

О.Ф. Новак

ЗБІРНИК ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАДАЧ І ЗАПИТАНЬ З ФІЗИКИ

Навчальний посібник

Видання третє, виправлене й доповнене

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України



ТЕРНОПІЛЬ
НАВЧАЛЬНА КНИГА — БОГДАН

Передмова

Новак О.Ф.
Н72 Збірник теоретичних задач і запитань з фізики: Навч. посібник. — Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2013. — 240 с.

ISBN 978-966-10-2672-7

Посібник відповідає чинній програмі з фізики для середніх загальноосвітніх шкіл, ліцеїв, коледжів та гімназій і розрахований, насамперед, на використання вчителем на уроці, зокрема при закріпленні теоретичного матеріалу, усної чи письмової перевірки знань. Він буде корисним у процесі повторення вивченого курсу фізики, а також на гурткових і факультативних заняттях.

До складених автором задач і запитань дано відповіді, а там, де необхідно, — докладні розв'язки й авторські інтерпретації. Наприкінці посібника вміщено таблиці деяких фізичних величин.

Для вчителів фізики, учнів, абітурієнтів.

ББК 22.3я721

*Охороняється законом про авторське право.
Жодна частина цього видання не може бути використана
в будь-якому вигляді без дозволу автора чи видавництва*

ISBN 978-966-10-2672-7

© Навчальна книга — Богдан, 2013

Основна мета пропонованого посібника — допомогти вчителям у роботі за вдосконаленою програмою шкільного курсу фізики на підставі посилення ролі якісно-теоретичного аналізу у викладанні та зміцнення зв'язку з сучасною наукою й життям.

Робота з посібником допоможе вчителям більш цікаво й творчо викладати матеріал з фізики, розвивати в учнів теоретичне мислення, формувати науковий світогляд, надасть навчально-виховному процесу більшої динамічності. Учні уточнюватимуть і конкретизуватимуть складні фізичні поняття й залежності між фізичними величинами, вчитимуться пояснювати явища природи й результати дослідів, оперувати знаннями в нестандартних умовах, ознайомляться з нетрадиційними методами розв'язування задач.

В основній масі сформульовані в збірнику задачі й запитання несуть також певне репродуктивне навантаження, що допомагає учневі свідомо розібратися в основних положеннях теорії й запам'ятати визначення, правила, закони, властивості тощо.

Деякі задачі й запитання розраховані на підвищення теоретичного рівня вчителів. Це, в першу чергу, стосується тих задач й запитань, що мають методичний і термінологічний зміст. Є комплексні задачі-запитання, які розкривають міжпредметні зв'язки з математикою, хімією, астрономією тощо, деякі задачі призначені для створення проблемних ситуацій на уроці. Багато є графічних задач, а також задач на доведення. Ті поодинокі задачі, які за змістом можна було б розглядати як обчислювальні чи експериментальні, містять елементи теоретичного пошуку, і їх віднесено до теоретичних.

У посібнику вміщено задачі й запитання з усього курсу фізики 9–11-х класів. Матеріал класифікується за розділами й параграфами, що відповідають діючим програмам і підручникам. Посібник містить задачі та вправи, для розв'язування яких потрібно знати методи розмірності, аналогії, симетрії та прийоми оцінювань. У цьому допоможуть зорієнтуватись читачеві невеликі теоретичні довід-

ки, винесені в кінець посібника (розд. V), а також таблиці деяких фізичних величин.

Позначені зірочками задачі — дещо складніші, іноді з ґрунтовними відповідями — вчитель може використати під час самостійної роботи на уроці як індивідуальні завдання для підготовлених учнів чи в позакласній роботі.

Посібник призначений, насамперед, для використання на уроці, особливо під час закріплення теоретичного матеріалу та опитування. Деякі завдання можна використати як підготовчі перед викладом нового матеріалу. Робота з посібником не вимагатиме від учителя додаткової методичної підготовки. Тут немає складних викладок і громіздкого ілюстративного матеріалу, це дає можливість зосередитись на головному: ясному й чіткому розумінні фізичних законів, понять і визначень.

