

# **KOMPENDIUM FIZYKI**

Zbiór wszystkich pojęć, niezbędnych do  
pozytywnego zaliczenia, testów i egzaminów.

Poznań 2010

© Copyright for Polish edition by [www.iwiedza.net](http://www.iwiedza.net)

Data 01.07.2011

**Niniejsza publikacja nie może być kopiowana ani rozpowszechniana bez pisemnej zgody autora.  
Wszystkie prawa autorskie zastrzeżone!**

# KOMPENDIUM FIZYKI

Opracowanie ma na celu zebranie w jednej pozycji wszystkich najważniejszych i wymaganych programem nauczania przedmiotu fizyki pojęć. Niektóre zagadnienia zostały przedstawione w szerszym zakresie a tam, gdzie zdawało się autorowi, że czytelnik posiada pewien niezbędny poziom do zrozumienia banalnych pojęć, ujęcie tematu jest mocno streszczone.

Do opracowania niniejszej książki dołożono wszelkich starań z zakresu wiedzy jak i korekty. Jeśli jednak uważny czytelnik napotka jakiś błąd lub niedopatrzenie to bardzo proszę o przesłanie swoich uwag na adres [iwiedza@wp.pl](mailto:iwiedza@wp.pl). Również, jeżeli czytelnik w jakimś zakresie uważa, że należy rozszerzyć jakieś zagadnienia o dodatkowe wyjaśnienia, proszę pisać!

## 1. Ruch stały prostoliniowy.

### 1.1 Prędkość:

#### Oznaczenia

$v$	- prędkość, ( $v = \text{const.}$ )
$s$	- droga
$t$	- czas

$$v = \frac{s}{t} \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$$

## 2. Ruch zmienny.

### 2.1 Przyspieszenie:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{dv}{dt} \quad \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

### 2.2 Droga:

$$s = v_0 \cdot t \pm \frac{a \cdot t^2}{2} \quad [m]$$

### 2.3 Prędkość końcowa:

$$v_k = v_0 \pm a \cdot t \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$$

#### Oznaczenia

$a$	- przyspieszenie
$v_0$	- prędkość początkowa
$s$	- droga
$t$	- czas
$v$	- prędkość
$v_k$	- prędkość końcowa

## 3. Ruch po okręgu.

### 3.1 Ruch z prędkością stałą

#### 3.1.1 Prędkość kątowa

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \nu \quad \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

#### 3.1.2 Warunek ruchu po okręgu - siła dośrodkowa

$$F_d = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad [N]$$

### 3.2 Ruch z prędkością zmienną

#### 3.2.1 Przyspieszenie kątowe

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} \quad \left[ \frac{rad}{s^2} \right]$$

#### 3.2.2 Przyspieszenie liniowe

$$a = r \cdot \varepsilon \quad \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

#### 3.2.3 Prędkość liniowa chwilowa

$$v = r \cdot \omega \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$$

#### 3.2.4 Droga

$$s = r \cdot \varphi \quad [m]$$

#### 3.2.5 Prędkość kątowa końcowa

$$\omega_k = \omega_0 \pm \varepsilon \cdot t \quad \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

#### 3.2.6 Kąt zakreślony

$$\varphi = \omega_0 \cdot t \pm \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2} \quad [rad]$$

#### 3.2.7 Częstotliwość

$$\nu = \frac{1}{T} \quad \left[ \frac{1}{s} = Hz \right]$$

#### Oznaczenia

$\omega$	- prędkość kątowa
$\omega_k$	- prędkość kątowa końcowa
$\omega_0$	- prędkość kątowa początkowa
$\varphi$	- kąt
$t$	- czas
$T$	- okres

$r$	- promień okręgu
$\varepsilon$	- przyspieszenie kątowe
$a$	- przyspieszenie liniowe
$s$	- droga
$v$	- prędkość liniowa chwilowa
$\nu$	- częstotliwość
$m$	- masa

### 3.2.8 Moment siły

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = r \cdot F \cdot \sin(\vec{r}, \vec{F})$$

[Nm]

#### Oznaczenia

$M$	- moment siły
$r$	- ramię siły (wektor poprowadzony od osi obrotu do siły, $\perp$ do kierunku)
$F$	- siła

## 4. Zasady dynamiki Newtona

### 4.1 Pierwsza zasada dynamiki:

Istnieje taki układ, zwany układem inercyjnym, w którym ciało, na które nie działa żadna siła lub działające siły równoważą się, pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

### 4.2 Druga zasada dynamiki:

Jeżeli na ciało działa niezrównoważona siła to ciało to porusza się ruchem zmiennym.

Wartość przyspieszenia w tym ruchu wyraża wzór:  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ .

### 4.3 Trzecia zasada dynamiki:

Jeżeli ciało **A** działa na ciało **B** siłą **F**, to ciało **B** działa na ciało **A** siłą **F'**. Wartość i kierunek siły **F'** jest równy wartości i kierunkowi siły **F**, a jej zwrot jest przeciwny do zwrotu siły **F**.

#### Oznaczenia

$a$	- przyspieszenie
$F$	- siła
$m$	- masa

## 5. Zasada względności Galileusza.

### 5.1 Zasada względności Galileusza:

Prawa mechaniki są jednakowe we wszystkich układach inercyjnych, tj. obserwatorzy z różnych układów inercyjnych stwierdzą taki sam ruch badanego obiektu. Ruch jednostajny prostoliniowy jest nierozróżnialny od spoczynku - obserwując zjawiska mechaniczne nie jesteśmy w stanie go rozróżnić.

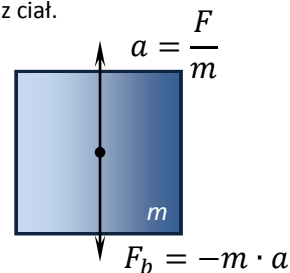
## 6. Siła bezwładności.

### 6.1 Siła bezwładności.

Siła pozorna - siła pojawiająca się, gdy układ odniesienia staje się nie inercyjny i będąca wynikiem przyspieszenia tego układu. Jest to siła nie pochodząca od żadnego z ciał.

#### Oznaczenia

$a$	- przyspieszenie windy
$F$	- siła ciągnąca windę
$m$	- masa ciężarka
$M$	- masa układu (winda + ciężarek)
$F_b$	- siła bezwładności



## 7. Rzut poziomy.

### 7.1 Rzut poziomy:

Jest to złożenie ruchu jednostajnie przyspieszonego (płaszczyzna pionowa) z ruchem jednostajnym (płaszczyzna pozioma) w jednorodnym polu grawitacyjnym z prędkością początkową prostopadłą do kierunku pola. Torem ruchu jest parabola o wierzchołku w punkcie rzutu.

