

Lekcja 93

Temat: Podsumowanie przerobionego materiału - ćwiczenia z technologii maszyn.

C Ćwiczenia z mechaniki technicznej C/I Statyka

Lekcja 94/95

Temat: Wyznaczanie reakcji więzów.

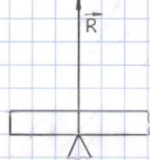
1. **Cel ćwiczenia:** opanowanie przez uczniów umiejętności wyznaczania reakcji więzów.
2. **Stanowisko ćwiczeniowe:** instrukcja, przygotowane zadania, podręcznik Piotr Boś, Dorota Chodorowska, Romuald Fejkiel, Zofia Wrzask pt. „, Podstawy konstrukcji maszyn 1” wydany przez Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
3. **Przebieg ćwiczenia:** zgodnie z instrukcją
4. **Uwagi do sprawozdania.**
Sprawozdanie powinno zawierać:
 - a) rysunki pokazujące reakcje występujące w typowych podparciach i zamocowaniach o jednej, dwóch i trzech niewiadomych podporowych,
 - b) treści zadań i ich rozwiązania.
5. **Sprawozdanie z ćwiczenia.**
 - a) rysunki pokazujące reakcje występujące w typowych podparciach i zamocowaniach o jednej, dwóch i trzech niewiadomych podporowych,

- podparcie o jednej niewiadomej podparowej

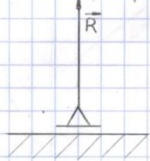
• podparcie na idealnie gładkiej powierzchni