Пропоновані запитання й задачі можна використати як додаткові на екзаменах, особливо вступних, для перевірки глибини засвоєння матеріалу учнями, а також у системі гурткових і факультативних занять, та в роботі МАН.

Цей посібник за метою й змістом не повторює жодного з виданих досі збірників задач з фізики. Поодинокі дублювання задач і запитань інших першоджерел мають на меті дати принципово інший порівняно з оригіналом спосіб розв'язування.

У тексті використано деякі скорочені позначення: СВ — система відліку, ІСВ — інерціальна система відліку, НеІСВ — неінерціальна система відліку, \vec{g} — прискорення тіл, що вільно падають.

Автор складає щиру подяку рецензентам: доцентові Г.М. Гайдучку, вчителю-методисту Б.І. Гусареву, кандидатів педагогічних наук О.В. Сергєєву, кандидатів фізико-математичних наук К.В. Корсаку, учителю В.С. Кузнецову, академіку В.А. Орлову — за цінні зауваження й рекомендації, які враховано під час завершення роботи над підготовкою посібника до видання.

I. Механіка

КІНЕМАТИКА

1. Загальні відомості про рух

1. Кульку закріпили на вертикально підвішеній нитці й, одвівши трохи вбік так, щоб нитка залишалась натягнутою, відпустили коливатись. Чи буде поступальним рух кульки? Чому?
2. Учень сказав, що матеріальна точка — це тіло дуже малих розмірів. Чи це справді так? Чи охоплює це означення всі випадки руху тіл у природі й техніці?
3. В якому випадку комету Галлея ви вважатимете матеріальною точкою: а) комета, наближаючись до Сонця, змістилась з однієї ділянки неба в іншу; б) окремі деталі комети (ядро, газопилову оболонку, хвіст тощо) спостерігали в телескоп під час найбільшого зближення з Землею?
4. Видатних успіхів у вивченні Венери було досягнуто завдяки запуску радянських автоматичних міжпланетних станцій. Найбільш раціонально виберіть СВ для опису руху цих станцій на різних етапах їхнього польоту від старту на Землі до посадки на Венері.
5. Проекція вектора переміщення \vec{s} тіла на вісь дорівнює l . В яких межах змінюється s ?
6. Два тіла, рухаючись прямолінійно, здійснили рівні переміщення. Чи можна вважати, що й шляхи, пройдені ними, також рівні? За яких умов?
7. Графіки руху двох автобусів (I і II) зображено на рис. 1. Що спільного між рухами автобусів і чим вони відрізняються?

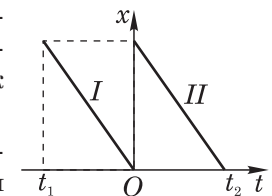


Рис. 1

ляється, зроблені припущення фізично неприйнятні, а тому хибні. Відтак для всіх тіл $a = \text{const}$. Легко також збагнути, що $T_1 > T_2 > T_3$, бо натяг \bar{T}_1 надає прискорення $\bar{a}_1 = \bar{a}$ тілам масою $3m$ ($T_1 = 3ma$), натяг \bar{T}_2 — тілам із масою $2m$ ($T_2 = 2ma$), натяг \bar{T}_3 — тілу з масою m ($T_3 = ma$).

196. У випадках а), б), в) — співнапрямлені не завжди; у випадках г), і) — співнапрямлені завжди (прямолінійний рух і рівномірний рух по колу).

197. а) — сила тертя; б) — сила тяжіння; в) — сила пружності.

198. Залежить тільки від \bar{F}_r , що відповідає другому закону Ньютона. Величини v і R використовують для обчислення значення a .

