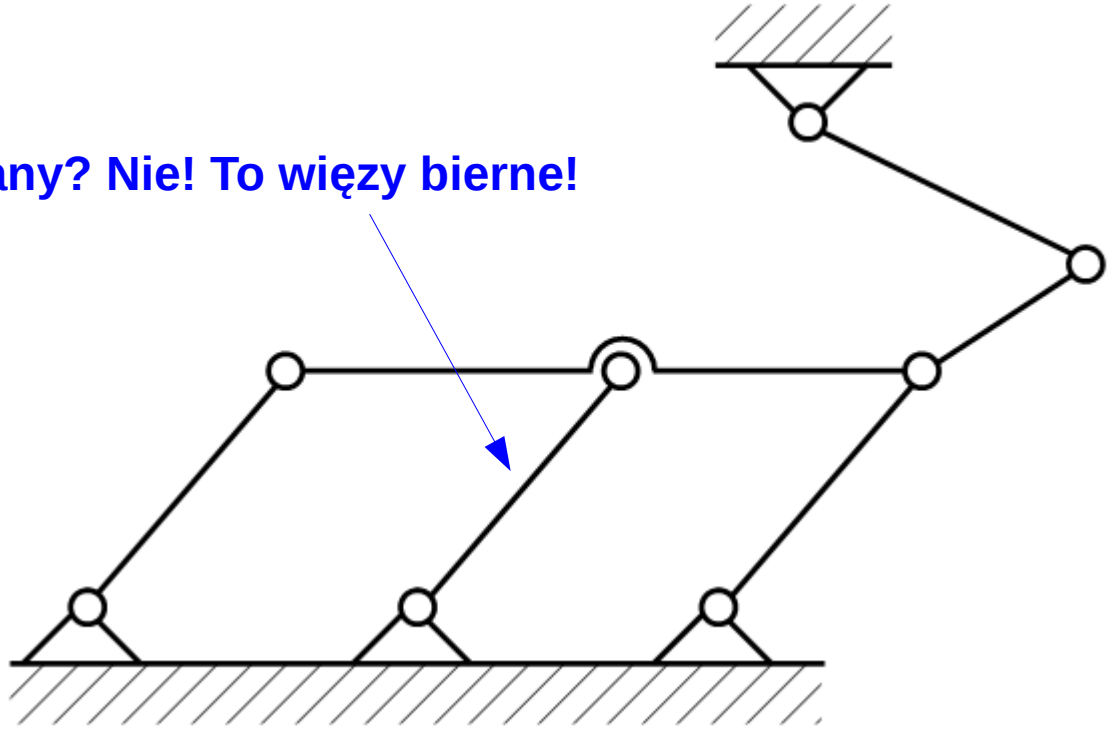
Wyznacznie ruchliwości – przykład

F = 0 Zablokowany?

