

Zbigniew KAMIŃSKI • Wincenty KAMIŃSKI

Fizyka

dla kandydatów
na wyższe uczelnie
techniczne

tom 1



Wydawnictwo WNT

Fizyka

**dla kandydatów
na wyższe uczelnie
techniczne**

Zbigniew KAMIŃSKI • Wincenty KAMIŃSKI

Fizyka

dla kandydatów
na wyższe uczelnie
techniczne

tom 1

Wydanie osiemnaste

Wydawnictwo WNT 

Opiniodawca XV wydania: *prof. dr hab. Miron Gaj*

Redaktorzy: *Janina Banaś* – wyd. I

Małgorzata Rajwacka-Jachymek, Lilianna Szymańska

Okładkę i strony tytułowe projektował: *Przemysław Spiechowski*

Zdjęcie na okładce: *boykung/Shutterstock*

Redaktor techniczny: *Grażyna Miazek*

Korekta: *Zespół*

Skład i łamanie: *WOMAR Barbara Wojcieszuk*

Wydawca: *Karol Zawadzki*

Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

Szanujmy cudzą własność i prawo.

Więcej na www.legalnakultura.pl

Polska Izba Książki

Copyright © by Wydawnictwo WNT

Warszawa 1961, 1962, 1963, 1966, 1967, 1968, 1969, 1972, 1973, 1974, 1975, 1977, 1984, 2009, 2012

Copyright © by Wydawnictwo Naukowe PWN SA

Warszawa 2018

ISBN 978-83-01-19543-4 (tom I)

ISBN 978-83-01-19545-8 (całość)

Wydanie XVIII – 1 dodruk (PWN)

Warszawa 2018

Wydawnictwo Naukowe PWN SA

02-460 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2

tel. 22 69 54 321, faks 22 69 54 288

infolinia 801 33 33 88

e-mail: pwn@pwn.com.pl; reklama@pwn.pl

www.pwn.pl

Druk i oprawa: OSDW Azymut Sp. z o.o.

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	15
DO CZYTELNIKA	17
Rozdział 1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE	21
1.1. Przedmiot fizyki	21
1.2. Wielkości fizyczne i ich pomiar. Jednostki miary	21
1.3. Międzynarodowy układ jednostek miar SI	22
1.4. Jednostki długości	23
1.5. Błędy pomiaru	24
1.6. Jednostki pola powierzchni. Pomiary złożone	27
1.7. Jednostki objętości. Działania na jednostkach	30
1.8. Jednostki czasu	32
1.9. Jednostki masy. Gęstość	32
1.10. Jednostki kąta płaskiego i bryłowego	34
1.11. Prawa i wzory fizyczne	36
1.12. Rozwiązywanie zadań fizycznych	37
Pytania i zadania	41
Rozdział 2. KINEMATYKA	44
2.1. Podział mechaniki	44
2.2. Określenie ruchu. Względność ruchu	44

2.3.	Rodzaje ruchów	45
2.4.	Ruch jednostajny prostoliniowy	47
2.5.	Wektory i skalary. Dodawanie i odejmowanie wektorów	51
2.6.	Prędkość jako wektor. Składanie prędkości	55
2.7.	Ruch prostoliniowy zmienny. Prędkość średnia i rzeczywista	59
2.8.	Ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny	61
2.9.	Swobodne spadanie ciał	69
2.10.	Ruch prostoliniowy niejednostajnie zmienny	72
2.11.	Prędkość w ruchu krzywoliniowym. Ruch jednostajny po okręgu	74
	Pytania i zadania	78

Rozdział 3. DYNAMIKA **81**

3.1.	Przedmiot dynamiki	81
3.2.	Pierwsza zasada Newtona	81
3.3.	Druga zasada Newtona	83
3.4.	Ciężar ciała	85
3.5.	Ciężar właściwy	88
3.6.	Układy inercjalne i nieinercjalne. Siła bezwładności. Zasada względności ruchu	89
3.7.	Pęd i popęd	93
3.8.	Trzecia zasada Newtona	96
3.9.	Zasada zachowania pędu	97
3.10.	Siła dośrodkowa. Siła odśrodkowa bezwładności	100
3.11.	Praca mechaniczna	106
3.12.	Moc	110
3.13.	Energia mechaniczna	114
3.14.	Zasada zachowania energii	118
3.15.	Sprawność maszyn	123
	Pytania i zadania	125