### 7.2 Prędkość w rzucie poziomym:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$\left[\frac{m}{s}\right]$

$$v_x = \text{const}, v_y = g \cdot t$$

7.3 Wysokość i droga w rzucie poziomym:

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

[m]

$$l = v_x \cdot t$$

#### Oznaczenia

$v$	- prędkość całkowita chwilowa
$v_x$	- pozioma składowa $v$ , $v_x = \text{const}$
$v_y$	- pionowa składowa $v$
$g$	- przyspieszenie ziemskie
$t$	- czas
$h$	- wysokość (długość lotu w pionie)
$l$	- zasięg rzutu

## 8. Pęd i zasada zachowania pędu.

### 8.1 Pęd.

Jest to wielkość fizyczna równa iloczynowi masy i prędkości.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

[N · s]

### 8.2 Zasada zachowania pędu

Jeżeli na ciało lub układ ciał nie działa żadna siła zewnętrzna, to całkowity pęd układu jest stały.

$$\vec{p} = \text{const}$$

### 8.3 Moment pędu

Wektor osiowy charakteryzujący ruch ciała. Iloczyn wektorowy wektora wodzącego i pędu ciała.

$$\vec{b} = \vec{r} \times \vec{p} = r \cdot p \cdot \sin(\vec{r}, \vec{p})$$

### 8.4 Zasada zachowania momentu pędu

Jeżeli na ciało lub układ ciał, wypadkowy moment sił zewnętrznych jest równy zero, to:

$$\vec{b} = \text{const}$$

### 8.5 Moment pędu bryły sztywnej:

$$b = \omega \cdot I$$

#### Oznaczenia

$v$	- prędkość chwilowa
$p$	- pęd
$m$	- masa ciała
$b$	- moment pędu
$r$	- ramię siły
$\omega$	- prędkość kątowa
$I$	- moment bezwładności

## 9. Energia i zasada zachowania energii.

### 9.1 Energia kinetyczna:

Jest to energia związana z ruchem - posiada ją ciało poruszające się. Jej wartość wyraża się wzorem:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

[J]

### 9.2 Energia potencjalna ciężkości:

Jest to energia związana z wysokością danego ciała. Równa jest pracy, jaką trzeba wykonać, aby podnieść ciało na wysokość  $h$ . Jej wartość wyraża się wzorem:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

[J]

### 9.3 Zasada zachowania energii:

Jeżeli na ciało nie działa żadna siła zewnętrzna - nie licząc siły grawitacyjnej - to całkowita energia mechaniczna jest stała.

### 9.4 Energia kinetyczna w ruchu obrotowym:

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2}$$

### Oznaczenia

$E_k$	- energia kinetyczna
$E_p$	- energia potencjalna ciężkości
$m$	- masa
$v$	- prędkość chwilowa
$g$	- przyspieszenie grawitacyjne
$h$	- wysokość chwilowa
$l$	- moment bezwładności
$\omega$	- prędkość kątowa

## 10. Praca i moc.

### 10.1 Praca:

Jest to wielkość fizyczna wyrażająca się wzorem:

$$W = F \cdot s$$

[J]

### 10.2 Moc:

Jest to praca wykonana w danym czasie:

$$P = \frac{W}{t}$$

[W]

### Oznaczenia

$W$	- praca
$F$	- siła
$s$	- przemieszczenie
$T$	- czas
$P$	- moc

## 11. Siła tarcia.

### 11.1 Siła tarcia:

Jest to siła powodująca hamowanie. Wytracona w ten sposób energia zamienia się w ciepło i jest bezpowrotnie tracona. Siła tarcia jest skierowana w przeciwną stronę do kierunku ruchu.

Jej wartość wyraża wzór:

$$T = f \cdot N$$

[N]

### Oznaczenia

$T$	- siła tarcia
$f$	- współczynnik tarcia (cecha charakterystyczna danego materiału)
$N$	- siła nacisku (siła działająca prostopadle do płaszczyzny styku trących powierzchni)

## 12. Moment bezwładności.

### 12.1 Moment bezwładności:

Jest to wielkość opisująca rozkład masy względem osi obrotu.

$$I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i^2$$

# Spis Treści

1. Ruch stały prostoliniowy.	5
1.1 Prędkość	
2. Ruch zmienny.	5
2.1 Przyspieszenie	
2.2 Przemieszczenie	
2.3 Prędkość końcowa	
3. Ruch po okręgu.	5
3.1 Ruch z prędkością stałą.	
3.1.1 Prędkość kąтова.	
3.1.2 Warunek ruchu po okręgu - siła dośrodkowa.	
3.2 Ruch z prędkością zmienną.	
3.2.1 Przyspieszenie kątowe.	
3.2.2 Przyspieszenie liniowe.	
3.2.3 Prędkość liniowa chwilowa.	
3.2.4 Przemieszczenie.	
3.2.5 Prędkość kąтова końcowa.	
3.2.6 Kąt zakreślony.	
3.2.7 Częstotliwość.	
3.2.8 Moment siły.	
4. Zasady dynamiki Newtona	6
4.1 Pierwsza zasada dynamiki.	
4.2 Druga zasada dynamiki.	
4.3 Trzecia zasada dynamiki.	
4.4 Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego.	
5. Zasada względności Galileusza.	6
6. Siła bezwładności.	6
7. Rzut poziomy.	7
7.1 Rzut poziomy.	
7.2 Prędkość w rzucie poziomym.	
7.3 Wysokość i droga w rzucie poziomym.	
8. Pęd i zasada zachowania pędu.	7
8.1 Pęd.	
8.2 Zasada zachowania pędu.	
8.3 Moment pędu.	
8.4 Zasada zachowania momentu pędu.	
8.5 Moment pędu bryły sztywnej.	
9. Energia i zasada zachowania energii.	7
9.1 Energia kinetyczna.	
9.2 Energia potencjalna ciężkości.	
9.3 Zasada zachowania energii.	
9.4 Energia kinetyczna w ruchu obrotowym.	
10. Praca i moc.	8
10.1 Praca.	
10.2 Moc.	
11. Siła tarcia.	8
12. Moment bezwładności.	8
12.1 Moment bezwładności.	
12.2 Momenty bezwładności niektórych brył.	
12.3 Twierdzenie Steinera.	
13. Zderzenia centralne	9
13.1 Zderzenia centralne niesprężyste.	
13.2 Zderzenia centralne sprężyste.	
14. Gęstość.	9
14.1 Gęstość.	
14.2 Ciężar właściwy.	
15. Pole grawitacyjne.	9
15.1 Pole grawitacyjne.	
15.2 Prawo powszechnej grawitacji (prawo jedności przyrody)	
15.3 Stała grawitacji.	
15.4 Przyspieszenie grawitacyjne.	
15.5 Natężenie pola grawitacyjnego	
15.6 Praca w polu grawitacyjnym.	
15.7 Energia potencjalna pola grawitacyjnego.	
15.8 Potencjał pola grawitacyjnego.	
15.9 Linie pola grawitacyjnego.	
16. Prędkości kosmiczne.	11
16.1 Pierwsza prędkość kosmiczna.	
16.2 Druga prędkość kosmiczna	
16.2 Trzecia prędkość kosmiczna	
17. Elektrostatyka.	11
17.1 Zasada zachowania ładunku.	
17.2 Zasada kwantyzacji ładunku.	



