

# **Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych**

## **Kurs podstawowy**

z elementami kursu rozszerzonego koniecznymi do podjęcia  
studiów technicznych i przyrodniczych

### **Część 1**

pod redakcją

Jadwigi Salach

Kraków 2006



**ZamKor**

Opracował zespół autorów w składzie:

Aleksandra Czerwińska,  
Maria Fiałkowska,  
Krzysztof Fiałkowski,  
Małgorzata Godlewska,  
Marek Godlewski,  
Barbara Sagnowska,  
Jadwiga Salach,  
Danuta Szot-Gawlik.

Projekt okładki i szablonu graficznego:

Joanna Wypiór

**Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników szkolnych przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania fizyki i astronomii (w zakresie podstawowym) na poziomie liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum, na podstawie recenzji rzeczoznawców: dr. hab. Jana Olszewskiego – z rekomendacji Akademii Pedagogicznej w Krakowie, dr. Adama Michalca – z rekomendacji Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, mgr. Waldemara Reńdy – z rekomendacji Polskiego Towarzystwa Fizycznego i dr Henryki Kaczorowskiej – z rekomendacji Towarzystwa Kultury Języka.**

**Numer dopuszczenia: 90/04**

© Copyright by Wydawnictwo ZamKor  
ul. Tetmajera 19, 31-352 Kraków  
tel.: 0 12 623 25 00  
faks: 0 12 623 25 13  
e-mail: zamkor@zamkor.pl  
<http://www.zamkor.pl>

ISBN 978-83-88830-29-7

ISBN 83-88830-29-5

Druk i oprawa:

P.W. STABIL, Kraków, 0 12 410 28 20, 21

# Spis treści

## 1. Kinematyka (7)

- 1.1. Pojęcie ruchu w historii filozofii i nauk przyrodniczych (7)
- 1.2. Ruch, szybkość średnia i chwilowa (10)
- 1.3. Prędkość średnia i chwilowa (13)
- 1.4. Przyspieszenie średnie i chwilowe (17)
- 1.5. Przyspieszenie w ruchu krzywoliniowym (20)
- 1.6. Podział ruchów postępowych (23)
- 1.7. Ruch jednostajny prostoliniowy (24)
- 1.8. Droga w dowolnym ruchu (30)
- 1.9. Ruch jednostajnie przyspieszony po linii prostej (32)
- 1.10. Ruch jednostajnie opóźniony po linii prostej (37)
- 1.11. Wielkości opisujące ruch jednostajny po okręgu (44)
- 1.12. Składanie ruchów (47)

## 2. Dynamika (51)

- 2.1. Oddziaływania występujące w przyrodzie (51)
- 2.2. Zasady dynamiki Newtona (53)
- 2.3. Druga zasada dynamiki w postaci ogólnej (60)
- 2.4. Przykłady zastosowania zasad dynamiki (63)
- 2.5. Siły w ruchu po okręgu (73)
- 2.6. Tarcie (77)
- 2.7. Zasada zachowania pędu dla układu ciał (85)
- 2.8. Opis ruchu w układzie nieinercyjnym (94)
- 2.9. Praca (104)
- 2.10. Moc (107)
- 2.11. Energia mechaniczna i jej rodzaje (109)
  - 2.11.1. Energia potencjalna (110)
  - 2.11.2. Energia kinetyczna (112)
  - 2.11.3. Zasada zachowania energii mechanicznej (113)

### **3. Grawitacja (127)**

- 3.1. Oddziaływania grawitacyjne. Prawo powszechnej grawitacji (129)
- 3.2. Ruchy planet i satelitów (133)
- 3.3. Pole grawitacyjne (138)
- 3.4. Pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi (142)
- 3.5. Opis ruchów w pobliżu Ziemi (143)
  - 3.5.1. Spadanie swobodne (143)
  - 3.5.2. Rzut pionowy (145)
  - 3.5.3. Rzut poziomy (147)
  - 3.5.4. Rzut ukośny (150)
- 3.6. Praca i energia potencjalna w polu grawitacyjnym (152)
  - 3.6.1. Praca w pobliżu Ziemi – w polu jednorodnym (152)
  - 3.6.2. Praca i energia potencjalna w centralnym polu grawitacyjnym (154)
- 3.7. Druga prędkość kosmiczna (158)
- 3.8. Ciężar ciała. Przyspieszenie ziemskie na różnych szerokościach geograficznych (161)