Rozdział 4. POLE GRAWITACYJNE **128**

4.1.	Prawo powszechnego ciężenia	128
4.2.	Zmienność przyspieszenia ziemskiego	130
4.3.	Pole grawitacyjne	132
4.4.	Ruch w polu grawitacyjnym	136
4.4.1.	Rzut pionowy	136
4.4.2.	Ruch po równi pochyłej	138
4.4.3.	Rzut poziomy	140
4.4.4.	Rzut ukośny	142
4.4.5.	Ruch satelity. Pierwsza prędkość kosmiczna	146
4.5.	Potencjał grawitacyjny. Druga prędkość kosmiczna	150
	Pytania i zadania	156

Rozdział 5. RUCH OBROTOWY	159
5.1. Ruch obrotowy jednostajny. Iloczyn wektorowy	159
5.2. Ruch obrotowy jednostajnie zmienny	164
5.3. Moment siły	166
5.4. Praca i moc w ruchu obrotowym	169
5.5. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym. Moment bezwładności	171
5.6. Dynamika ruchu obrotowego	173
5.7. Moment pędu	175
5.8. Zasada zachowania momentu pędu	178
Pytania i zadania	179
Rozdział 6. STATYKA	181
6.1. Zjawisko równowagi. Cechy charakterystyczne siły	181
6.2. Składanie sił przyłożonych w jednym punkcie i działających w jednej płaszczyźnie	183
6.3. Składanie sił przyłożonych w różnych punktach i działających w jednej płaszczyźnie	187
6.4. Warunek równowagi układu sił przyłożonych w jednym punkcie i działających w jednej płaszczyźnie	190
6.5. Para sił	192
6.6. Warunki równowagi układu sił dowolnie rozłożonych w płaszczyźnie	193
6.7. Maszyny proste	198
6.8. Siły tarcia	204
6.9. Środek ciężkości i środek masy	211
6.10. Rodzaje równowagi	214
Pytania i zadania	215
Rozdział 7. STATYKA CIECZY I GAZÓW	221
7.1. Właściwości cieczy. Ciśnienie	221
7.2. Prawo Pascala. Prasa hydrauliczna	222
7.3. Ciśnienie hydrostatyczne. Naczynia połączone	225
7.4. Parcie cieczy na ciała zanurzone. Prawo Archimedesesa	228
7.5. Pływanie ciał	231
7.6. Właściwości gazów	235
7.7. Atmosfera. Ciśnienie atmosferyczne	235
7.8. Pomiar ciśnienia	238
Pytania i zadania	240
Rozdział 8. RUCH DRGAJĄCY I FALOWY	245
8.1. Właściwości sprężyste i wytrzymałościowe ciał stałych	245
8.2. Ruch harmoniczny	251

8.3.	Wahadło matematyczne	257
8.4.	Wahadło fizyczne	259
8.5.	Drgania wymuszone. Rezonans	261
8.6.	Ruch falowy. Rodzaje fal	263
8.7.	Fala sinusoidalna. Interferencja fal	267
8.8.	Fale stojące	271
8.9.	Zasada Huygensa. Ugięcie, czyli dyfrakcja fal	272
8.10.	Odbicie i załamanie się fal	274
8.11.	Energia i natężenie fali	277
	Pytania i zadania	278

Rozdział 9. AKUSTYKA **281**

9.1.	Fale dźwiękowe	281
9.2.	Cechy dźwięku	284
9.3.	Uginanie, odbijanie i interferencja fal dźwiękowych. Dudnienia	287
9.4.	Zjawisko Dopplera	288
9.5.	Źródła fal dźwiękowych. Rezonans akustyczny	290
9.6.	Ultradźwięki	294
	Pytania i zadania	295