17.3	Prawo Coulomba.	
17.4	Ciało naelektryzowane.	
17.5	Stała elektrostatyczna i przenikalność elektryczna próżni.	
17.5.1	Stała elektrostatyczna.	
17.5.2	Przenikalność elektryczna próżni.	
17.6	Natężenie pola elektrostatycznego.	
17.7	Linie pola elektrostatycznego.	
17.7.1	Linie pola elektrostatycznego.	
17.7.2	Własności linii pola elektrostatycznego.	
17.8	Strumień pola elektromagnetycznego.	
17.9	Prawo Gaussa.	
17.10	Gęstość powierzchniowa i liniowa ładunku.	
17.11	Natężenie pola elektrostatycznego pomiędzy dwoma płytami.	
17.12	Praca w centralnym polu elektrycznym.	
17.13	Energia pola elektrycznego.	
17.14	Potencjał pola elektrycznego.	
17.15	Różnica potencjałów (napięcie).	
17.16	Praca w polu elektrycznym jednorodnym.	
17.17	Ruch ładunków w polu elektrycznym.	
17.17.1	Ruch ładunku w polu elektrycznym - ładunek porusza się równoległe do linii pola.	
17.17.2	Ruch ładunku w polu elektrycznym - ładunek wpada pod kątem prostym do linii pola.	
17.18	Wektor indukcji elektrostatycznej.	
17.19	Natężenie pola elektrostatycznego kuli.	
17.19.1	Natężenie pola elektrostatycznego wewnątrz kuli.	
17.19.2	Natężenie pola elektrostatycznego na zewnątrz kuli.	
<b>18.</b>	<b>Atom wodoru według Bohra.</b>	<b>17</b>
18.1	Atom wodoru według Bohra.	
18.2	Pierwszy postulat Bohra.	
18.3	Warunek kwantyzacji prędkości.	
18.4	Warunek kwantyzacji promienia.	
18.5	Warunek kwantyzacji energii.	
18.6	Następny postulat Bohra.	
18.7	Drugi postulat Bohra.	
18.8	Moment magnetyczny atomu i elektronu.	
18.9	Spinowy moment magnetyczny.	
<b>19.</b>	<b>Kondensator.</b>	<b>19</b>
19.1	Pojemność elektryczna.	
19.2	Kondensator.	
19.3	Pojemność kondensatora.	
19.3.1	Pojemność kondensatora płaskiego.	
19.3.2	Pojemność kondensatora kulistego.	
19.4	Łączenie kondensatorów.	
19.4.1	Łączenie szeregowe kondensatorów.	
19.4.2	Łączenie równoległe kondensatorów.	
19.5	Energia kondensatorów.	
<b>20.</b>	<b>Polaryzacja elektryczna.</b>	<b>20</b>
20.1	Polaryzacja elektryczna.	
20.2	Wektor polaryzacji elektrycznej.	
<b>21.</b>	<b>Prąd elektryczny stały.</b>	<b>21</b>
21.1	Prąd elektryczny.	
21.2	Nośniki prądu elektrycznego. Natężenie prądu elektrycznego stałego.	
21.3	Kierunek przepływu prądu.	
21.4	Elementy obwodów elektrycznych.	
21.5	Opór elektryczny.	
21.5.1	Opór elektryczny.	
21.5.2	Łączenie oporów elektrycznych.	
21.6	Prawo Ohma.	
21.6.1	Prawo Ohma.	
21.6.2	Prawo Ohma dla obwodu zamkniętego	
21.7	Prawa Kirchoffa.	
21.7.1	Pierwsze prawo Kirchoffa.	
21.7.2	Drugie prawo Kirchoffa.	
21.7.2	Drugie prawo Kirchoffa dla obwodu zamkniętego.	
21.8	Mostek elektryczny.	
21.9	Praca prądu elektrycznego stałego.	
21.10	Moc prądu elektrycznego stałego.	
21.12	Sprawność urządzeń elektrycznych.	
21.11	Prawo Joula-Lenza.	
21.13	Siła elektromotoryczna ogniwa.	
21.14	Prawa elektrolizy Faradaya.	
21.14.1	Pierwsze prawo elektrolizy Faradaya.	
21.14.2	Drugie prawo elektrolizy Faradaya.	
21.14.3	Gramorównoważnik substancji.	
21.14.4	Stała Faradaya.	
<b>22.</b>	<b>Pole magnetyczne.</b>	<b>26</b>
22.1	Pole magnetyczne.	
22.2	Siły magnetyczne.	
22.2.1	Siła elektrodynamiczna.	

- 22.2.2 Reguła Fleminga.
- 22.2.3 Siła Lorentza.
- 22.3 Indukcja pola magnetycznego.
- 22.4 Linie pola magnetycznego.
  - 22.4.1 Linie pola magnetycznego.
  - 22.4.2 Własności linii pola magnetycznego.
- 22.5 Strumień pola magnetycznego.
- 22.6 Prawo Gaussa dla pola magnetycznego.
- 22.7 Prawo Ampera.
  - 22.7.1 Prawo Ampera.
  - 22.7.2 Indukcje pola magnetycznego wokół przewodników z prądem.
- 22.8 Prawo oddziaływania przewodników z prądem.
- 22.9 Ruch ładunków w polu magnetycznym.
  - 22.9.1 Ładunek wpada równoległe do linii pola.
  - 22.9.2 Ładunek wpada  $\perp$  do linii pola.
  - 22.9.3 Ładunek wpada pod kątem  $\alpha$  do linii pola.
- 22.10 Moment siły i moment magnetyczny ramki z prądem.
- 22.11 Właściwości magnetyczne materii.
  - 22.11.1 Diamagnetyki.
  - 22.11.2 Paramagnetyki.
  - 22.11.3 Ferromagnetyki
- 22.12 Zjawisko Hala.

