

SPIS RZECZY.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

PRZEDMOWA	III
ERRATA	VI

ROZDZIAŁ I. TEORIA WEKTORÓW.

I. Działania na wektorach.

§ 1. Określenia wstępne	1
§ 2. Współrzędne wektora	2
§ 3. Suma i różnica wektorów	3
§ 4. Iloczyn wektora przez liczbę	4
§ 5. Współrzędne sumy i iloczynu	5
§ 6. Rozkład wektora	6
§ 7. Iloczyn skalarowy. Prawo rozdzielności. Prawo łączności. Kwadrat wektora. Przedstawienie analityczne iloczynu skalarowego	7
§ 8. Iloczyn wektorowy. Zmiana porządku czynników. Prawo łączności. Prawo rozdzielności względem sumy. Współrzędne iloczynu wektorowego	9
§ 9. Iloczyn kilku wektorów	12
§ 10. Funkcje wektorowe. Granica. Ciągłość. Pochodna. Funkcje wektorowe wielu zmiennych	13
§ 11. Moment wektora. Moment wektora względem punktu. Moment jako iloczyn wektorowy. Moment sumy wektorów o wspólnym początku. Współrzędne momentu. Moment wektora względem prostej	15

II. Układy wektorów.

§ 12. Moment ogólny układu wektorów	19
§ 13. Parametr	21
§ 14. Układy równoważne. Układy równoważne zeru. Układ trzech wektorów równoważny zeru	22
§ 15. Para wektorów	23
§ 16. Redukcja układu wektorów. Twierdzenie o redukcji. Tabelka	24
§ 17. Oś środkowa. Skrętnik	26
§ 18. Środek wektorów równoległych	28
§ 19. Przekształcenia elementarne układu	29

ROZDZIAŁ II. KINEMATYKA PUNKTU.

I. Ruch względem układu odniesienia.

§ 1. Czas	32
§ 2. Układ odniesienia	32
§ 3. Ruch punktu	33
§ 4. Wykres ruchu	34
§ 5. Prędkość. Prędkość jako pochodna drogi	34
§ 6. Przyspieszenie. Ruch jednostajny prostoliniowy. Hodograf	36
§ 7. Rozkład przyspieszenia na styczne i normalne. Ruch po torze płaskim. Ruch po torze przestrzennym. Ruch jednostajny. Ruch jednostajnie przyspieszony. Ruch po cykloidzie	40
§ 8. Prędkość i przyspieszenie kątowe. Wektor prędkości kątowej	45
§ 9. Ruch płaski w układzie biegunowym	46
§ 10. Prędkość polowa	47
§ 11. Wymiary wielkości kinematycznych. Ogólne określenie wymiaru. Wy- znaczanie wymiaru.	49

II. Zmiana układu odniesienia.

§ 12. Związek między współrzędnymi. Ruch po linii śrubowej	53
§ 13. Związek między prędkościami	56
§ 14. Związki między przyspieszeniami. Przyspieszenie Coriolisa	59
§ 15. Wyznaczanie ruchu względnego. Ruch względem punktu	65

ROZDZIAŁ III. DYNAMIKA PUNKTU MATERIALNEGO.

I. Dynamika punktu swobodnego.

§ 1. Podstawowe pojęcia dynamiki. Układ inercjalny, czas bezwzględny. Masa i siła. Punkt materialny	70
§ 2. Prawa dynamiki Newtona. Prawa ruchu. Równowaga punktu i sił. Siła bezwładności. Zasada d'Alemberta	72
§ 3. Układy jednostek dynamicznych. Układ fizyczny <i>cgs</i> . Mierzenie mas i sił. Układ techniczny jednostek. Wymiary wielkości dynamicznych.	75
§ 4. Równania ruchu	78
§ 5. Ruch pod wpływem siły ciężkości. Rzut pionowy. Rzut ukośny	81
§ 6. Ruch w ośrodku stawiającym opór. Rzut pionowy. Rzut ukośny	83
§ 7. Moment ilości ruchu. Zasada zachowania pól	85
§ 8. Ruch środkowy. Wzór Bineta	86
§ 9. Ruchy planet. Prawa Keplera. Wnioski z praw Keplera. Prawo ogólnego ciążenia. Masa ziemi. Równanie Keplera	89
§ 10. Praca. Siła stała. Siła zmienna. Praca sumy sił. Wymiar i jednostki pracy	93
§ 11. Pole sił potencjalne. Natężenie pola. Linie sił. Określenie pola poten- cjального. Potencjał. Wymiar potencjału. Związek między siłą a po- tencjałem. Powierzchnie potencjalne	97