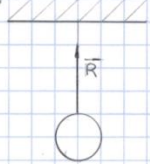
• podparcie na ostrzu



• podparcie na podparcie multiple

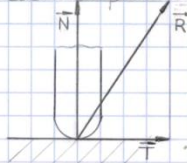


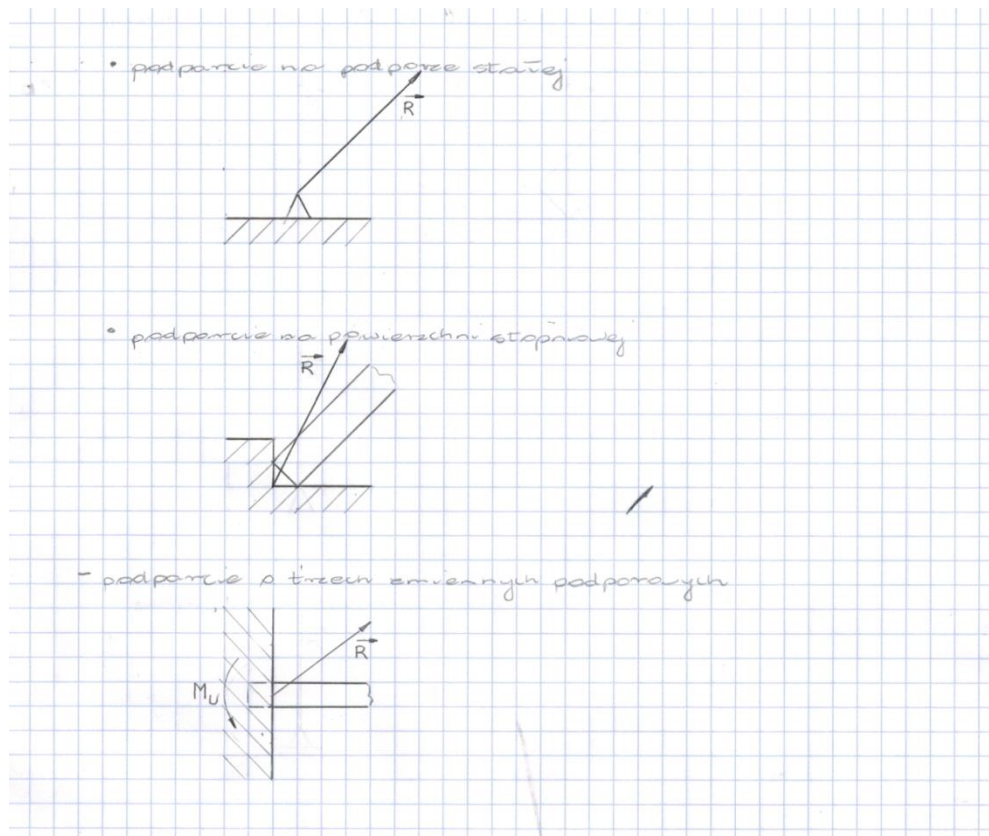
• zaczepienie na walcowym wałku



- podparcie o dwóch zmiennych podparowych

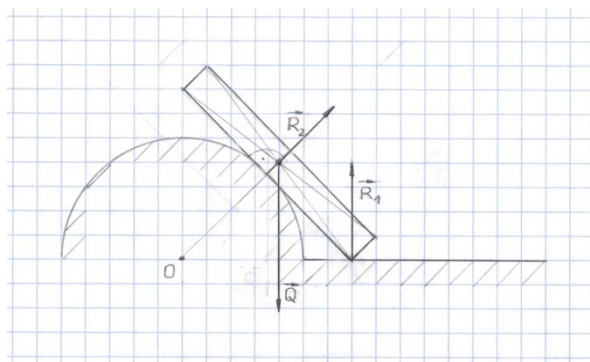
• podparcie na powierzchni chropowatej





b) treści zadań i ich rozwiązania

Zad. 1 Pręt o ciężarze Q został podparty jak na poniższym rysunku. Dorysuj wektory sił, jakie należałyby przyłożyć do pręta, aby uwolnić go od więzów



Lekcja 96/97/98

Temat: Wyznaczanie siły wypadkowej i momentu wypadkowego.

1. **Cel ćwiczenia:** opanowanie przez uczniów umiejętności wyznaczania siły wypadkowej i momentu wypadkowego.
2. **Stanowisko ćwiczeniowe:** instrukcja, przygotowane zadania, podręcznik Piotr Boś, Dorota Chodorowska, Romuald Fejkiel, Zofia Wrzask pt. „, Podstawy konstrukcji maszyn 1” wydany przez Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
3. **Przebieg ćwiczenia:** zgodnie z instrukcją.

4. Uwagi do sprawozdania.

Sprawozdanie powinno zawierać:

- twierdzenia dotyczące siły wypadkowej i momentu wypadkowego,
- treści zadań i ich rozwiązania.

5. Sprawozdanie z ćwiczenia.

- twierdzenia dotyczące siły wypadkowej i momentu wypadkowego,
 - twierdzenie o sile wypadkowej

Siła wypadkowa płaskiego dowolnego układu sił jest równa sumie geometrycznej sił

tego układu, co zapisujemy $\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_{ix}$,

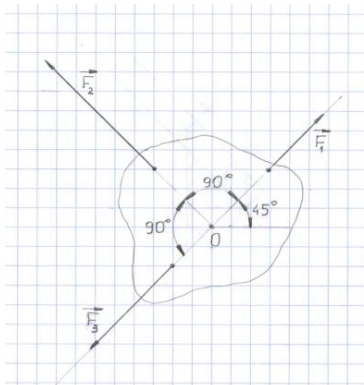
- twierdzenie o momencie wypadkowym, inaczej głównym

Moment wypadkowy płaskiego układu sił względem przyjętego bieguna, np. punktu O jest równy sumie algebraicznej momentów poszczególnych sił tego układu

obliczonych względem tego samego bieguna, co zapisujemy $M = \sum_{i=1}^n M_{iO}$,

- treści zadań i ich rozwiązania.

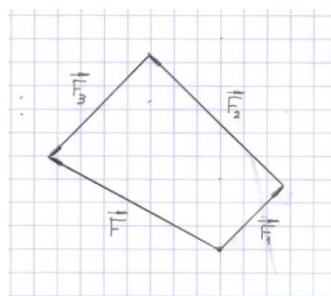
Zad. 1 Na pewne ciało działają siły \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , i \vec{F}_3 odpowiednio o wartościach 200 N, 400 N i 300 N. Wyznacz metodą wykreślą wypadkową tego układu sił.



Dane: $F_1 = 300$ N,
 $F_2 = 150$ N,
 $F_3 = 200$ N,

Szukane: $F = ?$

Rozwiązanie



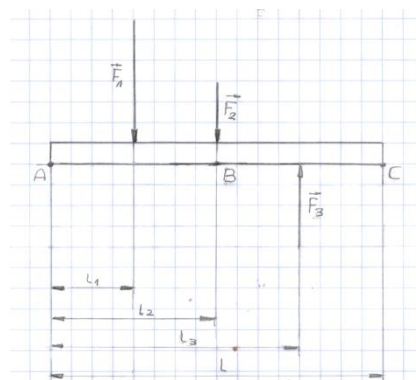
$$k_F = 100 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

$$F = k_F \cdot (F) = 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 42 \text{mm} = 420 \text{ N}$$

Odp: ...