Rozdział 10. CIEPŁO **297**

10.1.	Temperatura. Skale termometryczne	297
10.2.	Ilość ciepła. Ciepło właściwe	300
10.3.	Bilans ciepła. Kalorymetria	303
10.4.	Rozszerzalność cieplna ciał stałych	306
10.5.	Rozszerzalność cieplna cieczy	310
10.6.	Rozszerzalność objętościowa ciał stałych	314
10.7.	Przepływ ciepła	315
10.8.	Stany skupienia. Topnienie i krzepnięcie. Krzepnięcie roztworów	319
10.9.	Parowanie i skraplanie	324
10.10.	Temperatura i ciśnienie krytyczne	329
10.11.	Własności par	330
10.12.	Sublimacja. Punkt potrójny	333
10.13.	Wilgotność powietrza i gazów	335
10.14.	Ciepło spalania	338
	Pytania i zadania	341

Rozdział 11. PRZEMIANY GAZU DOSKONAŁEGO **345**

11.1.	Gaz doskonały. Parametry stanu i przemiany gazu doskonałego	345
11.2.	Przemiana izotermiczna. Prawo Boyle'a-Mariotte'a	346
11.3.	Przemiana izobaryczna. Prawo Gay-Lussaca	348

11.4. Przemiana izochoryczna. Prawo Charlesa	351
11.5. Równanie stanu gazu	354
11.6. Ciepło właściwe gazów	358
11.7. Przemiana adiabatyczna	360
Pytania i zadania	363

Rozdział 12. MOLEKULARNO-KINETYCZNA TEORIA BUDOWY MATERII **365**

12.1. Atomy i cząsteczki	365
12.2. Siły międzycząsteczkowe. Energia wiązania w ciałach stałych, cieczach i gazach. Ruch cząsteczek	368
12.3. Zjawiska cząsteczkowe w cieczech i gazach	375
12.4. Kinetyczna teoria gazów	381
12.5. Wyjaśnienie zjawisk cieplnych na podstawie teorii molekularno-kinetycznej	385
Pytania i zadania	388

Rozdział 13. TERMODYNAMIKA **389**

13.1. Równoważność ciepła i pracy	389
13.2. Pierwsza zasada termodynamiki	391
13.3. Zjawiska odwracalne i nieodwracalne. Cykl Carnota, Otta i Diesla	397
13.4. Druga zasada termodynamiki. Bezwzględna skala temperatur	403
Pytania i zadania	404

Rozdział 14. ELEKTROSTATYKA **406**

14.1. Elektryzowanie ciał. Ładunek elektryczny dodatni i ujemny	406
14.2. Elektroskop. Przewodniki i izolatory	407
14.3. Prawo Coulomba. Jednostka ładunku elektrycznego	409
14.4. Natura ładunku elektrycznego. Ładunek elementarny	411
14.5. Zasada zachowania ładunku. Indukcja elektrostatyczna	414
14.6. Pole elektryczne. Natężenie pola	416
14.7. Potencjał elektryczny. Napięcie	422
14.8. Powierzchnie ekwipotencjalne	429
14.9. Rozmieszczenie ładunku na powierzchni przewodnika	431
14.10. Pojemność elektryczna	432
14.11. Kondensatory. Łączenie kondensatorów	434
14.12. Przewodnik i dielektryk w polu elektrycznym	441
14.13. Energia pola elektrycznego	445
Pytania i zadania	448

