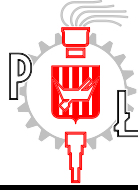


KATEDRA MECHANIKI
MATERIAŁÓW
POLITECHNIKA ŁÓDZKA



DEPARTMENT OF MECHANICS
OF MATERIALS
TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ

Al. Politechniki 6, 93-590 Łódź, Poland, Tel/Fax (48) (42) 631 35 51

Mechanika ogólna – statyka

kierunek Budownictwo, sem. I

materiały pomocnicze do ćwiczeń

opracowanie
dr inż. Piotr Dębski
dr inż. Irena Wagner

Łódź, czerwiec 2002

TREŚĆ WYKŁADU

Przedmiot, cel i metody mechaniki klasycznej.

Pojęcia podstawowe mechaniki. Działy mechaniki.

Aksjomaty statyki. Układ sił; równowaga układu sił.

Statyka punktu materialnego swobodnego. Układ sił zaczepionych w punkcie, redukcja, warunki równowagi.

Statyka punktu materialnego nieswobodnego. Więzy, reakcje więzów. Aksjomat więzów.

Statyka układu punktów materialnych. Aksjomaty więzów i wzajemność oddziaływań.

Równowaga. Kratownice płaskie i przestrzenne.

Statyka bryły sztywnej swobodnej. Układ sił zbieżnych. Moment siły względem punktu i osi. Moment układu sił. Teoria par sił. Teoria dowolnego układu sił: redukcja, warunki równowagi, wypadkowa, warunki istnienia wypadkowej, twierdzenie Varignon'e'a.

Płaski układ sił, warunki równowagi.

Układ sił równoległych, warunki równowagi, środek układu sił równoległych.

Środki ciężkości figur płaskich, brył i linii.

Statyka bryły sztywnej nieswobodnej - więzy, równowaga.

Statyka układu brył, oddziaływania, równowaga.

Elementarna teoria tarcia, tarcie posuwiste i toczenia.

Siły przekrojowe w układach belkowych. Różniczkowe warunki równowagi. Warunki nieciągłości sił przekrojowych. Wyznaczanie sił przekrojowych w płaskich i przestrzennych statycznie wyznaczalnych układach prętowych.

LITERATURA

1. J.Leyko, Mechanika ogólna, tom 1, PWN 1996
2. P.Wilde, M.Wizmur, Mechanika teoretyczna, PWN 1984
3. J. Nizioł, Metodyka rozwiązywania zadań z mechaniki, WNT 2002
4. J.Misiak, Mechanika Ogólna, Tom 1, WNT 1993
5. J.Januszek, U.Laskowska, U.Radoń, Statyka budowli dla studiów zaocznych, skrypt P. Św., Kielce 1998
6. S.Cieśla, S.Wyra, Mechanika Teoretyczna dla kierunku Budownictwo – studia inżynierskie, skrypt P. Śl., Gliwice

Forma zaliczenia przedmiotu:

ćwiczenia - 2 kolokwia sprawdzające

ćwiczenia projektowe - wykonanie i obrona prac projektowych

wykład - kolokwium

PROGRAM ĆWICZEŃ

- 1 Algebra wektorów (kąt między wektorami, składowe i współrzędne wektora, rozkładanie wektora na składowe, iloczyn wektorowy- obliczanie momentu wektora względem punktu i osi)
- 2 Rozwiązywanie kratownic płaskich (wyznaczanie sił w prętach metodą równoważenia węzłów)
- 3 Rozwiązywanie kratownic przestrzennych (wyznaczanie sił w prętach metodą równoważenia węzłów, pręty zerowe)
- 4 Wyznaczanie reakcji w belkach (belki pojedyncze – różne rodzaje obciążeń)
- 5, 6 Wyznaczanie reakcji w ramach płaskich (rama „trójprzegubowa”, ramy otwarte i zamknięte, wyznaczanie sił w ściągu)
- 7 Wyznaczanie reakcji w ramach przestrzennych (dźwigary załamane w planie)
- 8 **I kolokwium** (z zakresu 2 – 7)
- 9 Wyznaczanie sił przekrojowych w belkach
- 10, 11 Wyznaczanie sił przekrojowych w ramach płaskich
- 12 Wyznaczanie sił przekrojowych w ramach przestrzennych
- 13 **II kolokwium** (z zakresu 9 – 12)
- 14 Wyznaczanie sił przekrojowych w łukach kołowych

PROGRAM ĆWICZEŃ PROJEKTOWYCH

- 1 Proste przypadki układu sił zbieżnych (określanie kierunku reakcji podłoża idealnie gładkiego, rodzaje więzów i ich reakcje, warunki równowagi płaskiego układu sił zbieżnych).
Rozwiązywanie kratownic płaskich
- 2 Rozwiązywanie kratownic płaskich (wyznaczanie sił w prętach metodą równoważenia węzłów, pręty zerowe)
- 3 Rozwiązywanie kratownic przestrzennych (wyznaczanie sił w prętach metodą równoważenia węzłów)
- 4 Wyznaczanie reakcji w belkach (belki złożone - rodzaje połączeń i ich reakcje, belki ze skratowaniem)
- 5, 6 Wyznaczanie reakcji w ramach płaskich (ramy otwarte i zamknięte, ramy kratownicowe - metoda przecięć Rittera) Równowaga układów płaskich z uwzględnieniem tarcia - wyznaczanie reakcji
- 7 Wyznaczanie reakcji w ramach przestrzennych (układy tarczowo - prętowe, rodzaje więzów i połączeń i ich reakcje)
- 8 Wyznaczanie środków ciężkości figur płaskich i brył
- 9 Wyznaczanie sił przekrojowych w belkach
- 10 **Obrona projektu P1**
- 11 Wyznaczanie sił przekrojowych w ramach płaskich
- 12 Wyznaczanie sił przekrojowych w ramach przestrzennych
- 13 **Obrona projektu P2**
- 14 Wyznaczanie sił przekrojowych w łukach kołowych