Zad. 2 Na belkę o długości równej 4 m działają siły \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , i \vec{F}_3 odpowiednio o wartościach 300 N, 150 N i 200 N, których linie działania przebiegają w odległości odpowiednio 1 m, 2 m i 3 m od lewego jej końca. Oblicz moment główny tego układu sił względem biegunów A, B i C.



Dane: $F_1 = 300 \text{ N}$,

$F_2 = 150 \text{ N}$,

$F_3 = 200 \text{ N}$,

$l_1 = 1 \text{ m}$,

$l_2 = 2 \text{ m}$,

$l_3 = 3 \text{ m}$,

Szukane: $M_A = ?$

$M_B = ?$

$M_C = ?$

Rozwiązanie

$$M_A = \sum_{i=1}^n M_{iA} = -F_1 \cdot l_1 - F_2 \cdot l_2 + F_3 \cdot l_3 = -300 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} - 150 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} + 200 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} = 0 \text{ Nm}$$

$$M_B = \sum_{i=1}^n M_{iB} =$$

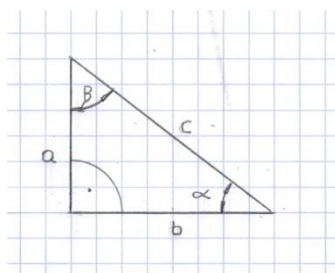
$$M_C = \sum_{i=1}^n M_{iC} =$$

Odp: ...

Lekcja 99/100

Temat: Rzutowanie sił na osie układu współrzędnych prostokątnych.

- 1. Cel ćwiczenia:** opanowanie przez uczniów umiejętności rzutowania sił na osie układów współrzędnych prostokątnych.
- 2. Stanowisko ćwiczeniowe:** instrukcja, przygotowane zadania, podręcznik Piotr Boś, Dorota Chodorowska, Romuald Fejkiel, Zofia Wrzask pt. „, Podstawy konstrukcji maszyn 1” wydany przez Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
- 3. Przebieg ćwiczenia:** zgodnie z instrukcją.
- 4. Uwagi do sprawozdania.**
Sprawozdanie powinno zawierać:
 - a) wprowadzenia do funkcji trygonometrycznych kąta ostrego,
 - b) treści zadań i ich rozwiązania.
- 5. Sprawozdanie ćwiczenia**
 - a) wprowadzenia do funkcji trygonometrycznych kąta ostrego,



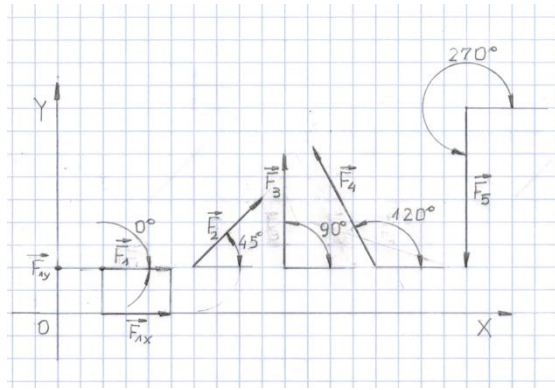
gdzie: a - długość przyprostokątnej przeciwległej do kąta α ,
b - długość przyprostokątnej przyległej do kąta α ,
c - długość przyprostokątnej przeciwległej do kąta prostego,

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}, \quad \cos \alpha = \frac{b}{c}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}, \quad \operatorname{ctg} \alpha = \frac{b}{a}$$

α	0°	30°	45°	60°	90°
Funkc.					
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

b) treści zadań i ich rozwiązania

Zad.1 Dana jest siła $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ i \vec{F}_5 , odpowiednio o wartościach 150 N, 200N, 250 N, 300 N i 350 N. Oblicz wartości rzutów tych sił na osi układu współrzędnych prostokątnych OXY.