§ 12. Przykłady pól potencjalnych. Pole stałe. Pole środkowe czyli centralne. Pole grawitacyjne Newtonowskie. Pole osiowe. Suma pól potencjalnych	102
§ 13. Energia kinetyczna i potencjalna	105
§ 14. Ruch punktu przyciąganego przez masę nieruchomą. Ruch po krzywej rzędu drugiego. Ruch po linii prostej	107
§ 15. Ruch harmoniczny. Ruch harmoniczny prosty. Tabelka położenia, prędkości i przyspieszenia punktu. Ruch harmoniczny płaski. Ruch harmoniczny tłumiony. Ruch harmoniczny wymuszony. Krzywe Lissajous	111
§ 16. Warunki równowagi w polu sił. Równowaga stała. Twierdzenie Dirichleta	120

II. Dynamika punktu nieswobodnego.

§ 17. Równania ruchu. Reakcja. Energia kinetyczna	123
§ 18. Ruch punktu nieswobodnego po krzywej. Ruch po krzywej płaskiej. Ruch po krzywej przestrzennej. Ruch punktu nieswobodnego ciężkiego.	125
§ 19. Ruch punktu nieswobodnego po powierzchni.	129
§ 20. Wahadło matematyczne	131
§ 21. Równowaga punktu nieswobodnego. Równowaga stała. Równowaga w polu potencjalnym	133

III. Dynamika ruchu względnego.

§ 22. Prawa ruchu	137
§ 23. Przykłady ruchu. Ruch postępowy układu. Ruch obrotowy układu	138
§ 24. Równowaga względna. Równowaga względna w układzie poruszającym się ruchem postępowym	142
§ 25. Ruch względem ziemi. Siła ciężkości. Wielkość i kierunek przyciągania ziemi. Siła Coriolisa. Zboczenie na wschód przy spadku. Wahadło Foucaulta	146

ROZDZIAŁ IV. GEOMETRIA MAS.

I. Układy punktów.

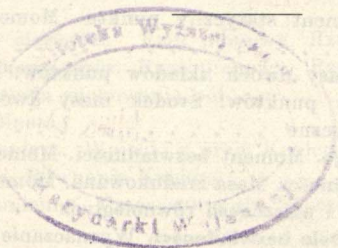
§ 1. Momenty statyczne. Moment statyczny punktu. Moment statyczny układu punktów	153
§ 2. Środek masy. Środek masy dwóch układów punktów. Układ płaski punktów. Układ liniowy punktów. Środek masy dwóch punktów. Układy punktów symetryczne	154
§ 3. Momenty stopnia drugiego. Moment bezwładności. Moment zboczenia (dewiacji). Ramię bezwładności. Masa zredukowana. Momenty bezwładności względem prostych i płaszczyzn równoległych	159
§ 4. Elipsoida bezwładności. Osie bezwładności. Wyznaczanie osi bezwładności	163
§ 5. Momenty kwadratowe układu płaskiego	169

II. Bryły, powierzchnie i linie materialne.

§ 6. Gęstość. Obliczanie masy. Powierzchnia materialna, linia materialna.	170
§ 7. Momenty statyczne i bezwładności. Środek masy. Bryły, powierzchnie i linie geometryczne. Reguły Guldina. Momenty bezwładności i momenty zbieżności	173
§ 8. Środki ciężkości niektórych linii, powierzchni i brył. Linia łamana. Łuk koła. Trójkąt. Trapez. Wielokąt. Wycinek koła. Odcinek koła. Graniastosłup. Walec. Ostrosłup. Stożek	179
§ 9. Momenty bezwładności niektórych linii, powierzchni i brył. Odcinek. Prostokąt. Kwadrat. Trapez. Trójkąt. Równoległobok. Prostopadłościan. Okrąg koła. Koło. Powierzchnia kuli. Kula. Walec obrotowy. Stożek obrotowy	182

ROZDZIAŁ V. UKŁADY PUNKTÓW MATERIALNYCH.

§ 1. Równania ruchu. Układy swobodne. Siły wewnętrzne i zewnętrzne. Równowaga układu punktów. Zasada d'Alemberta. Układy nieswobodne. Układ sztywny. Maszyna Atwooda	190
§ 2. Ruch środka masy. Własności kinematyczne środka masy. Wypadkowa sił ciężkości. Własności dynamiczne środka masy	198
§ 3. Moment ilości ruchu. Kręt względem punktu. Kręt w ruchu postępowym. Kręt w ruchu względem środka masy. Kręt względem osi. Dynamiczne własności krętu. Ruch w polu siły ciężkości. Obrót układu około osi. Kręt w ruchu względnym	202
§ 4. Praca i potencjał układu punktów. Praca. Praca równa zeru. Potencjał układu. Potencjał siły ciężkości. Potencjał sił wewnętrznych	211
§ 5. Energia kinetyczna układu punktów. Energia kinetyczna w ruchu postępowym. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym około osi. Twierdzenie Kóniga. Zasada równowartości pracy i energii kinetycznej. Energia kinetyczna w ruchu względnym	218
§ 6. Zagadnienie dwóch ciał	225
§ 7. Zagadnienie n ciał. Zagadnienie trzech ciał	228
§ 8. Ruch ciał o masie zmiennej	231



CZĘŚĆ DRUGA.