Prace projektowe

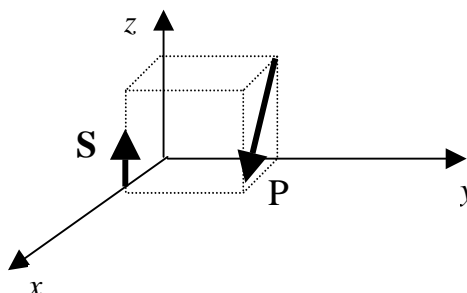
- P1** Wyznaczanie reakcji (na przykładzie ramy płaskiej)
- P2** Wyznaczanie sił przekrojowych (w ramie z projektu 1)

Zadania przykładowe w semestrze I

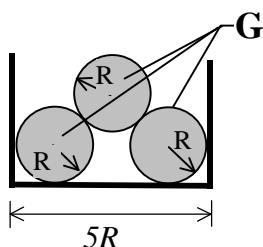
Algebra wektorów. Proste przypadki równowagi układu sił zbieżnych

- ◆ przypomnienie wiadomości z rachunku wektorowego
- ◆ określanie kierunku reakcji podłoża idealnie gładkiego, rodzaje więzów i ich reakcje, warunki równowagi płaskiego układu sił zbieżnych

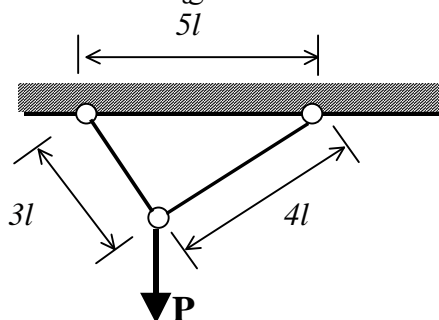
1. Narysować wektor o współrzędnych $[2,5,2]$ zaczepiony w początku układu. Obliczyć jego długość.
2. Znaleźć składowe wektora \overline{AB} , gdy $A[2,2,0]$ i $B[2,7,5]$. Wyznaczyć jego rzut na płaszczyznę Oxy .
3. Wyznaczyć kąt między przekątnymi ścian w sześcianie i między przekątną a krawędzią sześcianu.
4. Obliczyć iloczyn wektorowy wektorów \overline{P} i \overline{S} , przedstawionych na rysunku. Obliczyć moment siły P względem początku układu.



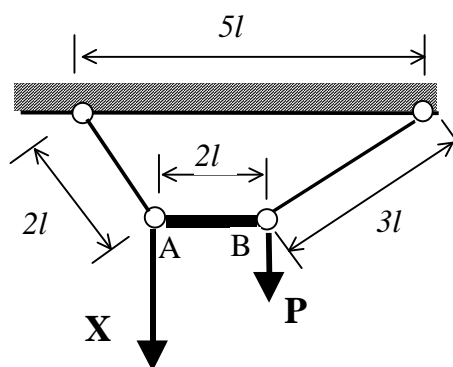
5. Wyznaczyć nacisk kulek na ścianki i dno naczynia



6. Znaleźć naciągi linek

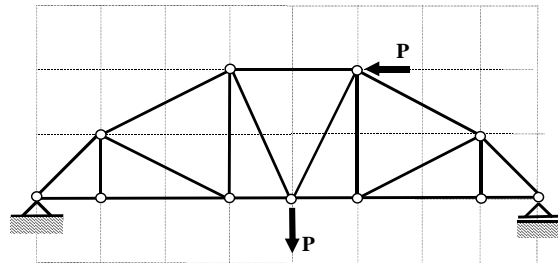
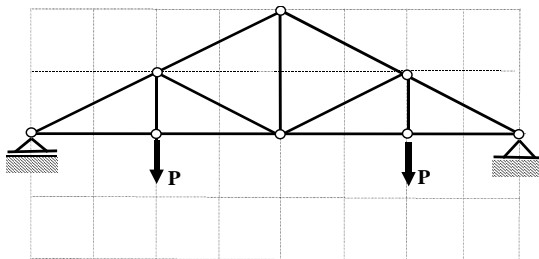
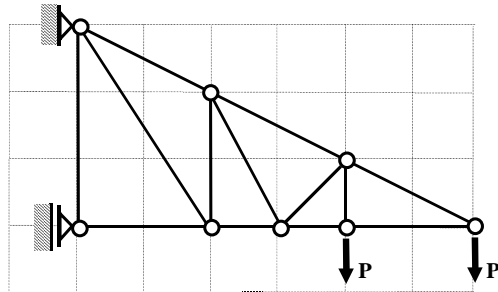
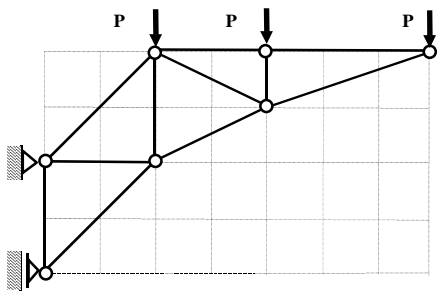
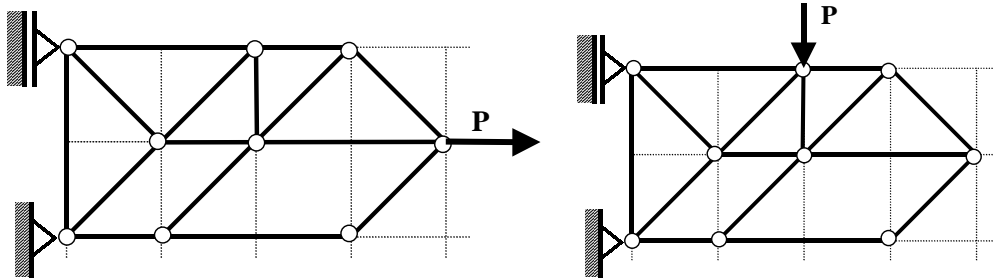