Dane: $F_1 = 150 \text{ N}$,
 $F_2 = 200 \text{ N}$,
 $F_3 = 250 \text{ N}$,
 $F_4 = 300 \text{ N}$,
 $F_5 = 350 \text{ N}$,

Szukane: $F_{ix} = ?$
 $F_{iy} = ?$

Rozwiązanie

$$k_F = 100 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$F_{1x} = 150 \text{ N} \cdot \cos 0^\circ = 150 \text{ N} \cdot 1 = 150 \text{ N}$$

$$F_{1y} = 150 \text{ N} \cdot \sin 0^\circ = 150 \text{ N} \cdot 0 = 0 \text{ N}$$

$$F_{2x} = 200 \text{ N} \cdot \cos 45^\circ = 200 \text{ N} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 100\sqrt{2} \text{ N}$$

$$F_{2y} = 200 \text{ N} \cdot \sin 45^\circ = 200 \text{ N} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 100\sqrt{2} \text{ N}$$

$$F_{3x} =$$

$$F_{3y} =$$

$$F_{4x} =$$

$$F_{4y} =$$

$$F_{5x} =$$

$$F_{5y} =$$

Odp: ...

Lekcja 43/44/45

Temat: Wyznaczanie warunków równowagi płaskiego układu sił.

1. Cel ćwiczenia: opanowanie przez uczniów umiejętności wyznaczanie warunków równowagi płaskiego układu sił.

2. Stanowisko ćwiczeniowe: instrukcja, przygotowane zadania, podręcznik Piotr Boś, Dorota Chodorowska, Romuald Fejkiel, Zofia Wrzask pt. „Podstawy konstrukcji maszyn 1” wydany przez Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.

3. Przebieg ćwiczenia: zgodnie z instrukcją.

4. Uwagi do sprawozdania.

Sprawozdanie powinno zawierać:

a) określenie płaskiego układu sił i warunki równowagi dla tego układu,

b) treści zadań i ich rozwiązania.

5. Sprawozdanie z ćwiczenia:

a) określenie płaskiego układu sił i warunki równowagi dla tego układu,

- płaski układ sił - układ sił, których linie działania sił leżą w jednej płaszczyźnie.

- warunki równowagi płaskiego układu sił:

• wykreślne:

* wielobok sił musi być zamknięty,

* wielobok sznurowy musi być zamknięty,

• analityczne:

* suma algebraiczna rzutów wszystkich sił na oś OX musi być równa zero, co

$$\text{zapisujemy } \sum_{i=1}^n F_{ix} = 0,$$

* suma algebraiczna rzutów wszystkich sił na oś OY musi być równa zero, co

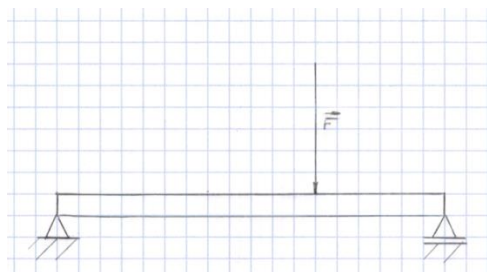
$$\text{zapisujemy } \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0,$$

* suma algebraiczna momentów wszystkich sił względów dowolne bieguna, czyli

punktu, np. O musi być równa zero, co zapisujemy $\sum_{i=1}^n M_{iO} = 0,$

b) treści zadań i ich rozwiązania.

Zad.1 Pozioma belka o długości równej 3 m podparta została na podporze stałej i ruchomej obciążona została pionowo działającą siłą \vec{F} o wartości wynoszącej 300 N, której linia działania przebiega w odległości 2 m od podpory stałej. Wyznacz metodą analityczną reakcje podpór.



Dane: $F = 300 \text{ N},$

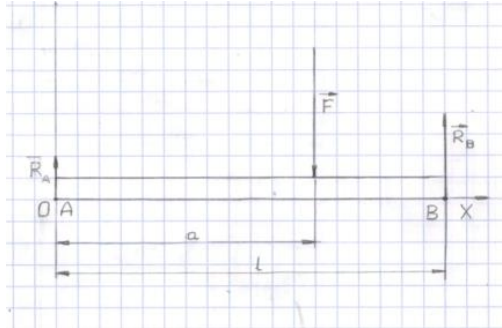
$a = 2 \text{ m},$

$l = 3 \text{ m},$

Szukane: $R_A = ?$

$R_B = ?$

Rozwiązanie



$$\sum_{i=1}^n F_{iX} = 0\text{N} + 0\text{N} + 0\text{N} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n F_{iY} = R_A - F + R_B = 0 \Rightarrow R_A + R_B = F$$