Rozdział 15. PRĄD ELEKTRYCZNY	452
15.1. Prąd elektryczny. Źródła napięcia	452
15.2. Natężenie prądu elektrycznego	455
15.3. Prawo Ohma. Opór elektryczny. Nadprzewodnictwo	457
15.4. Spadek potencjału wzdłuż przewodnika	462
15.5. Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu	463
15.6. Prawa Kirchhoffa. Łączenie oporów	465
15.7. Pomiar natężenia, napięcia i oporu elektrycznego	470
15.8. Praca i moc prądu elektrycznego	474
15.9. Przemiana energii elektrycznej na ciepłą. Prawo Joule'a	478
15.10. Dysocjacja elektrolityczna. Elektroliza. Prawa Faradaya	482
15.11. Ogniwa. Polaryzacja elektrod	489
15.12. Akumulatory	491
15.13. Łączenie źródeł napięcia	494
Pytania i zadania	498
Rozdział 16. ELEKTROMAGNETYZM	503
16.1. Pole magnetyczne	503
16.2. Oddziaływanie pola magnetycznego na poruszający się ładunek elektryczny. Indukcja magnetyczna	507
16.3. Strumień indukcji magnetycznej. Natężenie pola magnetycznego	510
16.4. Pole magnetyczne prądu stałego	511
16.5. Oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem. Siła elektrodynamiczna	515
16.6. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem. Definicja ampera	518
16.7. Moment magnetyczny	520
16.8. Silnik elektryczny prądu stałego	522
16.9. Magnetoelektryczne przyrządy pomiarowe	523
16.10. Ruch ładunków elektrycznych w polu magnetycznym	524
16.11. Magnetyczne właściwości materii	526
16.12. Elektromagnesy i magnesy trwałe	532
16.13. Pole magnetyczne Ziemi	535
Pytania i zadania	536
Rozdział 17. INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA	539
17.1. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	539
17.2. Siła elektromotoryczna indukcji	542
17.3. Wirowe pole elektryczne. Prądy wirowe	546
17.4. Samoindukcja. Indukcyjność	549
17.5. Prąd przemienny	553
17.6. Prądnice	557

17.7. Wartości skuteczne napięcia i natężenia prądu przemiennego	559
17.8. Przyrządy pomiarowe na prąd przemienny	561
17.9. Obwód prądu przemiennego. Opór czynny i bierny	563
17.10. Moc prądu przemiennego	570
17.11. Prąd trójfazowy	574
17.12. Wirujące pole magnetyczne. Silniki indukcyjne asynchroniczne	576
17.13. Indukcyjność wzajemna. Transformator. Induktor	579
17.14. Przyrządy elektroakustyczne	584
Pytania i zadania	588

Rozdział 18. PRĄD ELEKTRYCZNY W PRÓŻNI I W GAZACH 592

18.1. Emisja termoelektronowa	592
18.2. Wytwarzanie i odchylenie promieni elektronowych. Oscylograf elektronowy	595
18.3. Jonizacja gazów. Prąd elektryczny w gazach. Plazma	599
18.4. Wyladowania w gazach pod ciśnieniem atmosferycznym	605
18.5. Wyladowania w gazach rozrzedzonych	606
18.6. Promienie katodowe i kanalikowe. Spektrograf masowy	610
Pytania i zadania	612

Rozdział 19. DRGANIA I FALE ELEKTROMAGNETYCZNE 613

19.1. Drgania elektromagnetyczne	613
19.2. Wytwarzanie drgań niegasnących. Rezonans elektryczny	617
19.3. Fale elektromagnetyczne. Teoria Maxwella	620
19.4. Radiofonia. Przekaz analogowy	625
19.5. Telewizja	628
19.6. Radar	633
Pytania i zadania	635

Rozdział 20. OPTYKA 637

20.1. Widmo elektromagnetyczne	637
20.2. Pomiar prędkości światła	640
20.3. Właściwości fal świetlnych	641
20.4. Prawa odbicia i załamania światła	643
20.5. Zjawisko całkowitego odbicia	648
20.6. Zwierciadło płaskie	650
20.7. Zwierciadło wklęsłe	652
20.8. Zwierciadło wypukłe	658
20.9. Pryzmat	660
20.10. Soczewka skupiająca	664
20.11. Soczewka rozpraszająca	670
20.12. Dyspersja światła	672

20.13. Barwa światła	673
20.14. Spektroskop. Analiza widmowa	675
20.15. Wady soczewek	677
20.16. Oko	680
20.17. Przyrządy optyczne	682
20.18. Natężenie światła. Oświetlenie	686
20.19. Pomiary fotometryczne	692
20.20. Dyfrakcja i interferencja światła	694
20.21. Siatka dyfrakcyjna. Zdolność rozdzielcza układów optycznych	699
20.22. Polaryzacja światła	702
20.23. Promieniowanie ciepłe	709
Pytania i zadania	714