7. Znaleźć wartość siły X , przy której pręt AB pozostaje poziomy.



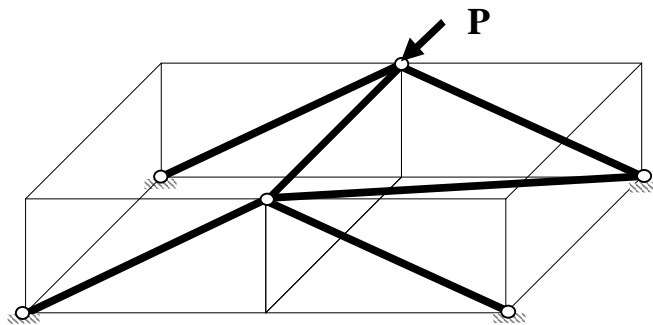
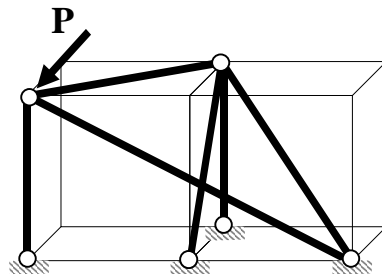
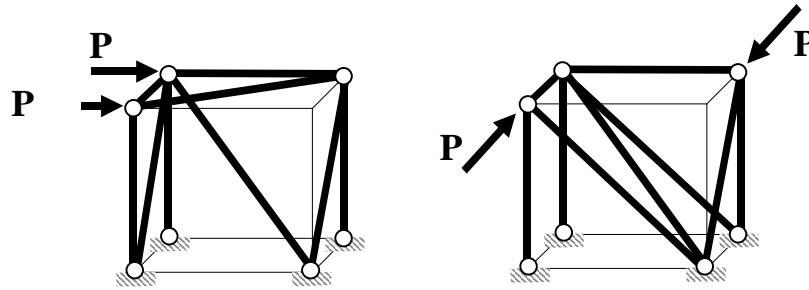
Rozwiązywanie kratownic płaskich

- ◆ pręty zerowe
- ◆ wyznaczanie sił w prętach metodą równoważenia węzłów
- ◆ wyznaczanie sił po uprzednim wyznaczeniu reakcji



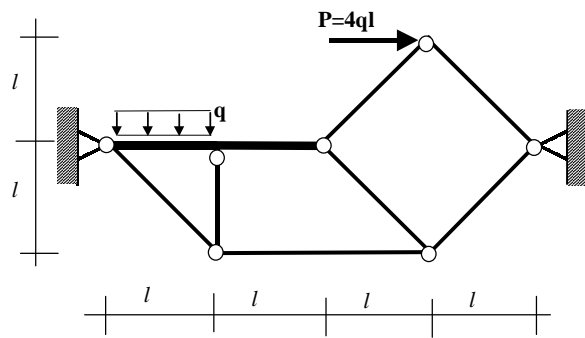
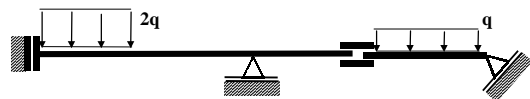
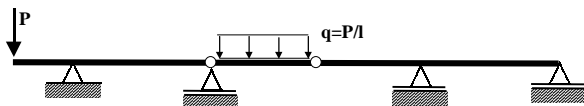
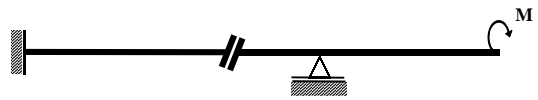
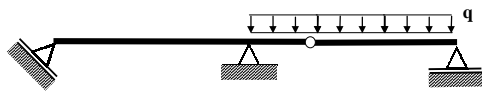
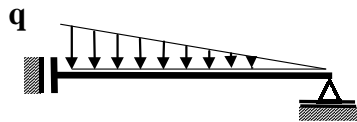
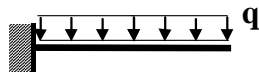
Rozwiązywanie kratownic przestrzennych