$R_A = F - R_B$ (pierwsze równanie, którego nie można rozwiązać, bo zawiera 2 niewiadome)

$$\sum_{i=1}^n M_{iA} = R_A \cdot 0\text{m} - F \cdot a + R_B \cdot l = 0 \Rightarrow R_B \cdot l = F \cdot a / : l$$

$$R_B = \frac{F \cdot a}{l} \text{ (drugie równanie potrzebne do utworzenia układu równań)}$$

$$\begin{cases} R_A = F - R_B \\ R_B = \frac{F \cdot a}{l} \end{cases}$$

(należy obliczyć wartość reakcji R_B z drugiego równania, a następnie wartość reakcji R_A z pierwszego)

$$R_B = \frac{300\text{N} \cdot 2\text{m}}{3\text{m}} = 200\text{N}$$

$$R_A = 300\text{N} - 200\text{N} = 100\text{N}$$

Odp: ...

C/II Wytrzymałość materiałów

Lekcja 104/105

Temat: Obliczenia odkształceń.

1. **Cel ćwiczenia:** opanowanie przez uczniów umiejętności obliczania odkształceń na przykładzie rozciągania i ściskania.
2. **Stanowisko ćwiczeniowe:** instrukcja, przygotowane zadania, podręcznik Piotr Boś, Dorota Chodorowska, Romuald Fejkiel, Zofia Wrzask pt. „, Podstawy konstrukcji maszyn 1” wydany przez Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
3. **Przebieg ćwiczenia:** zgodnie z instrukcją.
4. **Uwagi do sprawozdania.**

Sprawozdanie powinno zawierać:

- a) określenia wydłużeń i skróceń podczas rozciągania i ściskania, wzory do obliczania ich wartości oraz prawo Hooke'a,
- b) treści zadań i ich rozwiązania.

5. Sprawozdanie z ćwiczenia:

- a) określenia wydłużeń i skróceń podczas rozciągania i ściskania, wzory do obliczania ich wartości oraz prawo Hooke'a,

- wydłużenie bezwzględne

$$\Delta l = l - l_0 [\text{m}],$$

gdzie: l - długość końcowa rozciąganego pręta o wartości w mm,

l_0 - długość początkowa rozciąganego pręta o wartości w mm,

- wydłużenie bezwzględne

$$\Delta d = d - d_0 [\text{m}],$$

gdzie: d - średnica końcowa rozciąganego pręta o wartości w mm,

d_0 - średnica początkowa rozciąganego pręta o wartości w mm,

- prawo Hooke'a

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot S} [\text{mm}],$$

gdzie: F - wartość siły rozciągającej pręt w N,

l - długość pręta o wartości w mm,

E - moduł Younga o wartość w MPa,

S - pole powierzchni przekroju poprzecznego pręta o wartości w mm^2 ,

- b) treści zadań i ich rozwiązania,

Zad. 1 Pręt o długości równej 100 mm i średnicy wynoszącej 10 mm rozciągany siłami osiowymi zwiększył swoją długość do 101mm, a jego średnica zmniejszyła się do 9,9 mm. Oblicz wartości jego wydłużenia bezwzględnego i względnego oraz analogicznych przewężeń.

Dane: $l_0 = 100 \text{ mm}$,

$l = 101 \text{ mm}$,

$d_0 = 10 \text{ mm}$,

$d = 9,9 \text{ mm}$,

Szukane: $\Delta l = ?$

$\Delta d = ?$

$\varepsilon = ?$

Rozwiązanie

$$\Delta l = l - l_0 = 101 \text{ mm} - 100 \text{ mm} = 1 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{1\text{mm}}{100\text{mm}} = 0,01 \text{ mm}$$

$$\Delta d = d - d_0 = 9,9\text{mm} - 10\text{mm} = -0,1\text{mm}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta d}{d_0} = \frac{-0,1\text{mm}}{10\text{mm}} = -0,01 = -1\%$$

Odp: ...

Zad. 2 Pręt stalowy o długości równej 5 m pod wpływem siły rozciągającej o wartości 5000 N wydłużył się o 1,6 mm. Oblicz średnicę tego pręta, jeżeli moduł sprężystości wzdłużnej dla stali, z której został wykonany jest równy $2 \cdot 10^5$ MPa.