### 23. Prąd zmienny.

- 23.1 Indukcja elektromagnetyczna i prawo Faradaya dla przewodnika.
  - 23.1.1 Indukcja elektromagnetyczna.
  - 23.1.2 Prawo Faradaya dla przewodnika.
- 23.2 Reguła Lenza.
- 23.3 Zjawisko samoindukcji.
- 23.4 Prądy Foucoultta.
- 23.5 Prąd zmienny, przemienny i generator prądu zmiennego.
  - 23.5.1 Prąd zmienny.
  - 23.5.2 Prąd przemienny.
  - 23.5.3 Generator prądu zmiennego.
- 23.6 Wartości skuteczne prądu elektrycznego zmiennego.
- 23.7 Praca i moc prądu elektrycznego zmiennego.
- 23.8 Obwody prądu zmiennego.
  - 23.8.1 Obwód RL.
  - 23.8.2 Obwód RC.
  - 23.8.3 Obwód RLC.
- 23.9 Wzór Kelwina lub Tompsona.
- 23.10 Prąd bezwzględny.
- 23.11 Transformator.
- 23.12 Induktor.

### 24. Drgania

- 24.1 Ruch drgający prosty.
- 24.2 Prędkość i przyspieszenie w ruchu drgającym prostym.
  - 24.2.1 Prędkość w ruchu drgającym prostym.
  - 24.2.2 Przyspieszenie w ruchu drgającym prostym.
- 24.3 Siła w ruchu drgającym prostym.
- 24.4 Energia w ruchu drgającym prostym.
- 24.5 Okres drgań sprężyny.
- 24.6 Równanie ruchu drgającego prostego (równanie oscylatora harmonicznego).
- 24.7 Wahadło matematyczne.
- 24.8 Okres wahadła matematycznego.
- 24.9 Wahadło fizyczne.
- 24.10 Okres wahadła fizycznego.
- 24.11 Równanie wahadła fizycznego.
- 24.12 Zredukowana długość wahadła matematycznego.
- 24.13 Drgania elektromagnetyczne.
- 24.14 Okres drgań elektromagnetycznych.
- 24.15 Składanie drgań harmonicznnych.
- 24.16 Okres drgań sprężyny ułożonej poziomo.
- 24.17 Drgania tłumione.
- 24.18 Równanie ruchu drgającego tłumionego.
- 24.19 Prędkość kątowa wahadła w drganiach tłumionych.
- 24.20 Logarytmiczny dekrement tłumienia.
- 24.21 Czas relaksacji.
- 24.22 Drgania elektromagnetyczne tłumione.
- 24.23 Równanie ruchu drgającego elektromagnetycznego tłumionego.
- 24.24 Drgania wymuszone.
- 24.25 Prędkość i przyspieszenie w drganiach wymuszonych.
  - 24.25.1 Prędkość w drganiach wymuszonych.
  - 24.25.2 Przyspieszenie w drganiach wymuszonych.
- 24.26 Równanie ruchu drgającego wymuszonego.
- 24.27 Rezonans.

### 25. Fale.

- 25.1 Przemieszczenie i wektor propagacji.
- 25.2 Długość i okres fali. Powierzchnia falowa.

32

38

46

- 25.2.1 Okres fali.
  - 25.2.2 Długość fali.
  - 25.2.4 Częstotliwość fal.
  - 25.2.4 Powierzchnia falowa.
  - 25.3 Prędkość rozchodzenia się fali.
  - 25.4 Klasyfikacja fal.
  - 25.5 Natężenie fali.
  - 25.6 Fala akustyczna.
  - 25.7 Poziom słyszalności.
  - 25.8 Zjawisko Dopplera.
  - 25.9 Ultradźwięki i syrena Sebecka.
    - 25.9.1 Ultradźwięki.
    - 25.9.2 Syrena Sebecka.
  - 25.10 Propagacja fal elektromagnetycznych.
  - 25.11 Prawa Maxwella.
    - 25.11.1 Pierwsze prawo Maxwella.
    - 25.11.2 Drugie prawo Maxwella.
  - 25.12 Właściwości fal elektromagnetycznych.
  - 25.13 Modulacja fal.
  - 25.14 Zjawisko ugięcia i zasada Hugensa.
    - 25.14.1 Zjawisko ugięcia.
    - 25.14.2 Zasada Hugensa.
  - 25.15 Odbicie fal.
  - 25.16 Załamanie fali.
  - 25.17 Interferencja fal i ogólny warunek wzmocnienia i wygaszenia fali.
    - 25.17.1 Interferencja fal.
    - 25.17.2 Ogólny warunek wzmocnienia fali.
    - 25.18.2 Ogólny warunek wygaszenia fali.
  - 25.18 Fala stojąca.
  - 25.19 Częstotliwość fali stojącej na strunie.
  - 25.20 Rura Kundta.
  - 25.21 Polaryzacja fal i prawo Mallusa.
  - 25.22 Radar.
- 26. Optyka geometryczna.**
- 26.1 Fale świetlne. Częstotliwość fal świetlnych. Bezwzględny współczynnik załamania.
    - 26.1.1 Fale świetlne.
    - 26.1.2 Częstotliwość fal świetlnych.
    - 26.1.3 Bezwzględny współczynnik załamania.
  - 26.2 Zasada Fermata.
  - 26.3 Zwierciadła.
  - 26.4 Powiększenie.
  - 26.5 Równanie zwierciadła.
  - 26.6 Prawo Snelliusa.
  - 26.7 Całkowite wewnętrzne odbicie.
  - 26.8 Soczewki.
  - 26.9 Równanie soczewki.
  - 26.10 Zdolność skupiająca soczewek.
  - 26.11 Pryzmat. Przejście światła monochromatycznego i białego przez pryzmat.
    - 26.11.1 Przejście światła monochromatycznego przez pryzmat.
    - 26.11.2 Przejście światła białego przez pryzmat.
  - 26.12 Oko jako układ optyczny.
  - 26.13 Interferencja fal świetlnych - doświadczenie Younga. Warunek wzmocnienia dla światła.
    - 26.13.1 Interferencja fal świetlnych - doświadczenie Younga.
    - 26.13.2 Warunek wzmocnienia dla światła.
  - 26.14 Powiększenie lupy.
- 27. Dualizm korpuskularno-falowy.**
- 27.1 Zdolność emisyjna i zdolność absorpcyjna ciała.
    - 27.1.1 Zdolność emisyjna ciała.
    - 27.1.2 Zdolność absorpcyjna ciała.
  - 27.2 Prawo Kirchoffa.
  - 27.3 Ciało doskonale czarne.
  - 27.4 Energia kwarku - wzór Plancka.
  - 27.5 Prawo Stefana-Boltzmana.
  - 27.6 Prawo Wiena.
  - 27.7 Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne i wzór Einsteina-Milikana.
  - 27.8 Fotokomórka.
  - 27.9 Własności fotonu.
  - 27.10 Pęd fotonów.
  - 27.11 Zjawisko Comptona.
  - 27.12 Promieniowanie Rentgenowskie. Długość fali promieniowania rentgenowskiego.
    - 27.12.1 Promieniowanie rentgenowskie.
    - 27.12.2 Długość fali promieniowania rentgenowskiego.
  - 27.13 Własności promieniowania rentgenowskiego.
  - 27.14 Fale De Broglie'a.
  - 27.15 Zasada nieoznaczoności Heisenberga.
  - 27.16 Równanie Schrodinger'a
  - 27.17 Zjawisko tunelowe.
- 28. Fizyka atomowa.**