- ♦ pręty zerowe
- ♦ wyznaczanie sił w prętach metodą równoważenia węzłów



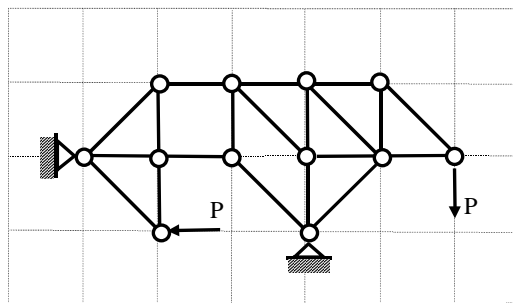
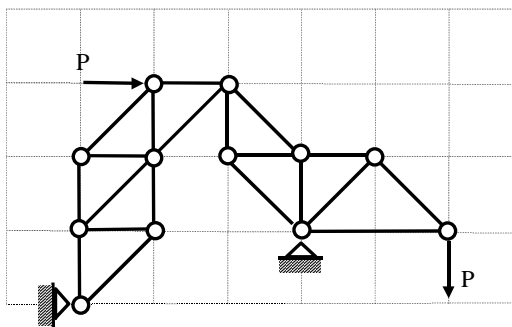
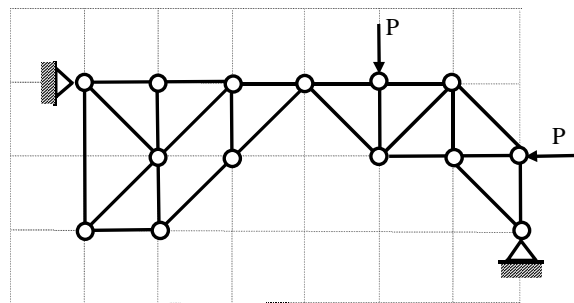
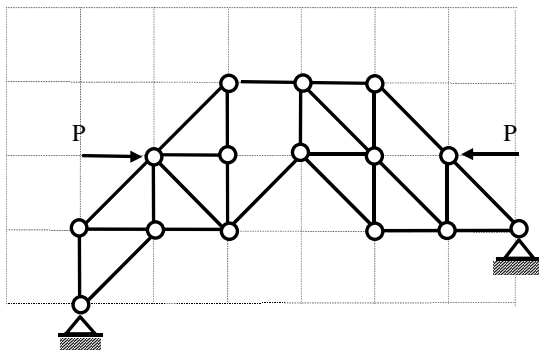
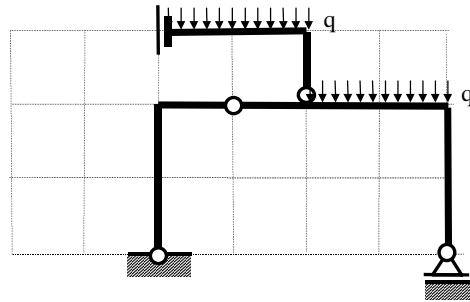
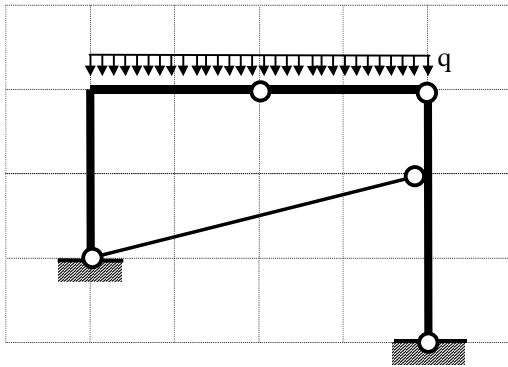
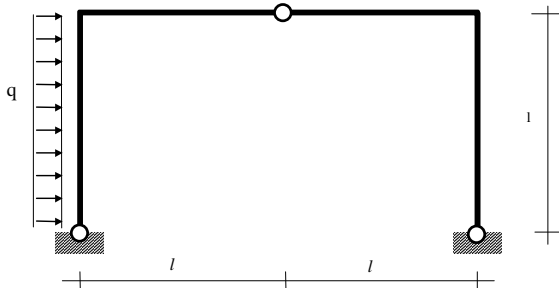
Wyznaczanie reakcji w belkach

- ♦ obciążenia skupione i ciągłe
- ♦ belki pojedyncze
- ♦ belki złożone - rodzaje połączeń i ich reakcje
- ♦ belki ze skratowaniem



Wyznaczanie reakcji w ramach płaskich

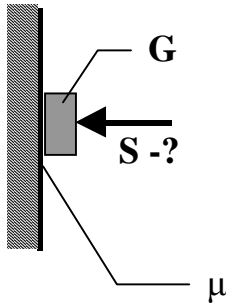
- ♦ rama „trójprzegubowa”
- ♦ ramy otwarte i zamknięte, wyznaczanie siły w ściągu
- ♦ ramy kratownicowe - metoda przecięć Rittera



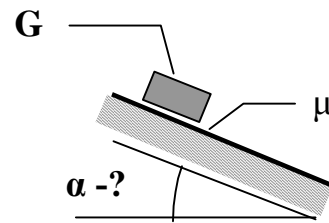
Równowaga układów płaskich z uwzględnieniem tarcia