Dane: $l = 5 \text{ m}$,

Szukane: $d = ?$

$$F = 5000 \text{ N},$$

$$\Delta l = 1,6 \text{ mm},$$

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa},$$

Rozwiązanie

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot S}$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow \Delta l = \frac{4 \cdot F \cdot l}{E \cdot \pi \cdot d^2} \cdot \frac{d^2}{\Delta l}$$

$$d^2 = \frac{4 \cdot F \cdot l}{E \cdot \pi \cdot \Delta l}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F \cdot l}{E \cdot \pi \cdot \Delta l}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ mm}}{2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 3,14 \cdot 1,6 \text{ mm}}} = \sqrt{99,52 \text{ mm}^2} \approx$$

$$\approx 10 \text{ mm}$$

Odp: ...

Lekcja 106/107/108

Temat: Obliczenia naprężeń.

1. Cel ćwiczenia: opanowanie przez uczniów umiejętności obliczenia naprężeń.

2. Stanowisko ćwiczeniowe: instrukcja, przygotowane zadania, podręcznik Piotr Boś, Dorota Chodorowska, Romuald Fejkiel, Zofia Wrzask pt. „, Podstawy konstrukcji maszyn 1” ,wydany przez Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.

3. Przebieg ćwiczenia: zgodnie z instrukcją.

- zapoznać się z warunkami wytrzymałościowymi dla wytrzymałości prostej.
- rozwiązać przygotowane zadania.

4. Uwagi do sprawozdania.

Sprawozdanie powinno zawierać:

- warunki wytrzymałościowe dla wytrzymałości prostej,
- treści zadań i ich rozwiązania.

5. Sprawozdanie z ćwiczenia:

- warunki wytrzymałościowe dla wytrzymałości prostej,
 - dla prętów rozciąganych

$$\sigma_r = \frac{F}{S} \leq k_r,$$

gdzie: F - wartość siły rozciągającej pręt w N,

S - pole powierzchni przekroju poprzecznego pręta o wartości w m² lub mm²,

- dla prętów ściskanych

$$\sigma_c = \frac{F}{S} \leq k_c,$$

gdzie: F - wartość siły ściskającej pręt w N,

S - jak wyżej,

- dla prętów ścinanych

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq k_t,$$

gdzie: F - wartość siły ścinającej pręt w N,

S - jak wyżej,

- dla belek zginanych

$$\sigma_g = \frac{M_g}{W} \leq k_g,$$

gdzie: M - wartość momentu zginającego belkę w Nm lub Nmm,

W - wskaźnik przekroju poprzecznego belki na zginanie o wartości m³ lub mm³,

- dla belek skręcanych

$$\sigma_s = \frac{M_s}{W_o} \leq k_s,$$

gdzie: M - wartość momentu skręcającego belkę o wartości w Nm lub Nmm,

W_o - wskaźnik przekroju poprzecznego belki na skręcanie o wartości m³ lub mm³,

- treści zadań i ich rozwiązania,

Zad. 1 Sześcian o boku długości równej 2 cm wykonany z żeliwa, którego wytrzymałość na rozciąganie wynosi 800MPa, jest ściskany siłami osiowymi \vec{F} . Olicz wartość siły, która spowoduje jego zniszczenie.

Dane: $a = 2 \text{ cm}$,
 $R_m = 800 \text{ MPa}$

Szukane: $F = ?$

Rozwiązanie

$$\sigma_c = \frac{F}{S} \leq k_c$$

$$\frac{F}{S} \leq k_c \cdot S$$

$F \leq k_c \cdot S \Rightarrow$ sześcian żeliwny nie ulegnie zniszczeniu,

$F > k_c \cdot S \Rightarrow$ sześcian żeliwny ulegnie zniszczeniu,

$$(k_c = R_m \wedge S = a^2) \Rightarrow F > R_m \cdot a^2$$

$$a = 2 \text{ cm} = 20 \text{ mm}$$

$$F > 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (20\text{mm})^2 = 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 400\text{mm}^2 = 320000 \text{ N} = 320 \text{ kN}$$

Odp: ...

Lekcja 109

Temat: Podsumowanie przerobionego materiału - ćwiczenia z mechaniki technicznej.