ROZDZIAŁ VI. STATYKA CIAŁA SZTYWNEGO.

I. Ciało swobodne.

§ 1. Ciało sztywne. Układy sztywne punktów materialnych	235
§ 2. Siła. Punkt zaczepienia siły. Moment siły względem punktu. Moment siły względem osi. Równowaga sił	236
§ 3. Hipotezy równowagi sił	239
§ 4. Przekształcanie układów sił. Zmiana punktu zaczepienia siły. Prawo składania i rozkładania sił. Układy równoważne. Para sił. Redukcja układu sił. Układ płaski sił. Układ równoległy sił. Siły ciężkości. Układy par.	239
§ 5. Warunki równowagi sił. Postać analityczna warunków równowagi. Układ płaski sił	245
§ 6. Grafostatyka. Wielobok sznurowy. Składanie sił. Wielobok sznurowy. Wypadkowa części układu	238
§ 7. Niektóre zastosowania wieloboku sznurowego. Wyznaczanie reakcyj w punktach podparcia. Wyznaczanie momentu sił. Wyznaczanie środka ciężkości i momentu statycznego figur płaskich	256

II. Ciało nieswobodne.

§ 8. Warunki równowagi	261
§ 9. Reakcje ciał stykających się. Reakcja normalna i styczna. Podpory. Środek ciśnień. Reakcje nici	262
§ 10. Tarcie.	271
§ 11. Warunki równowagi nie zawierające reakcji. Ciało o punkcie nieruchomym. Ciało o osi nieruchomej. Ciało płasko prowadzone. Dźwignia. Wyznaczanie reakcyj działających na oś nieruchomą	274
§ 12. Równowaga ciał ciężkich podpartych. Ciało podparte w dwóch punktach. Ciało podparte w $n > 2$ punktach	282
§ 13. Siły wewnętrzne	288

III. Układy ciał.

§ 14. Warunki równowagi.	290
§ 15. Układy prętów. Napięcia w prętach. Połączenia przegubowe. Układy prętów. Waga dziesiętna	292
§ 16. Kratownice. Kratownica płaska. Wyznaczanie napięć w kratownicy przy pomocy rachunku. Wyznaczanie napięć w kratownicy przy pomocy planów sił. Wyznaczanie napięć z pomocą przekrojów	298
§ 17. Równowaga lin ciężkich. Łańcuch. Lina. Lina obciążona	305

ROZDZIAŁ VII. KINEMATYKA CIAŁA SZTYWNEGO.

§ 1. Przesunięcie i obrót ciała około osi. Przesunięcie równoległe czyli translacja. Obrót około osi.	310
§ 2. Przesunięcia punktów ciała w ruchu płaskim. Obrót około punktu. I Twierdzenie Eulera. Ciało płasko prowadzone	313
§ 3. Przesunięcia punktów ciała. II Twierdzenie Eulera. Twierdzenie Chasle'a. Skręt	315
§ 4. Ruch postępowy i ruch obrotowy około osi. Ruch postępowy. Ruch obrotowy około osi.	320
§ 5. Rozmieszczenie prędkości w ciele sztywnym. Związki między prędkościami punktów ciała. Prędkości punktów linii prostej i płaszczyzny. Ruch chwilowy ciała sztywnego	323
§ 6. Ruch chwilowy płaski. Wyznaczanie środka obrotu chwilowego.	326
§ 7. Ruch chwilowy przestrzenny. Obrót około punktu. Ruch chwilowy w przypadku ogólnym. Prędkość unoszenia. Skręt chwilowy. Wyznaczanie ruchu ciała	332
§ 8. Toczenie i ślizganie. Linia środków chwilowych. Stożek osi chwilowych. Powierzchnia osi środkowych	339
§ 9. Składanie ruchów ciała. Dwa obroty równoczesne. Składanie kilku obrotów równoczesnych. Ruch względny ciała. Precesja regularna	343
§ 10. Przedstawienie analityczne ruchu ciała sztywnego. Prędkość chwilowa kątowna. Oś środkowa. Ruch płaski. Kąty Eulera. Kąty Eulera w precesji regularnej	351
§ 11. Rozkład przyspieszeń. Ruch płaski. Ruch w przestrzeni	357

ROZDZIAŁ VIII. DYNAMIKA CIAŁA SZTYWNEGO.