### **4. Elementy szczególnej teorii względności (165)**

- 4.1. Ruch w różnych układach odniesienia (165)
- 4.2. Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Efekty relatywistyczne (172)
  - 4.2.1. Założenia szczególnej teorii względności (172)
  - 4.2.2. Ograniczenia dla związków przyczynowych (174)
  - 4.2.3. Obserwacje astronomiczne jako obraz historii kosmosu (177)
  - 4.2.4. Pęd i energia w fizyce relatywistycznej (178)
- 4.3. Równoważność masy i energii (182)
  - 4.3.1. Układy złożone i energia wiązania (182)
  - 4.3.2. Pojęcie deficytu masy (184)
- 4.4. Czas w różnych układach odniesienia (188)

### **5. Hydrostatyka (193)**

- 5.1. Ciecz w polu grawitacyjnym (193)
- 5.2. Naczynia połączone (198)
- 5.3. Prawo Archimedesesa (201)
- 5.4. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości (208)

## **6. Fizyka cząsteczkowa i termodynamika (211)**

- 6.1. Mikroskopowe modele gazów i cieczy (211)
  - 6.1.1. Gazy jako układy „prawie swobodnych” cząsteczek (211)
  - 6.1.2. Ciecze jako układy oddziałujących z sobą cząsteczek (213)
- 6.2. Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki (219)
- 6.3. Energia wewnętrzna, ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki (223)
- 6.4. Przemiany gazów (226)
  - 6.4.1. Ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym. Równanie stanu gazu doskonałego (226)
  - 6.4.2. Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu (231)
  - 6.4.3. Przemiana izotermiczna (236)
  - 6.4.4. Przemiana izochoryczna (239)
  - 6.4.5. Przemiana izobaryczna (241)
  - 6.4.6. Ciepło właściwe i molowe (245)
  - 6.4.7. Przemiana adiabatyczna (248)
- 6.5. Procesy odwracalne i nieodwracalne (249)
- 6.6. Kierunkowość procesów w przyrodzie. Entropia (252)
- 6.7. Silniki cieplne (256)
- 6.8. Przejścia fazowe (263)

## **7. Elektrostatyka (269)**

- 7.1. Budowa materii i elektryczne właściwości ciał (269)
- 7.2. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba (271)
- 7.3. Pole elektrostatyczne. Natężenie pola elektrostatycznego (274)
- 7.4. Zasada superpozycji pól (277)
- 7.5. Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku (280)
- 7.6. Praca w centralnym polu elektrostatycznym. Energia potencjalna elektrostatyczna ładunku (284)
- 7.7. Potencjał pola elektrostatycznego. Napięcie (286)
- 7.8. Praca w jednorodnym polu elektrostatycznym (290)
- 7.9. Pojemność elektryczna przewodnika. Kondensator (293)
- 7.10. Ruch cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym. Oscyloskop (301)

## **Aneks 1. Elementy matematyki w fizyce (305)**

- A1.1. Wiadomości o wektorach (305)
- A1.2. Miara łukowa kąta (318)
- A1.3. Rząd wielkości (318)

## **Aneks 2. Doświadczenia i opracowanie wyników pomiarów (319)**

- A2.1. Niepewności pomiarowe (320)
- A2.2. Niepewności pomiarów prostych (322)
- A2.3. Niepewności pomiarów pośrednich (330)
- A2.4. Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z niepewnościami (335)
- A2.5. Dopasowanie prostej do wyników pomiarowych (336)  
Doświadczenia (338)

## **Aneks 3 Programy komputerowe (369)**

## **Aneks 4. Mechanika bryły sztywnej (383)**

- A4.1. Bryła sztywna. Ruch postępowy i obrotowy (383)
- A4.2. Wielkości kinematyczne w ruchu obrotowym (385)
- A4.3. Energia kinetyczna bryły sztywnej (386)
- A4.4. Momenty bezwładności niektórych brył (387)
- A4.5. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły (388)
- A4.6. Moment pędu bryły i prawa dynamiki ruchu obrotowego (390)
- A4.7. O analogiach między ruchem postępowym i obrotowym (393)
- A4.8. Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie (393)

## **Odpowiedzi do zadań rachunkowych (401)**

## **Skorowidz (403)**

## **Stałe fizyczne (392)**