55

60

65

- 28.1 Liczby kwantowe.
- 28.2 Zakaz Pauliego.
- 28.3 Reguła Kleczkowskiego.
- 28.4 Reguła Hunda.
- 28.5 Widmo.
  - 28.5.1 Widmo.
  - 28.5.2 Serie widmowe.
  - 28.5.3 Widmo promieniowania rentgenowskiego.
  - 28.5.4 Skład Słońca. Widmo słoneczne. Budowa Słońca.
- 28.6 Klasyfikacja widmowa gwiazd - klasyfikacja Hertzsprunga i Russela.
- 28.7 Jasność absolutna.
- 28.8 Klasyfikacja Morgana - Keena.
- 28.9 Tablica Mendelejewa.
- 28.10 Jądro atomu.
- 28.11 Energia wiązania jądra atomowego.
- 28.12 Promieniowanie naturalne.
- 28.13 Prawo zaniku promieniotwórczości.
- 28.14 Czas połowicznego zaniku promieniotwórczego.
- 28.15 Reakcje jądrowe - samoistne rozpady promieniotwórcze. Własności promieniowania.
  - 28.15.1 Reakcje jądrowe - samoistne rozpady promieniotwórcze.
  - 28.15.2 Własności promieniowania.
- 28.16 Izotopy promieniotwórcze.
- 28.17 Reakcje jądrowe. Wymuszone reakcje rozpadu.
- 28.18 Synteza - reakcja termojądrowa.
- 28.19 Reakcja rozszczepienia.
- 28.20 Jonizowanie gazu.
- 28.21 Detekcja promieniowania jądrowego.
- 28.22 Reaktor jądrowy.
- 28.23 Cząstki elementarne.
- 28.24 Oddziaływania w przyrodzie.
- 28.25 Wielka unifikacja oddziaływań fizycznych.
- 28.26 Bomba atomowa i wodorowa.

## 29. Termodynamika.

- 29.1 Temperatura.
- 29.2 Ciepło.
- 29.3 Zerowa zasada termodynamiki.
- 29.4 Pierwsza zasada termodynamiki.
- 29.5 Gazy.
- 29.6 Założenia teorii kinetyczno - molekularnej.
- 29.7 Podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej.
- 29.8 Zasada ekwipartycji energii.
- 29.9 Stopień swobody.
- 29.10 Równanie Clapeyrona.
- 29.11 Równanie stanu gazu doskonałego.
- 29.12 Przemiana izotermiczna.
  - 29.12.1 Przemiana izotermiczna.
  - 29.12.2 Prawo Boyle'a - Mariotta.
  - 29.12.3 Zależność ciśnienia od gęstości w przemianie izotermicznej.
  - 29.12.4 Praca w przemianie izotermicznej.
- 29.13 Przemiana izochoryczna.
  - 29.13.1 Przemiana izochoryczna.
  - 29.13.2 Prawo Charlesa.
  - 29.13.3 Prawo rozprężliwości gazu.
  - 29.13.4 Praca w przemianie izochorycznej.
- 29.14 Przemiana izobaryczna.
  - 29.14.1 Przemiana izobaryczna.
  - 29.14.2 Prawo Gay - Lussaca.
  - 29.14.3 Prawo rozprężliwości objętościowej gazu.
  - 29.14.4 Praca w przemianie izobarycznej.
- 29.15 Przemiana adiabatyczna.
  - 29.15.1 Przemiana adiabatyczna.
  - 29.15.2 Ciśnienie w przemianie adiabatycznej.
- 29.16 Ciepło molowe.
- 29.17 Stała gazowa.
- 29.18 Współczynnik Poissona.
- 29.19 Silnik Carnota.
- 29.20 Druga zasada termodynamiki.
- 29.21 Entropia.
- 29.22 Ciecze.
  - 29.22.1 Ciecze.
  - 29.22.2 Ciśnienie w cieczech.
  - 29.22.3 Prawo Archimedesza.
- 29.23 Rozszerzalność termiczna ciał stałych i cieczy.
- 29.24 Ciała stałe.
- 29.25 Przemiany fazowe.