- ♦ wyznaczanie reakcji
- ♦ określanie warunków koniecznych równowagi

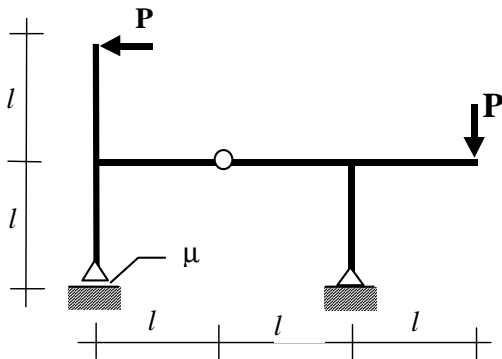
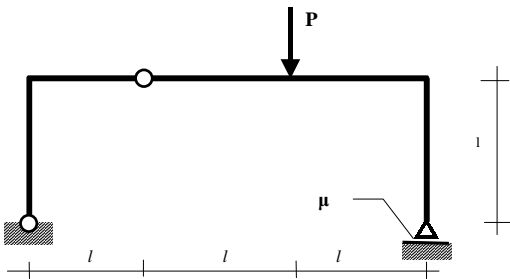
Jaka musi być siła dociskająca klocek o masie m do chropowatej ściany, aby pozostał on w miejscu? Współczynnik tarcia między powierzchniami wynosi μ .



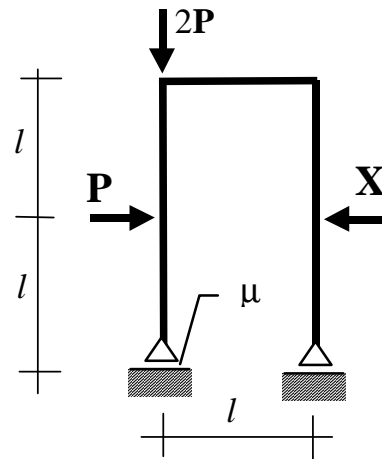
Przy jakim maksymalnym kącie nachylenia równi α , klocek o masie m nie będzie zsuwał się z równi? Współczynnik tarcia między powierzchniami wynosi μ .



Wyznaczyć dla jakich wartości współczynnika tarcia μ układ pozostanie w równowadze.

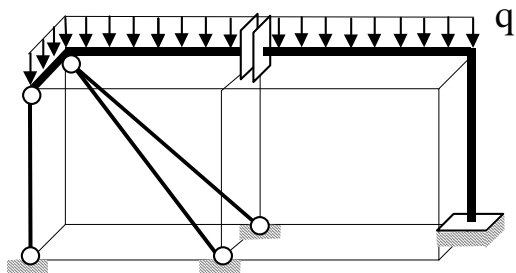
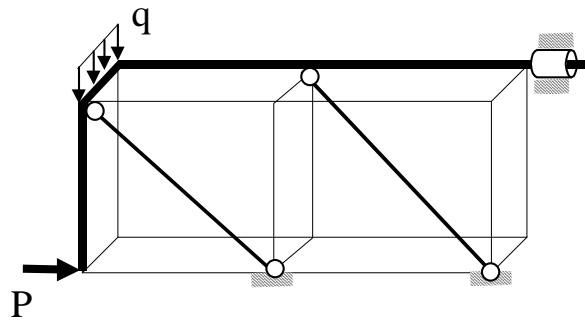
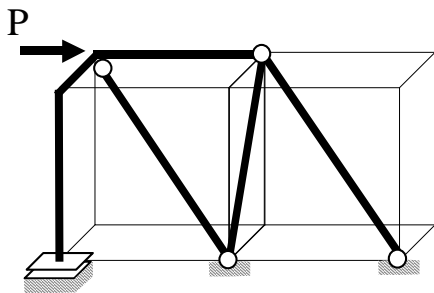
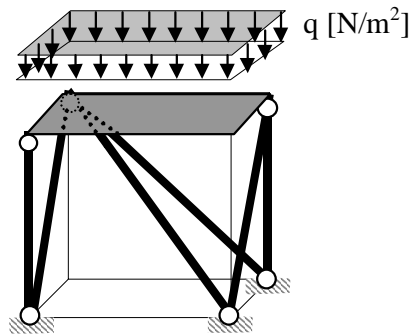
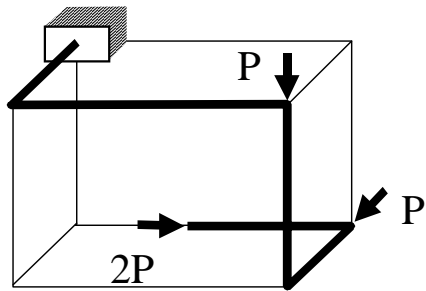


W lewej podporze przedstawionej ramy występuje tarcie o współczynniku μ . Wyznaczyć w jakich granicach może zmieniać się wartość siły X , aby układ pozostawał w równowadze.