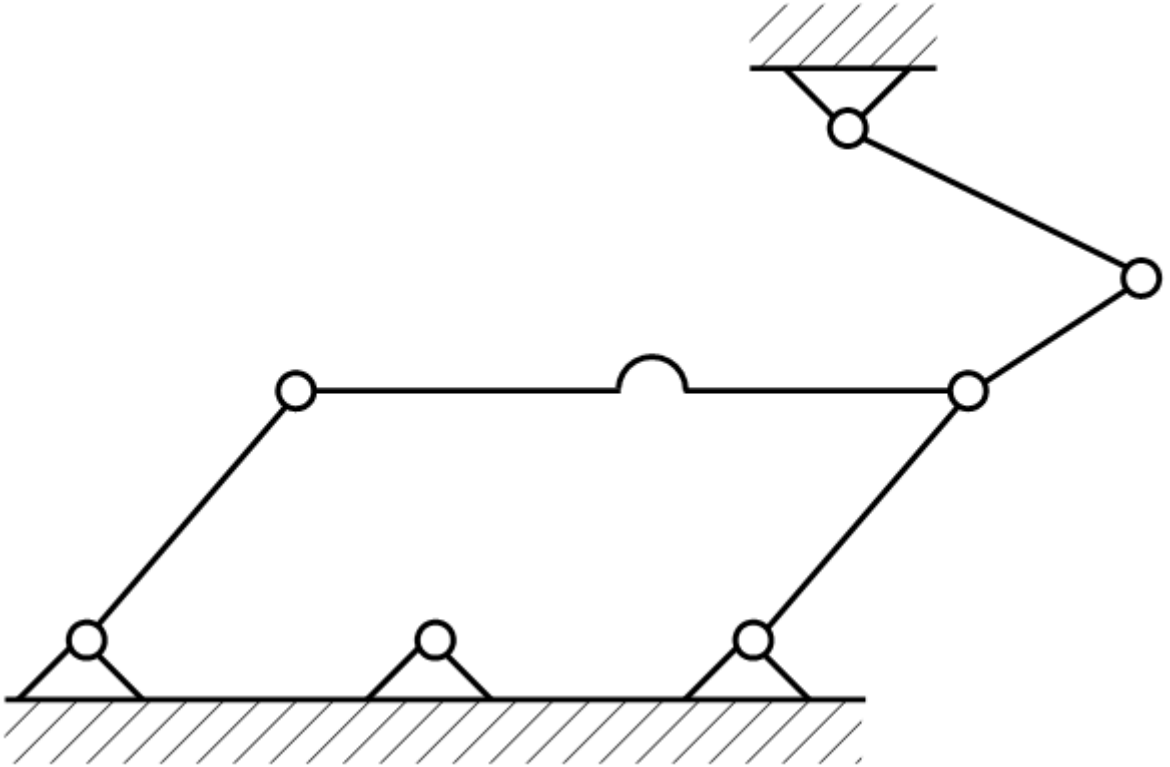


Wyznacznie ruchliwości – przykład

F = 0 zablokowany? Nie! To więzy bierne!