## Alfabetyczny spis treści

nazwa	podrozdział	rozdział główny	punkt
Atom wodoru według Bohra.		Atom wodoru według Bohra.	18.1
Bezwzględny współczynnik załamania.	Fale świetlne. Częstotliwość fal świetlnych. Bezwzględny współczynnik załamania.	Optyka geometryczna.	26.1.3
Bomba atomowa i wodorowa.		Fizyka atomowa.	28.26
Całkowite wewnętrzne odbicie.		Optyka geometryczna.	26.7
Ciała stałe.		Termodynamika.	29.24
Ciało doskonale czarne		Dualizm korpuskularno-falowy	27.3.
Ciało naelektryzowane.		Elektrostatyka.	17.4
Ciecze.	Ciecze.	Termodynamika.	29.22.1
Ciepło molowe.		Termodynamika.	29.16
Ciepło.		Termodynamika.	29.2
Ciężar właściwy.		Gęstość i ciężar właściwy.	14.2
Ciśnienie w cieczech.	Ciecze	Termodynamika.	29.22.2
Ciśnienie w przemianie adiabatycznej.	Przemiana adiabatyczna.	Termodynamika.	29.15.2
Czas połowicznego zaniku promieniotwórczego.		Fizyka atomowa.	28.14
Czas relaksacji.		Drgania.	24.21
Cząstki elementarne.		Fizyka atomowa.	28.23
Częstotliwość fal świetlnych.	Fale świetlne. Częstotliwość fal świetlnych. Bezwzględny współczynnik załamania.	Optyka geometryczna.	26.1.2
Częstotliwość fal.	Długość i okres fali. Powierzchnia falowa.	Fale.	25.2.3
Częstotliwość fali stojącej na strunie.		Fale.	25.19
Częstotliwość.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.7
Detekcja promieniowania jądrowego.		Fizyka atomowa.	28.21
Diamagnetyki.	Właściwości magnetyczne materii.	Pole magnetyczne.	22.11.1
Długość fali promieniowania rentgenowskiego.	Promieniowanie Rentgenowskie. Długość fali promieniowania rentgenowskiego.	Dualizm korpuskularno-falowy	27.12.2
Długość fali.	Długość i okres fali. Powierzchnia falowa.	Fale.	25.2.2
Drgania elektromagnetyczne tłumione		Drgania.	24.22.
Drgania elektromagnetyczne.		Drgania.	24.13
Drgania tłumione.		Drgania.	24.17
Drgania wymuszone.		Drgania.	24.24
Druga prędkość kosmiczna		Prędkości kosmiczne.	16.2
Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego.		Zasady dynamiki Newtona.	4.4
Druga zasada dynamiki.		Zasady dynamiki Newtona.	4.2
Druga zasada termodynamiki.		Termodynamika.	29.20
Drugi postulat Bohra.		Atom wodoru według Bohra.	18.7
Drugie prawo elektrolizy Faradaya.	Prawa elektrolizy Faradaya.	Prąd elektryczny stały.	21.14.2
Drugie prawo Kirchhoffa dla obwodu zamkniętego.	Prawa Kirchhoffa.	Prąd elektryczny stały.	21.7.2
Drugie prawo Kirchhoffa.	Prawa Kirchhoffa.	Prąd elektryczny stały.	21.7.2
Drugie prawo Maxwella.	Prawa Maxwella.	Fale.	25.11.2
Elementy obwodów elektrycznych.		Prąd elektryczny stały.	21.4
Energia kinetyczna w ruchu obrotowym.		Energia i zasada zachowania energii.	9.4
Energia kinetyczna.		Energia i zasada zachowania energii.	9.1
Energia kondensatorów.		Kondensator	19.5
Energia kwarku - wzór Plancka.		Dualizm korpuskularno-falowy	27.4
Energia pola elektrycznego.		Elektrostatyka	17.13
Energia potencjalna ciężkości.		Energia i zasada zachowania energii.	9.2
Energia potencjalna pola grawitacyjnego.		Pole grawitacyjne.	15.7
Energia w ruchu drgającym prostym.		Drgania.	24.4
Energia wiązania jądra atomowego.		Fizyka atomowa.	28.11
Entropia.		Termodynamika.	29.21
Fala akustyczna.		Fale.	25.6
Fala stojąca.		Fale.	25.18
Fale De Broglie'a.		Dualizm korpuskularno-falowy	27.14
Fale świetlne.	Fale świetlne. Częstotliwość fal świetlnych. Bezwzględny współczynnik załamania.	Optyka geometryczna.	26.1.1
Ferromagnetyki	Właściwości magnetyczne materii.	Pole magnetyczne.	22.11.3
Fotokomórka.		Dualizm korpuskularno-falowy	2.87
Gazy.		Termodynamika.	29.5
Generator błądu zmiennego.	Prąd zmienny, przemienny i generator prądu zmiennego.	Prąd zmienny.	23.5.3
Gęstość powierzchniowa i liniowa ładunku.		Elektrostatyka.	17.10
Gęstość.		Gęstość i ciężar właściwy.	14.1
Gramorównoważnik substancji	Prawa elektrolizy Faradaya.	Prąd elektryczny stały.	21.14.3
Indukcja elektromagnetyczna.	Indukcja elektromagnetyczna i prawo Faradaya dla przewodnika	Prąd zmienny.	23.1.1
Indukcja pola magnetycznego.		Pole magnetyczne.	22.3