Wyznaczanie reakcji w ramach przestrzennych

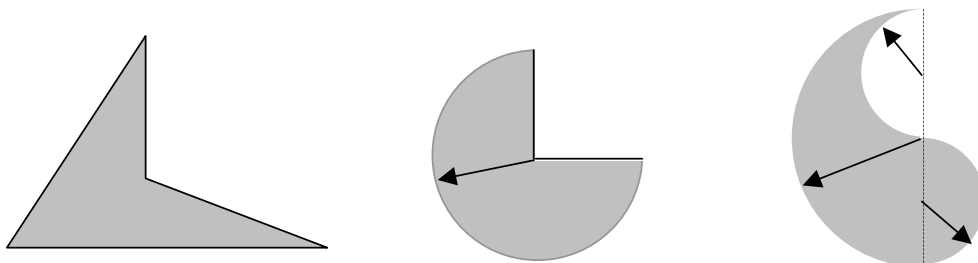
- ◆ dźwigary załamane w planie
- ◆ rodzaje więzów i połączeń i ich reakcje
- ◆ układy tarczowo - prętowe



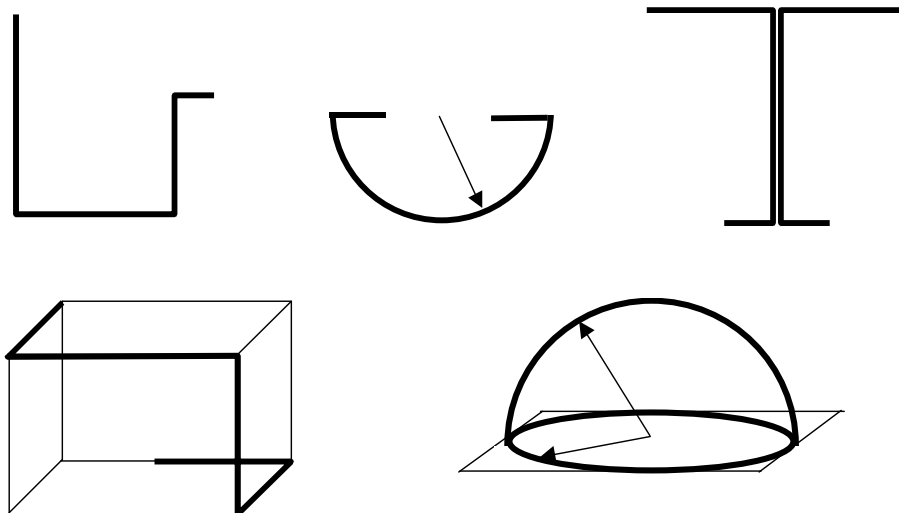
Wyznaczanie położenia środków ciężkości

- ◆ superpozycja
- ◆ metoda pól ujemnych

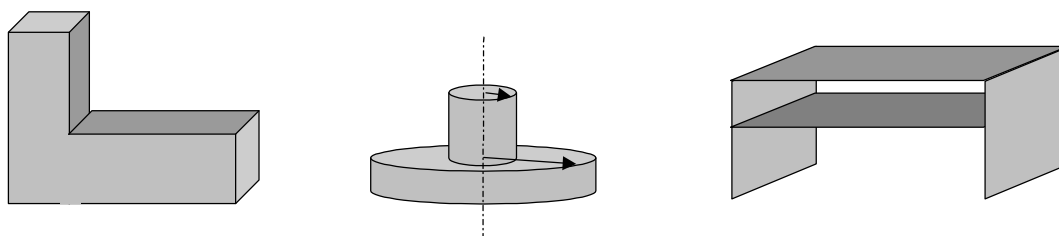
- *figury płaskie*



- *linie płaskie i przestrzenne*