§ 1. Praca i energia kinetyczna. Wielkości dynamiczne. Praca. Energia kinetyczna	361
§ 2. Równania ruchu. Ruch środka masy. Zasada krętu. Zasada energii kinetycznej. Zasada d'Alemberta. Ruch postępowy ciała. Warunki równowagi. Reakcje ciał stykających się. Praca tarcia.	365
§ 3. Obrót około osi stałej. Maszyna Atwooda. Wahadło fizyczne. Wyznaczanie reakcji na oś obrotu. Oś obrotu osią środkową bezwładności. Środek uderzeń	375
§ 4. Ruch płaski. Ruch płaski figury płaskiej. Ruch płaski ciała.	387
§ 5. Kręt. Kręt względem środka masy ciała lub względem jego punktu nieruchomego. Pochodna krętu	394
§ 6. Równania Eulera. Ruch ciała sztywnego swobodnego	399
§ 7. Obrót ciała około punktu bez działania sił. Kręt i energia kinetyczna. Obrót około punktu kulistego. Obrót około punktu, którego elipsoida bezwładności jest elipsoidą obrotową. Wyznaczanie kątów Eulera. Obrót ciała około punktu w przypadku ogólnym	401
§ 8. Obrót ciała ciężkiego około punktu	408
§ 9. Ruch kuli po płaszczyźnie	411
§ 10. Giroskop Foucaulta. Ruch osi symetrii w płaszczyźnie południka. Ruch osi w płaszczyźnie poziomej	414

ROZDZIAŁ IX. ZASADA PRAC PRZYGOTOWANYCH.

§ 1.	Układy holonomiczne skleronomiczne. Więzy obustronne. Więzy jednostronne. Stopień swobody układu	420
§ 2.	Przesunięcia przygotowane. Punkt na powierzchni. Punkt na linii. Układy holonomiczne skleronomiczne. Więzy obustronne. Ciało sztywne swobodne. Punkt unieruchomiony. Oś unieruchomiona. Ruch figury w płaszczyźnie. Więzy jednostronne	424
§ 3.	Zasada prac przygotowanych. Praca przygotowana. Ciało swobodne. Ciało mające punkt stały. Ciało płasko prowadzone. Ciało mające oś stałą. Ciało mające stałą oś skrętu. Śruba. Wyznaczanie napięć w prętach kratownicy.	436
§ 4.	Wyznaczanie położenia równowagi w polu sił. Mnożniki Lagrange'a.	449
§ 5.	Współrzędne uogólnione Lagrange'a. Parametry układu. Przesunięcia przygotowane. Praca przygotowana. Siły uogólnione. Warunki równowagi. Równowaga w polu potencjalnym	455

ROZDZIAŁ X. DYNAMIKA UKŁADÓW HOLONOMICZNYCH.

§ 1.	Układy holonomiczne	470
§ 2.	Układy anholonomiczne	472
§ 3.	Przesunięcia przygotowane. Punkt na powierzchni. Punkt na linii. Przykłady. Układy punktów. Współrzędne uogólnione	473
§ 4.	Zasada d'Alemberta. Równowaga sił. Zasada d'Alemberta.	478
§ 5.	Praca i energia kinetyczna w układach skleronomicznych	483
§ 6.	Równania Lagrange'a pierwszego rodzaju	485
§ 7.	Równania Lagrange'a drugiego rodzaju. Równania Lagrange'a w polu potencjalnym. Współrzędne cykliczne. Ruch punktu na powierzchni obrotowej. Współrzędne biegunowe	488
§ 8.	Równania kanoniczne Hamiltona. Układy skleronomiczne	504

ROZDZIAŁ XI. ZASADY WARIACYJNE MECHANIKI.

§ 1.	Wariacja bez wariacji czasu. Wariacja funkcji. Wariacja całki. Wariacja pochodnej. Wariacja funkcji złożonej. Układy punktów	510
§ 2.	Zasada Hamiltona. Ruch rzeczywisty. Ruch porównawczy. Zasada Hamiltona dla współrzędnych naturalnych. Zasada Hamiltona dla współrzędnych uogólnionych. Zasada Hamiltona w polu potencjalnym. Układy holonomiczne skleronomiczne w polu potencjalnym	518
§ 3.	Wariacja z wariacją czasu. Wariacja funkcji. Układy punktów. Wariacja wraz z wariacją czasu całki	529
§ 4.	Zasada Maupertuis (najmniejszego działania). Przekształcenie Höldera. Postać ogólniejsza zasady Hamiltona. Zasada Maupertuis	534

DODATEK.	Równania różniczkowe zwyczajne rzędu drugiego o współczynnikach stałych	541
----------	---	-----

SKOROWIDZ NAZW	544
--------------------------	-----