Rozdział 21. FIZYKA ATOMOWA **720**

21.1. Rozwój poglądów na budowę materii. Model atomu Rutherforda i Bohra	720
21.2. Kwantowa natura promieniowania	725
21.3. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne	731
21.4. Promieniowanie rentgenowskie	735
21.5. Fale materii	741
Pytania i zadania	743

Rozdział 22. FIZYKA JĄDROWA. SZCZEGÓLNA TEORIA WZGLĘDNOŚCI **745**

22.1. Budowa jądra atomowego	745
22.2. Układ okresowy pierwiastków	748
22.3. Izotopy	751
22.4. Promieniotwórczość naturalna	752
22.5. Rozpad pierwiastków promieniotwórczych	755
22.6. Prawo przesunięć. Rodziny promieniotwórcze	759
22.7. Promieniotwórczość sztuczna	761
22.8. Akceleratory	762
22.9. Wykrywanie i pomiary promieniowania	764
22.10. Zastosowania promieniotwórczości	767
22.11. Promieniowanie kosmiczne	769
22.12. Cząstki elementarne	771
22.13. Szczególna teoria względności	774
22.14. Równoważność masy i energii	780
22.15. Energia wiązania jąder atomowych	785
22.16. Rozszczepianie jąder atomowych	787
22.17. Reakcje łańcuchowe. Materiały rozszczepialne	791
22.18. Wytwarzanie energii jądrowej	794

22.19. Reakcje termojądrowe	797
Pytania i zadania	800

Rozdział 23. FIZYKA CIAŁA STAŁEGO **804**

23.1. Krystaliczna budowa ciał stałych	804
23.2. Rodzaje wiązań sieci krystalicznej	805
23.3. Badanie struktury ciał stałych	809
23.4. Teoria pasmowa. Przewodnictwo elektryczne ciał stałych	811
23.5. Półprzewodniki samoistne. Termistor. Opornik fotoelektryczny	815
23.6. Półprzewodniki domieszkowe. Złącze <i>n-p</i>	819
23.7. Dioda półprzewodnikowa. Tranzystor. Tyrystor	822
23.8. Układy scalone. Procesory	827
23.9. Zjawisko fotowoltaiczne. Ogniwo fotoelektryczne	829
23.10. Zjawisko termoelektryczne w metalach i półprzewodnikach	831
23.11. Lasery	832
23.12. Holografia	835
Pytania i zadania	836

Rozdział 24. WSPÓŁCZESNE ZASTOSOWANIA NOWYCH ZDOBYCZY FIZYKI **838**

24.1. Przekaz analogowy i cyfrowy. System cyfrowy	838
24.2. Zapis i odczyt sygnałów cyfrowych	842
24.3. Komputer	846
24.4. Skaner, faks, kserograf	851
24.5. Sieć komputerowa. Internet	854
24.6. Wyświetlacze ciekłokrystaliczne. Ekrany plazmowe	858
24.7. Fotografia cyfrowa. Aparaty i kamery cyfrowe	861
24.8. Telefonía komórkowa	865
Pytania i zadania	869

TABLICE **870**

SKOROWIDZ **888**

PRZEDMOWA

Pierwowzorem niniejszego podręcznika był skrypt pt. *Fizyka* wydany w 1956 r. nakładem Ośrodka Szkoleniowego Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich dla kursów przygotowawczych do studiów politechnicznych. W roku 1961 ukazało się pierwsze, jednotomowe wydanie podręcznika pt. *Fizyka dla kandydatów na wyższe uczelnie techniczne* zrealizowane przez Wydawnictwa Naukowo-Techniczne w Warszawie, a w roku 1968 – dwutomowe wydanie angielskie – przez wydawnictwo Iliffe Books Limited, przy czym drugi tom podręcznika był wspólnym dziełem autora wydania polskiego i prof. R.A. Gilesa z Queen’s University of Belfast. Kolejne, niemal coroczne wydania podręcznika przez Wydawnictwa Naukowo-Techniczne były udoskonalane i uzupełniane przez wprowadzanie nowych zagadnień związanych z osiągnięciami nauki oraz zwiększanie liczby zarówno przykładów rozwiązanych w tekście, jak i zadań przeznaczonych do rozwiązania przez Czytelnika.