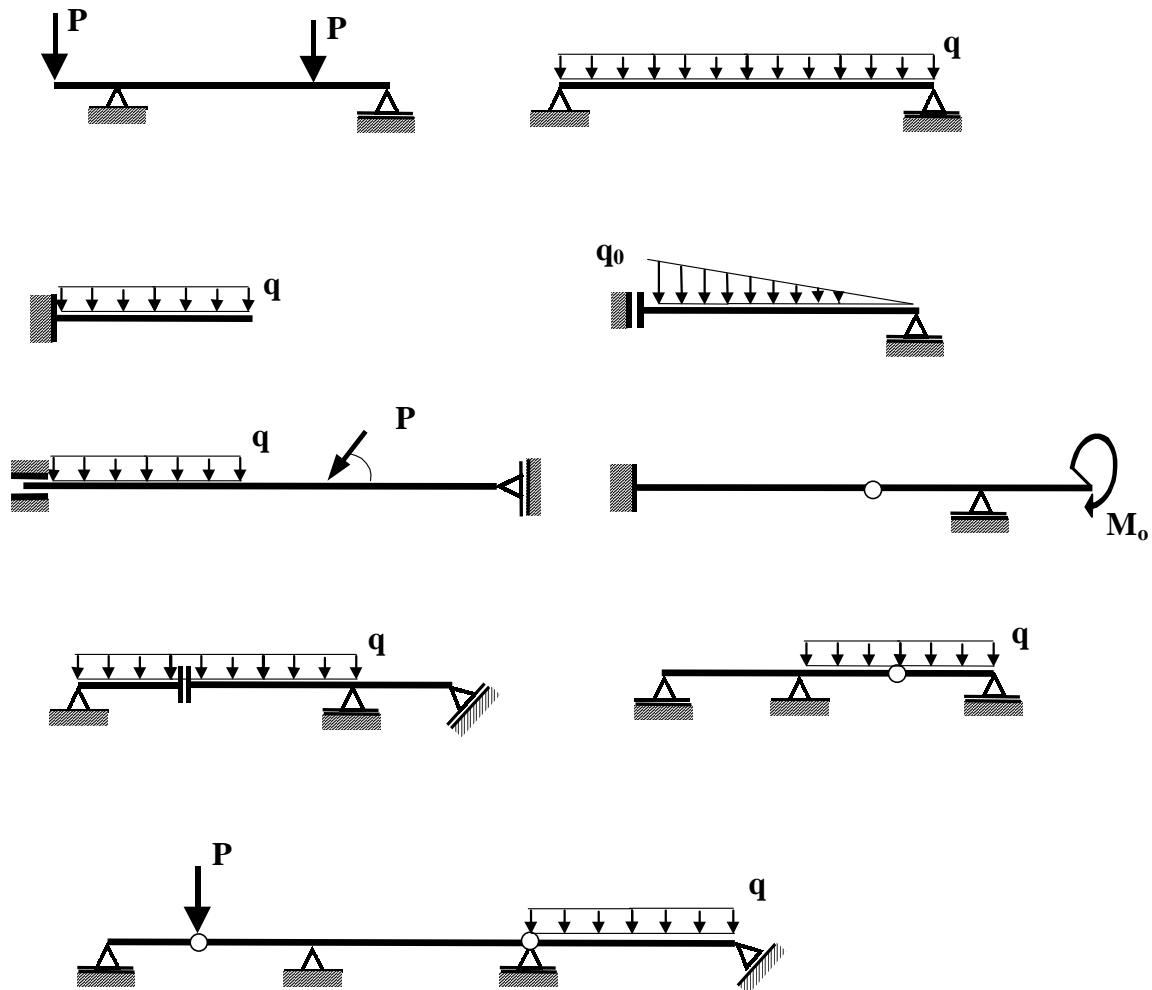


- *bryły i powierzchnie*



Wyznaczanie sił przekrojowych w belkach

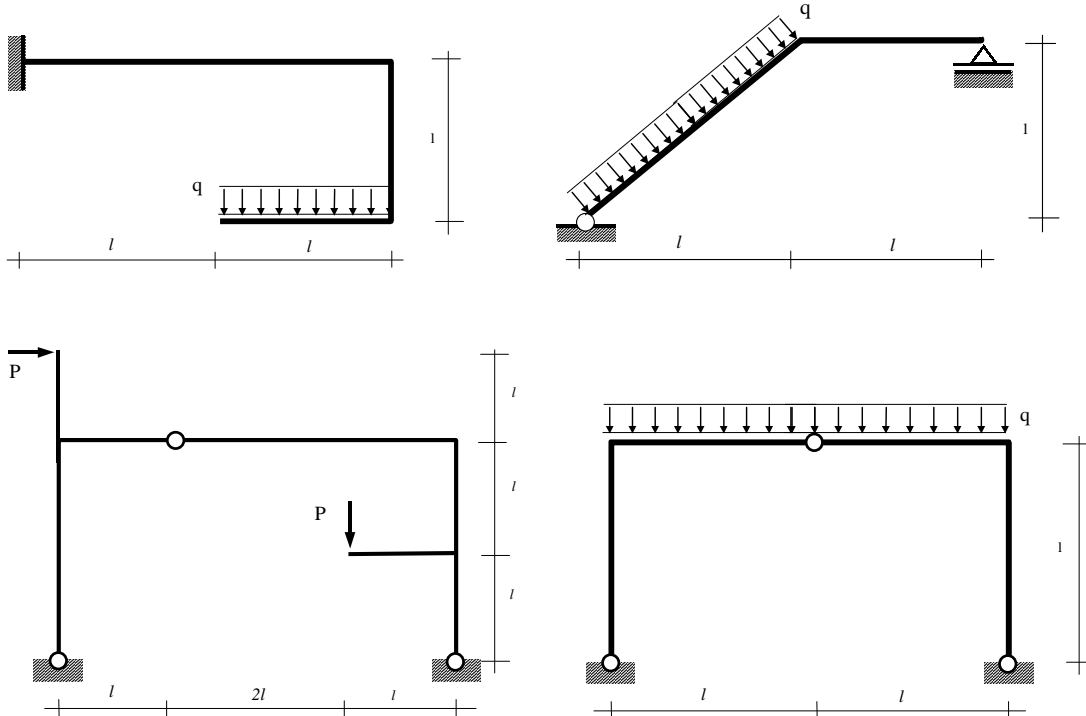
- ◆ równania i wykresy sił normalnych, tnących i momentów zginających
- ◆ nieciągłości w wykresach sił wewnętrznych
- ◆ wykorzystanie zależności różniczkowych między siłami wewnętrznymi do budowania ich wykresów



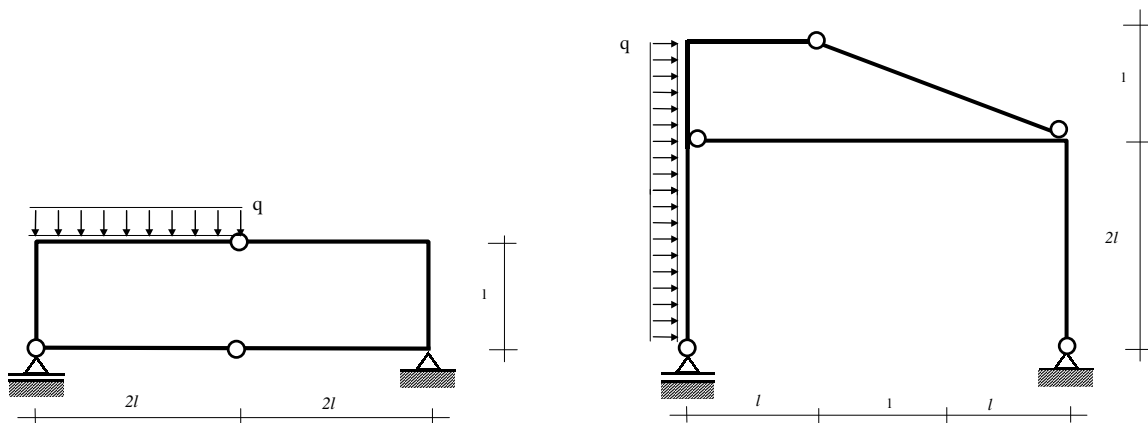
Wyznaczanie sił przekrojowych w ramach płaskich