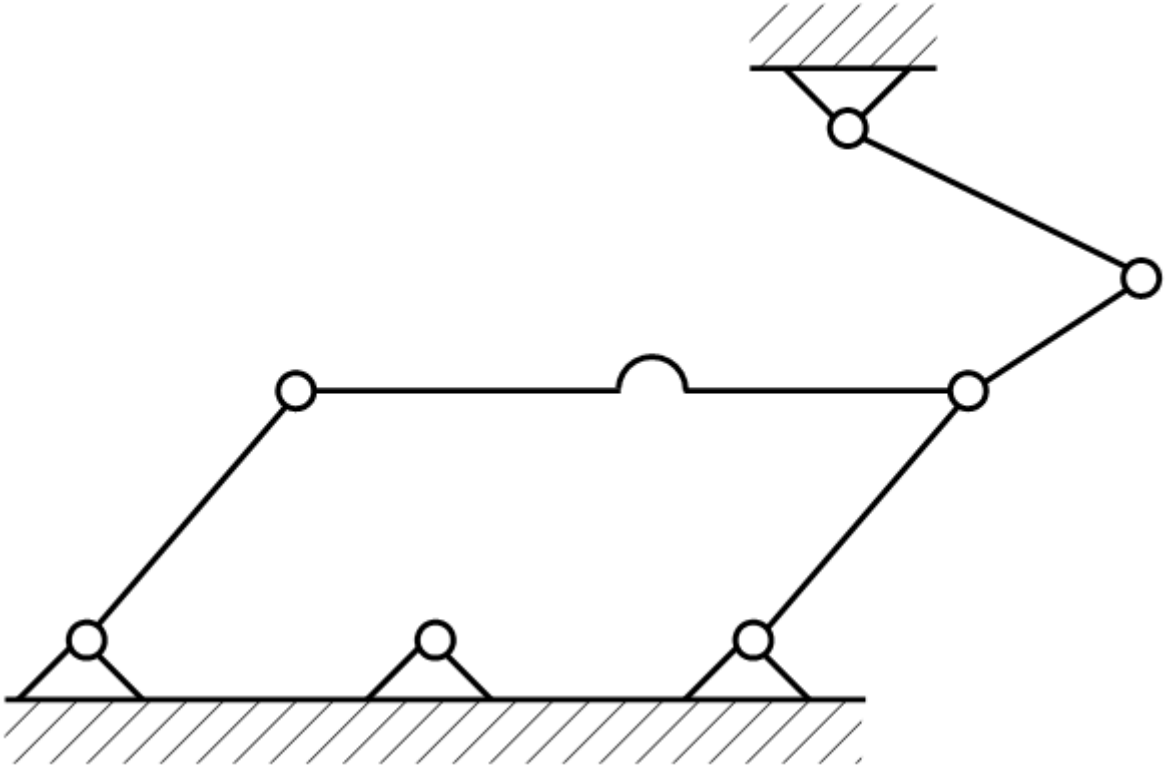


Wyznacznie ruchliwości – przykład



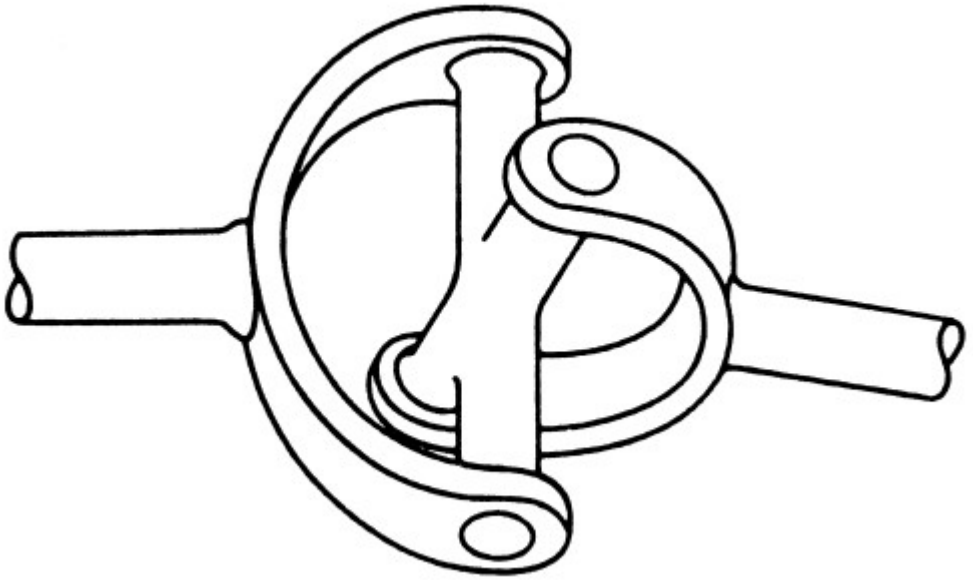
Wyznacznie ruchliwości – przykład

F = 1



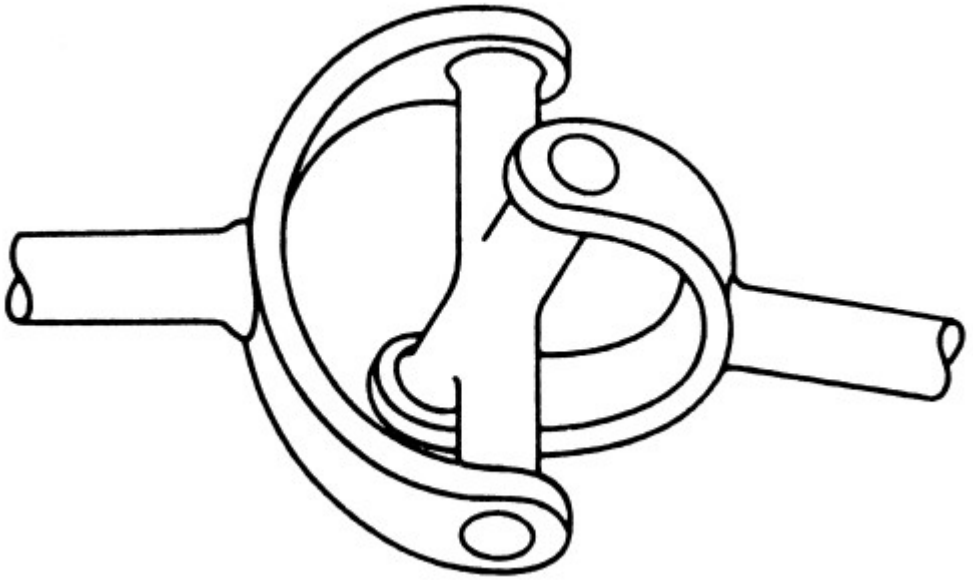
Mechanizm przegubowy

Kulisty mechanizm przegubowy
(Przegub Cardana, przegub krzyżakowy, sprzęgło wyhylne, universal joint, Hooke's joint, Hardy Spicer)