Indukcje pola magnetycznego wokół przewodników z prądem.	Prawo Ampera.	Pole magnetyczne.	22.7.2
Induktor.		Prąd zmienny.	23.12
Interferencja fal świetlnych - doświadczenie Younga.	Interferencja fal świetlnych - doświadczenie Younga. Warunek wzmocnienia dla światła.	Optyka geometryczna.	26.13.1
Interferencja fal.	Interferencja fal i ogólny warunek wzmocnienia i wygaszenia fali.	Fale.	25.17.1
Izotopy promieniotwórcze.		Fizyka atomowa.	28.16
Jasność absolutna.		Fizyka atomowa.	28.7
Jądro atomu.		Fizyka atomowa.	28.10
Jonizowanie gazu.		Fizyka atomowa.	28.20
Kąt zakreślony.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.6
Kierunek przepływu prądu.		Prąd elektryczny stały.	21.3
Klasyfikacja fal.		Fale.	25.4
Klasyfikacja Morgana - Keena.		Fizyka atomowa.	28.8
Klasyfikacja widmowa gwiazd - klasyfikacja Hertzsprung i Russela.		Fizyka atomowa.	28.6
Kondensator.		Kondensator.	19.2
Liczby kwantowe.		Fizyka atomowa.	28.1
Linie pola elektrostatycznego.	Linie pola elektrostatycznego	Elektrostatyka.	17.7.1
Linie pola grawitacyjnego.		Pole grawitacyjne.	15.9
Linie pola magnetycznego.	Linie pola magnetycznego.	Pole magnetyczne.	22.4.1
Logarymiczny dekrement tłumienia.		Drgania.	24.20
Ładunek wpada $\perp$ do linii pola.	Ruch ładunków w polu magnetycznym.	Pole magnetyczne.	22.9.2
Ładunek wpada pod kątem $\alpha$ do linii pola.	Ruch ładunków w polu magnetycznym.	Pole magnetyczne.	22.9.3
Ładunek wpada równoległe do linii pola.	Ruch ładunków w polu magnetycznym.	Pole magnetyczne.	22.9.1
Łączenie oporów elektrycznych.	Opór elektryczny.	Prąd elektryczny stały.	21.5.2
Łączenie równoległe kondensatorów	Łączenie kondensatorów.	Kondensator	19.4.2.
Łączenie szeregowo kondensatorów.	Łączenie kondensatorów.	Kondensator.	19.4.1
Moc prądu elektrycznego stałego.		Prąd elektryczny stały.	21.10
Moc.		Praca i moc.	10.2
Modulacja fal.		Fale.	25.13
Moment bezwładności.		Moment bezwładności i twierdzenie Steinera.	12.1
Moment magnetyczny atomu i elektronu.		Atom wodoru według Bohra.	18.8
Moment pędu bryły sztywnej.		Pęd, moment pędu, zasada zachowania pędu i zasada zachowania momentu pędu.	8.5
Moment pędu.		Pęd, moment pędu, zasada zachowania pędu i zasada zachowania momentu pędu.	8.3
Moment siły i moment magnetyczny ramki z prądem.		Pole magnetyczne.	22.10
Moment siły.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.8
Moment bezwładności niektórych brył.		Moment bezwładności i twierdzenie Steinera .	12.2
Mostek elektryczny.		Prąd elektryczny stały.	21.8
Następny postulat Bohra.		Atom wodoru według Bohra.	18.6
Natężenie fali.		Fale.	25.5
Natężenie pola elektrostatycznego na zewnątrz kuli.	Natężenie pola elektrostatycznego kuli.	Elektrostatyka	17.19.2
Natężenie pola elektrostatycznego pomiędzy dwoma płytami.		Elektrostatyka	17.11
Natężenie pola elektrostatycznego wewnątrz kuli.	Natężenie pola elektrostatycznego kuli.	Elektrostatyka	17.19.1
Natężenie pola elektrostatycznego.		Elektrostatyka.	17.6
Natężenie pola grawitacyjnego		Pole grawitacyjne.	15.5
Natężenie prądu elektrycznego stałego.		Prąd elektryczny stały.	21.2
Nośniki prądu elektrycznego.		Prąd elektryczny stały.	21.2
Obwód RC.	Obwody prądu zmiennego.	Prąd zmienny.	23.8.2
Obwód RL.	Obwody prądu zmiennego.	Prąd zmienny.	23.8.1
Obwód RLC.	Obwody prądu zmiennego.	Prąd zmienny.	23.8.3
Odbicie fal.		Fale.	25.15
Oddziaływania w przyrodzie.		Fizyka atomowa.	28.24
Ogólny warunek wygaszenia fali.	Interferencja fal i ogólny warunek wzmocnienia i wygaszenia fali.	Fale.	25.18.2
Ogólny warunek wzmocnienia fali.	Interferencja fal i ogólny warunek wzmocnienia i wygaszenia fali.	Fale.	25.17.2
Oko jako układ optyczny.		Optyka geometryczna.	26.12
Okres drgań elektromagnetycznych		Drgania.	24.14.
Okres drgań sprężyny ułożonej poziomo		Drgania.	24.16.
Okres drgań sprężyny.		Drgania.	24.5
Okres fali.	Długość i okres fali. Powierzchnia falowa.	Fale.	25.2.1
Okres wahadła fizycznego.		Drgania.	24.10
Okres wahadła matematycznego.		Drgania.	24.8
Opór elektryczny.	Opór elektryczny.	Prąd elektryczny stały.	21.5.1
Paramagnetyki.	Właściwości magnetyczne materii.	Pole magnetyczne.	22.11.2
Pęd fotonów.		Dualizm korpuskularno-falowy	27.10
Pęd.		Pęd, moment pędu, zasada zachowania pędu i zasada zachowania momentu pędu.	8.1
Pierwsza prędkość kosmiczna.		Prędkości kosmiczne.	16.1
Pierwsza zasada dynamiki.		Zasady dynamiki Newtona.	4.1
Pierwsza zasada termodynamiki.		Termodynamika.	29.4
Pierwsze prawo elektrolizy Faradaya.	Prawa elektrolizy Faradaya.	Prąd elektryczny stały.	21.14.1
Pierwsze prawo Kirchhoffa.	Prawa Kirchhoffa.	Prąd elektryczny stały.	21.7.1
Pierwsze prawo Maxwella.	Prawa Maxwella.	Fale.	25.11.1