Szesnaste, dwutomowe wydanie podręcznika zrealizowane przez Wydawnictwa Naukowo-Techniczne w 1984 r. zostało gruntownie zmienione, przede wszystkim pod względem metodyki wykładu i zapewniło bardziej nowoczesny jej poziom.

Kolejne, siedemnaste wydanie ukazało się po dwudziestoletniej przerwie i zawiera, dzięki współpracy mego syna Wincentego Kamińskiego, szereg uzupełnień z dziedziny fizyki współczesnej oraz nowy rozdział 24 pt. „Współczesne zastosowania nowych zdobyczy fizyki”. W rozdziale tym omówiono budowę i zasadę działania powszechnie stosowanych urządzeń, takich jak komputer, skaner, faks, drukarki komputerowe, cyfrowy aparat fotograficzny, cyfrowa

kamera filmowa oraz telefon komórkowy. Ponadto na stronie <http://wydawnictwo.pwn.pl/Do-pobrania/Rozwiazania-zadan-z-fizyki> udostępniono do pobrania pliki z rozwiązaniami zadań obliczeniowych podanych na końcu każdego z rozdziałów.

Życzymy Czytelnikom powodzenia w nauce i mamy nadzieję, że podręcznik ten przyczyni się do ułatwienia im dalszych studiów.

Zbigniew Kamiński i Wincenty Kamiński

Warszawa, 2013 r.

DO CZYTELNIKA

Zadaniem niniejszego podręcznika jest ułatwienie Czytelnikowi powtórzenia materiału fizyki z zakresu liceum i gimnazjum oraz pomoc w przygotowaniu się do studiów wyższych. Powtórzenie bardzo obszernego materiału tego przedmiotu wymaga od Czytelnika nie tylko systematycznej pracy, lecz również umiejętności jej rozplanowania i obrania najwłaściwszej metody uczenia się.

Podręcznik zawiera bardzo obszerny materiał obejmujący rozszerzony zakres nauczania fizyki w liceum o profilu matematyczno-fizycznym oraz w specjalizowanych liceach technicznych. Dlatego doradzam Czytelnikowi, aby przede wszystkim ograniczył zakres powtórzenia do rozdziałów istotnych dla podjętego przez niego kierunku studiów, a następnie podzielił przeznaczony do powtórzenia materiał nauczania na „jednostki lekcyjne” o takiej objętości, która umożliwiałaby poznanie i opanowanie zawartego w nich materiału w czasie dwóch do czterech godzin pracy. Oczywiście zakładając, że przerabiane zagadnienia są Czytelnikowi znane z kursu liceum lub technikum, a nauka sprowadza się do powtórzenia i usystematyzowania wiadomości oraz pogłębienia umiejętności rozwiązywania zadań.

Istotny wpływ na skuteczność pracy Czytelnika ma wybór właściwej metody uczenia się. W nauce fizyki najlepsze wyniki dają takie metody, które prowadzą do poznania i zrozumienia istotnej, fizycznej treści przerabianego tematu oraz utrwalenia w pamięci jego węzłowych zagadnień, z pominięciem szczegółów i elementów mniej ważnych. Metoda ta jest więc przeciwieństwem dosłownego zapamiętywania tekstu materiału nauczania,

który, w odróżnieniu od określeń podstawowych, może być z powodzeniem omówiony własnymi słowami.

W opanowaniu i utrwaleniu materiału nauczania dużą rolę odgrywa rozwiązywanie zadań obliczeniowych, które stanowią ilustrację praktycznego wykorzystania poznanych praw i zależności, a równocześnie sprawdzian opanowania przerabianego tematu.