Mechanizm przegubowy

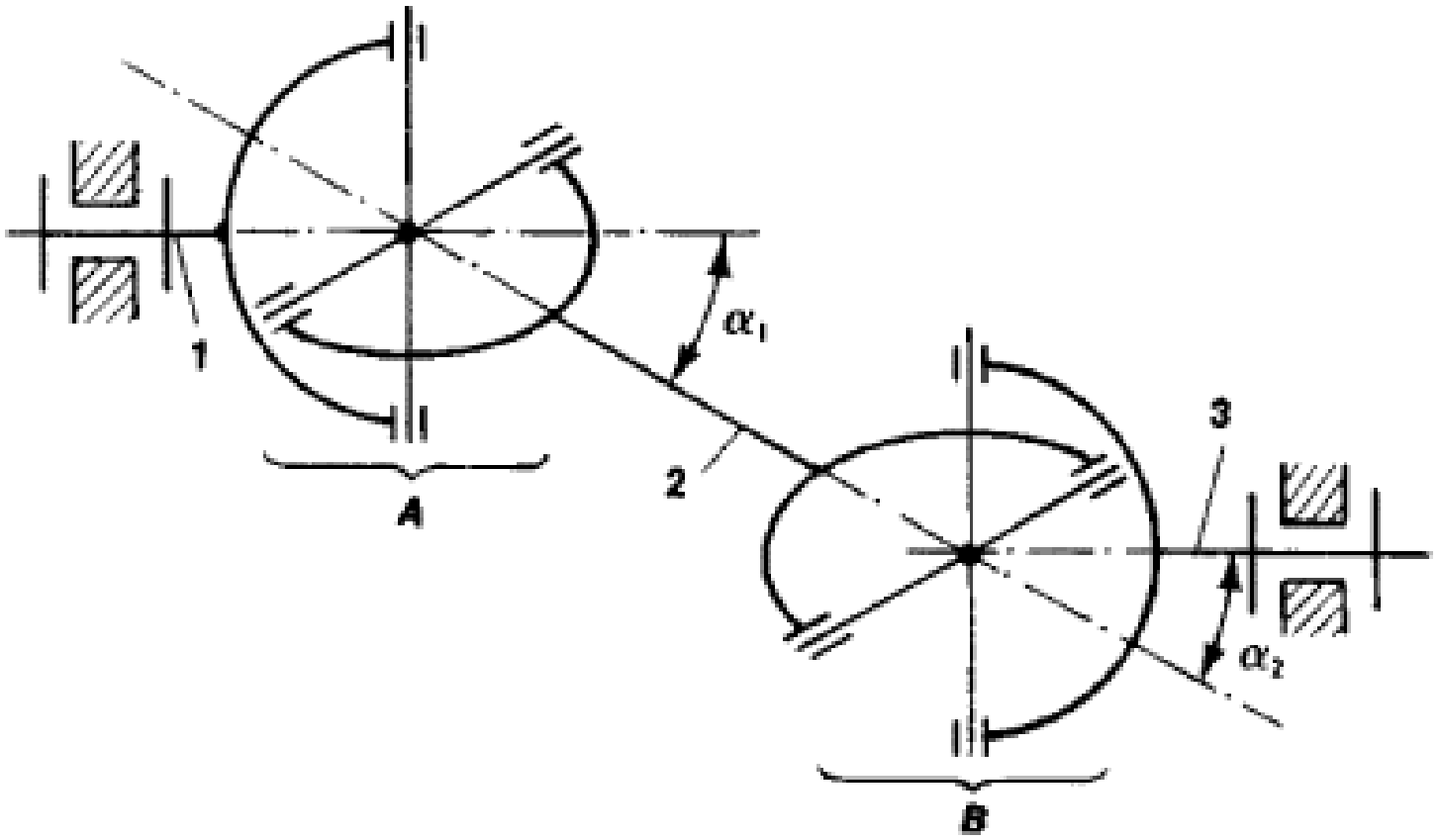
Kulisty mechanizm przegubowy
(Przegub Cardana, przegub krzyżakowy, sprzęgło wyhylne, universal joint, Hooke's joint, Hardy Spicer)