Pierwszy postulat Bohra.		Atom wodoru według Bohra.	18.2
Podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej.		Termodynamika.	29.7
Pojemność elektryczna.		Kondensator.	19.1
Pojemność kondensatora kulistego.	Pojemność kondensatora.	Kondensator.	19.3.2
Pojemność kondensatora płaskiego.	Pojemność kondensatora.	Kondensator.	19.3.1
Polaryzacja elektryczna.		Polaryzacja elektryczna.	20.1
Polaryzacja fal i prawo Mallusa.		Fale.	25.21
Pole grawitacyjne.		Pole grawitacyjne.	15.1
Pole magnetyczne.		Pole magnetyczne.	22.1
Potencjał pola elektrycznego.		Elektrostatyka	17.14
Potencjał pola grawitacyjnego.		Pole grawitacyjne.	15.8
Powierzchnia falowa.	Długość i okres fali. Powierzchnia falowa.	Fale.	25.2.4
Powiększenie lupy.		Optyka geometryczna.	26.14
Powiększenie.		Optyka geometryczna.	26.4
Poziom słyszalności.		Fale.	25.7
Praca i moc prądu elektrycznego zmiennego.		Prąd zmienny.	23.7
Praca prądu elektrycznego stałego.		Prąd elektryczny stały.	21.9
Praca w centralnym polu elektrycznym		Elektrostatyka	17.12.
Praca w polu elektrycznym jednorodnym.		Elektrostatyka	17.16
Praca w polu grawitacyjnym.		Pole grawitacyjne.	15.6
Praca w przemianie izobarycznej.	Przemiana izobaryczna.	Termodynamika.	29.14.4
Praca w przemianie izochorycznej.	Przemiana izochoryczna.	Termodynamika.	29.13.4
Praca w przemianie izotermicznej.	Przemiana izotermiczna.	Termodynamika.	29.12.4
Praca.		Praca i moc.	10.1
Prągo Gay - Lussaca.	Przemiana izobaryczna.	Termodynamika.	29.14.2
Prawo Ampera	Prawo Ampera.	Pole magnetyczne.	22.7.1.
Prawo Archimedes.	Ciecze	Termodynamika.	29.22.3
Prawo Boyle'a - Mariotta.	Przemiana izotermiczna.	Termodynamika.	29.12.2
Prawo Charles.	Przemiana izochoryczna.	Termodynamika.	29.13.2
Prawo Coulomba.		Elektrostatyka.	17.3
Prawo Faradaya dla przewodnika.	Indukcja elektromagnetyczna i prawo Faradaya dla przewodnika	Prąd zmienny.	23.1.2
Prawo Gaussa dla pola magnetycznego.		Pole magnetyczne.	22.6
Prawo Gaussa.		Elektrostatyka.	17.9
Prawo Joula-Lenza.		Prąd elektryczny stały.	21.11
Prawo Kirchhoffa.		Dualizm korpuskularno-falowy	27.2
Prawo oddziaływania przewodników z prądem		Pole magnetyczne.	22.8.
Prawo Ohma dla obwodu zamkniętego	Prawo Ohma.	Prąd elektryczny stały.	21.6.2
Prawo Ohma.	Prawo Ohma.	Prąd elektryczny stały.	21.6.1
Prawo powszechnej grawitacji (prawo jedności przyrody)		Pole grawitacyjne.	15.2
Prawo rozprężliwości gazu.	Przemiana izochoryczna.	Termodynamika.	29.13.3
Prawo rozprężliwości objętościowej gazu.	Przemiana izobaryczna.	Termodynamika.	29.14.3
Prawo Snelliusa.		Optyka geometryczna.	26.6
Prawo Stefana-Boltzmana.		Dualizm korpuskularno-falowy	27.5
Prawo Wiena.		Dualizm korpuskularno-falowy	27.6
Prawo zaniku promieniotwórczości.		Fizyka atomowa.	28.13
Prąd bezwzględny.		Prąd zmienny.	23.10
Prąd elektryczny.		Prąd elektryczny stały.	21.1
Prąd przemienny.	Prąd zmienny, przemienny i generator prądu zmiennego.	Prąd zmienny.	23.5.2
Prąd zmienny.	Prąd zmienny, przemienny i generator prądu zmiennego.	Prąd zmienny.	23.5.1
Prądy Foucoult.		Prąd zmienny.	23.4
Prędkość		Ruch stały prostoliniowy.	1.1
Prędkość kątowna końcowa.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.5
Prędkość kątowna wahadła w drganiach tłumionych.		Drgania.	24.19
Prędkość kątowna.	Ruch z prędkością stałą.	Ruch po okręgu	3.1.1
Prędkość końcowa		Ruch zmienny.	2.3
Prędkość liniowa chwilowa.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.3
Prędkość rozchodzenia się fali.		Fale.	25.3
Prędkość w drganiach wymuszonych.	Prędkość i przyspieszenie w drganiach wymuszonych	Drgania.	24.25.1
Prędkość w ruchu drgającym prostym.	Prędkość i przyspieszenie w ruchu drgającym prostym.	Drgania.	24.2.1
Prędkość w rzucie poziomym.		Rzut poziomy.	7.2
Promieniowanie naturalne.		Fizyka atomowa.	28.12
Promieniowanie rentgenowskie.	Promieniowanie Rentgenowskie. Długość fali promieniowania rentgenowskiego.	Dualizm korpuskularno-falowy	27.12.1
Propagacja fal elektromagnetycznych.		Fale.	25.10
Przejście światła białego przez pryzmat.	Pryzmat. Przejście światła monochromatycznego i białego przez pryzmat	Optyka geometryczna.	26.11.2
Przejście światła monochromatycznego przez pryzmat	Pryzmat. Przejście światła monochromatycznego i białego przez pryzmat	Optyka geometryczna.	26.11.1.
Przemiana adiabatyczna.	Przemiana adiabatyczna.	Termodynamika.	29.15.1
Przemiana izobaryczna.	Przemiana izobaryczna.	Termodynamika.	29.14.1
Przemiana izochoryczna.	Przemiana izochoryczna.	Termodynamika.	29.13.1
Przemiana izotermiczna.	Przemiana izotermiczna.	Termodynamika.	29.12.1



Przemiany fazowe.		Termodynamika.	29.25
Przemieszczenie		Ruch zmienny.	2.2
Przemieszczenie i wektor propagacji.		Fale.	25.1
Przemieszczenie.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.4
Przenikalność elektryczna próżni.	Stała elektrostatyczna i przenikalność elektryczna próżni	Elektrostatyka.	17.5.2
Przyspieszenie		Ruch zmienny.	2.1
Przyspieszenie grawitacyjne.		Pole grawitacyjne.	15.4
Przyspieszenie kątowe.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.1
Przyspieszenie liniowe.	Ruch z prędkością zmienną.	Ruch po okręgu	3.2.2
Przyspieszenie w drganiach wymuszonych.	Prędkość i przyspieszenie w drganiach wymuszonych	Drgania.	24.25.2
Przyspieszenie w ruchu drgającym prostym	Prędkość i przyspieszenie w ruchu drgającym prostym.	Drgania.	24.2.2.
Radar.		Fale.	25.22
Reakcja rozszczepienia.		Fizyka atomowa.	28.19
Reakcje jądrowe - samoistne rozpady promieniotwórcze.	Reakcje jądrowe - samoistne rozpady promieniotwórcze. Własności promieniowania	Fizyka atomowa.	28.15.1
Reakcje jądrowe. Wymuszone reakcje rozpadu.		Fizyka atomowa.	28.17
Reaktor jądrowy.		Fizyka atomowa.	28.22
Reguła Fleminga.	Siły magnetyczne.	Pole magnetyczne.	22.2.2
Reguła Hunda.		Fizyka atomowa.	28.4
Reguła Kleczkowskiego.		Fizyka atomowa.	28.3
Reguła Lenza.		Prąd zmienny.	23.2
Rezonans.		Drgania.	24.27
Rozszerzalność termiczna ciał stałych i cieczy.		Termodynamika.	29.23
Równanie Clapeyrona.		Termodynamika.	29.10
Równanie ruchu drgającego elektromagnetycznego tłumionego.		Drgania.	24.23
Równanie ruchu drgającego prostego (równanie oscylatora harmonicznego).		Drgania.	24.6
Równanie ruchu drgającego tłumionego.		Drgania.	24.18
Równanie ruchu drgającego wymuszonego		Drgania.	24.26.
Równanie Schroedinger'a		Dualizm korpuskularno-falowy	27.16
Równanie soczewki.		Optyka geometryczna.	26.9
Równanie stanu gazu doskonałego.		Termodynamika.	29.11
Równanie wahadła fizycznego.		Drgania.	24.11
Równanie zwierciadła.		Optyka geometryczna.	26.5
Różnica potencjałów (napięcie).		Elektrostatyka	17.15
Ruch drgający prosty.		Drgania.	24.1
Ruch ładunku w polu elektrycznym - ładunek porusza się równoległe do linii pola.	Ruch ładunków w polu elektrycznym.	Elektrostatyka	17.17.1
Ruch ładunku w polu elektrycznym -ładunek wpada pod kątem prostym do linii pola.	Ruch ładunków w polu elektrycznym.	Elektrostatyka	17.17.2
Rura Kundta.		Fale.	25.20
Rzut poziomy.		Rzut poziomy.	7.1
Serie widmowe.	Widmo.	Fizyka atomowa.	28.5.2
Silnik Carnota.		Termodynamika.	29.19
Siła bezwładności.		Siła bezwładności.	6.1
Siła elektrodynamiczna.	Siły magnetyczne.	Pole magnetyczne.	22.2.1