- ◆ wykresy sił normalnych, tnących i momentów zginających
- ◆ sprawdzenie równowagi sił wewnętrznych w węzłach

ramy otwarte

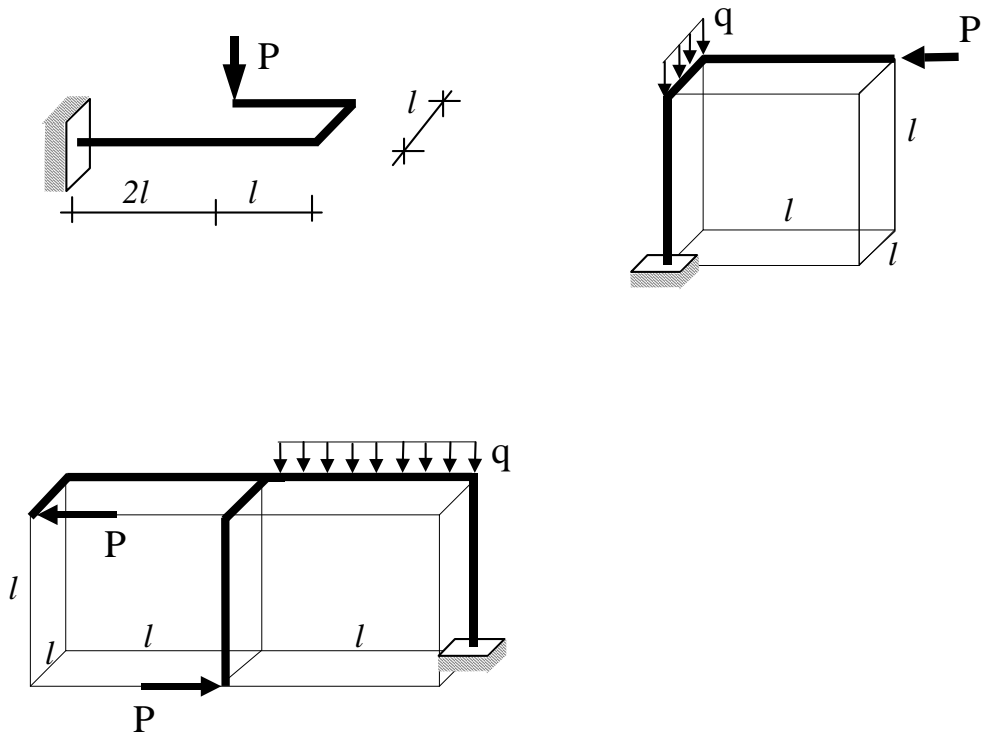


ramy zamknięte – wyznaczenie oddziaływań wewnętrznych



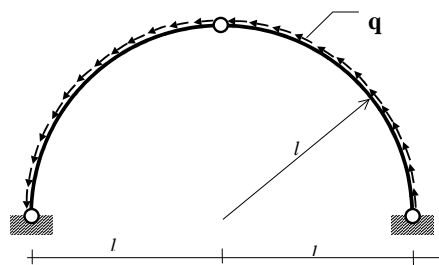
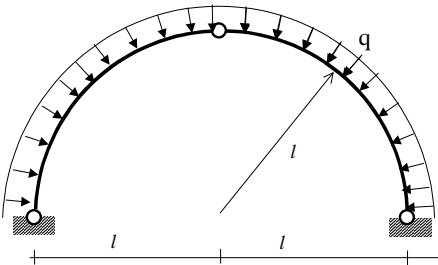
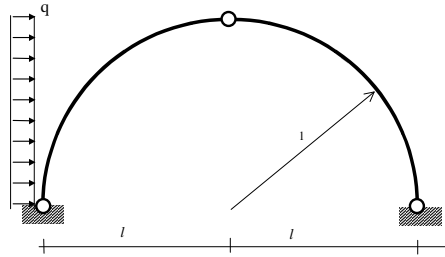
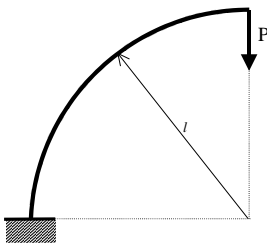
Wyznaczanie sił przekrojowych w ramach przestrzennych

- ◆ wykresy sił normalnych i tnących, momentów zginających i skręcających



Wyznaczanie sił przekrojowych w łukach kołowych

- ◆ równania i wykresy sił wewnętrznych dla różnego rodzaju obciążeń:
 - obciążenie skupione,
 - obciążenie ciągłe równomierne na jednostkę rzutu,
 - obciążenie ciągłe równomierne radialne i styczne do łuku



- ◆ łuk kołowy z obciążeniem poza swoją płaszczyzną