Uzupełnieniem podręcznika są udostępnione na stronie www.wnt.pl pliki zawierające rozwiązania wszystkich zadań znajdujących się na końcu każdego z rozdziałów. Nie zalecam jednakże Czytelnikowi korzystania z tych plików przed przynajmniej kilkukrotną próbą samodzielnego rozwiązania zadania. Gotowe rozwiązanie może służyć Czytelnikowi jedynie do sprawdzenia poprawności rozumowania i prawidłowości dokonanych samodzielnie obliczeń, a jedynie w wyjątkowych przypadkach, bardzo trudnych zadań, do naprowadzenia go na właściwy tok rozwiązania.

Zalecam również Czytelnikowi przerabianie poszczególnych jednostek lekcyjnych, na które podzielił materiał nauczania, w czterech kolejnych etapach:

Pierwszy etap, którego celem jest zapoznanie się z przerabianym zagadnieniem, zrozumienie jego istoty i wyznaczenie punktów węzłowych tematu, polega na uważnym przeczytaniu jego treści i dokonaniu odpowiednich oznaczeń, na przykład znaków zapytania w miejscach wątpliwych, podkreśleń definicji itp. Ten etap wymaga największej koncentracji, przy czym tempo czytania powinno być dostosowane do stopnia trudności i do dotychczasowej znajomości tematu.

Drugi etap, którego celem jest usunięcie ewentualnych wątpliwości i przygotowanie do utrwalenia materiału, polega na ponownym przeczytaniu tekstu, z równoczesnym sporządzeniem notatek. Notatki powinny ujmować tylko istotne, węzłowe punkty tematu, takie jak definicje, wzory, zwłaszcza metody postępowania przy ich wyprowadzeniu itp., przy czym powinny być one staranne i przejrzyste, będą bowiem stanowiły niezbędną pomoc w utrwalaniu i powtarzaniu przerobionego materiału. Nieodłączną częścią tego etapu jest samodzielne rozwiązanie przykładów obliczeniowych, zamieszczonych w tekście, których rozwiązania zostały przeanalizowane w trakcie pierwszego czytania. W przypadku gdy niektóre zagadnienia lub partie materiału są dla Czytelnika w dalszym ciągu niezrozumiałe lub wątpliwe, należy je oddzielnie zanotować, w celu późniejszego wyjaśnienia na konsultacjach z nauczycielem lub z kolegami.

Trzeci etap, którego celem jest sprawdzenie stopnia opanowania i przyswojenia tematu, polega na samodzielnym rozwiązaniu odpowiadających mu zadań obliczeniowych, podanych na końcu każdego rozdziału. Sposób rozwiązania każdego zadania powinien być następnie porównany z rozwiązaniem podanym w pliku na stronie www.wnt.pl, z uwypukleniem wszystkich

błędów i nieprawidłowości samodzielnego rozwiązania, o ile takie wystąpiły. Odpowiedzi na pytania należy najpierw sformułować ustnie, a następnie pisemnie, konfrontując je pod względem poprawności i ścisłości z treścią zawartą w książce.

Czwarty etap, którego celem jest utrwalenie materiału nauczania, polega na powtórzeniu treści kilku ostatnich lekcji z przerabianego rozdziału książki. W tym celu należy przeczytać ze zrozumieniem notatki i możliwie dokładnie odtworzyć na ich podstawie treść omawianych zagadnień oraz wyprowadzenia wzorów.

W celu usystematyzowania i dodatkowego utrwalenia materiału, zalecam Czytelnikowi, aby po przerobieniu każdego rozdziału poświęcił całą jednostkę lekcyjną na jego powtórzenie. W tym celu należy ponownie przeczytać notatki i rozwiązać zadania przewidziane do powtórzenia, zamieszczone na końcu rozdziału, jak również ponownie rozwiązać te zadania, które sprawiały Czytelnikowi największe trudności albo też te, których rozwiązania były obarczone błędami.

Życzę Czytelnikowi powodzenia w Jego pracy.

Zbigniew Kamiński