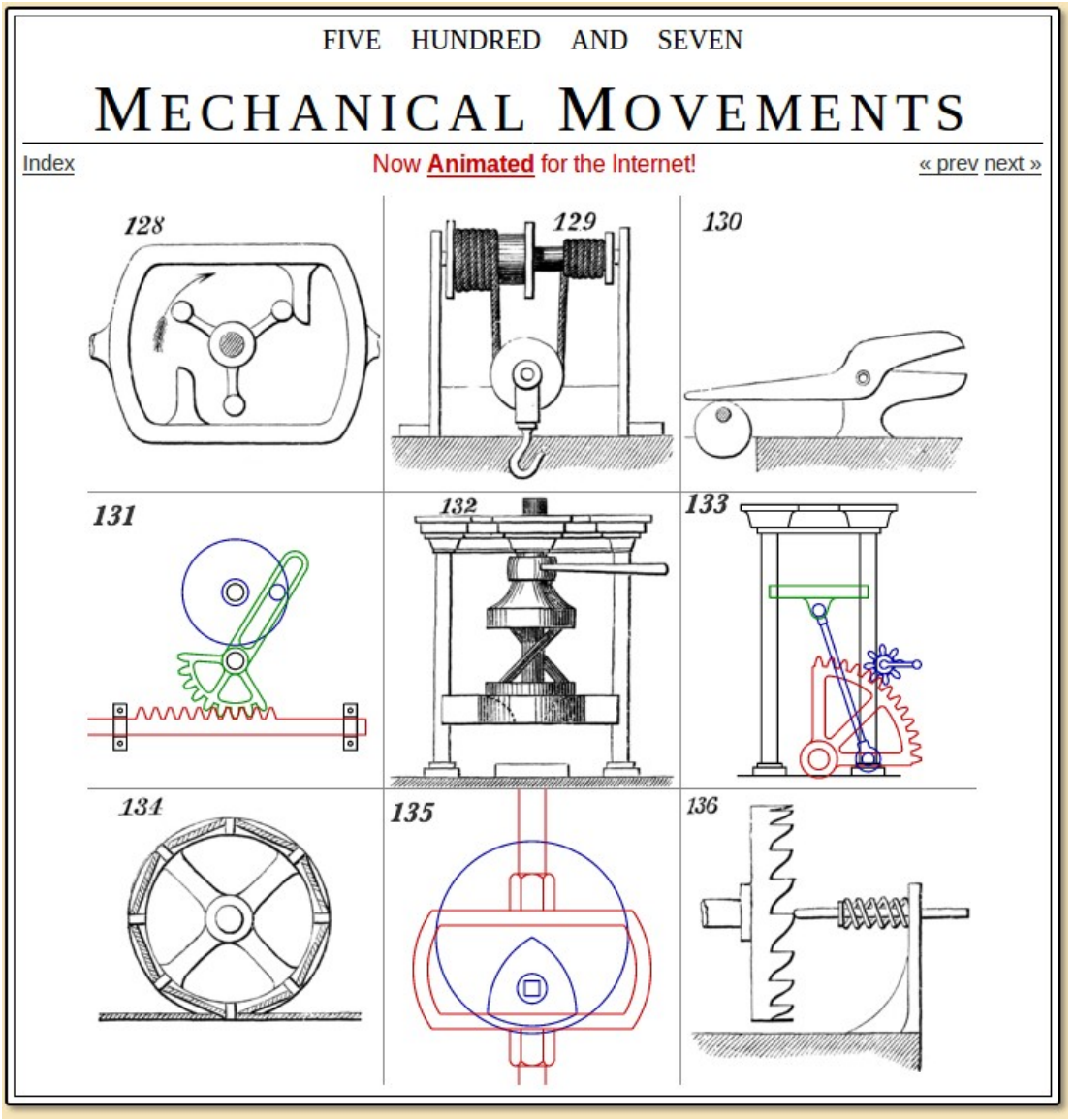


$$\omega_2 = \frac{\omega_1 \cos\beta}{1-\sin^2\beta\cos^2\gamma_1}\ , \qquad \omega_1 = \frac{d\,\gamma_1}{dt}\ ,\ \omega_2 = \frac{d\,\gamma_2}{dt}$$

Mechanizm przegubowy

Przegub dwukrzyżakowy



Materiały dodatkowe

http://507movements.com/