199. Ні. Модуль вектора \bar{v}_{max} визначається умовою $\mu mg = \frac{mv_{\text{max}}^2}{R}$, де μ — коефіцієнт тертя між шинами і дорогою, m — маса велосипедиста. З останньої формули маємо $v_{\text{max}} = \sqrt{\mu g R}$. Оскільки кута α у виразі для v_{max} немає, то абсолютне значення v_{max} від нього не залежить.

200. Прискорення тіла (рис. 123) \bar{a}_1 напрямлене по дотичній до колової траєкторії тіла (відносно Землі), а доцентрове \bar{a}_d — по радіусу до центра. За правилом паралелограма, будемо вектор повного прискорення $\bar{a} = \bar{a}_1 + \bar{a}_d$. Коли $\bar{a} = \frac{\bar{F}}{m}$, де m — маса тіла, то напрями векторів \bar{F} і \bar{a} збігаються. Далі за рисунком.

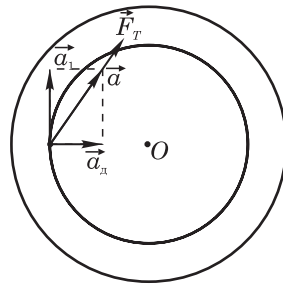


Рис. 123

201. Ліва кулька почне опускатись, бо сила пружності нитки зліва буде більшою за силу пружності правої частини нитки внаслідок дії додаткової сили пружності, що надає кульці доцентрового прискорення. Права кулька почне підніматися.

202. Вода падає, але відокремитись від дна відра не може, бо модуль доцентрового прискорення дна $a \geq g$.

203. У горизонтальних положеннях мотузка.

204. Нехай одночлен $C\rho^\alpha v^\beta R^\gamma = \Delta p$, де C — безрозмірна стала; α, β, γ — дійсні числа, які треба визначити. Маємо: $[\Delta p] = [\rho^\alpha] \cdot [v^\beta] \cdot [R^\gamma]$, або $M^1 L^{-1} T^{-2} = M^\alpha L^{-3\alpha} T^{-\beta} L^\gamma$, звідки $\alpha = 1, \beta = 2, \gamma = 2$. Тому $\Delta p = C\rho v^2 R^2$.

205. Так, якщо рух тіла розглядати по відношенню до НІСВ. Камінь, наприклад, що лежить на шосе, з точки зору спостерігача, що рухається з прискоренням \bar{a} , має прискорення \bar{a} , хоча сили тяжіння і реакції опори, прикладені до нього, скомпенсовані.

206. У СВ «цистерна», замість прискорення \bar{g} , слід брати прискорення \bar{g}' (рис. 124). Вектор \bar{g}' визначає новий напрям сили Архімеда. Тіло тепер рухатиметься вздовж напрямку вектора \bar{g}' протилежно йому.

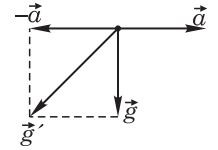


Рис. 124

207. В обох випадках з однаковою силою, бо корабель — ІСВ.

208. Так. Це наслідок рівносильності всіх ІСВ в описуванні явищ природи.

209. Не можна. При одному й тому самому переданому тілу імпульсі сила, що діє на тіло, залежить від часу, протягом якого тривала передача імпульсу.

210. Змінився напрям швидкості тіла. Очевидно, зміна імпульсу $\Delta \bar{p} = m(\bar{v}_2 - \bar{v}_1)$, де $v_2 = v_1$.

211. Крила птаха передають повітрю такий імпульс, що $\frac{\bar{P}}{t} = m\bar{g}$.

212. Так.

213. Тіло без дії на нього інших тіл самочинно почне рухатись у напрямі його $\Delta(m\bar{v})$. Таке явище не заперечує закону збереження імпульсу (чому?), хоч імовірність його настання надто мала.

214. Будемо вважати, що шари речовини з однаковою густиною розташовані всередині Землі на однаковій відстані від її центра. В межах шару маси розіб'ємо на елементи, попарно симетричні відносно осі. Імпульс кожної пари дорівнює нулю, бо імпульс кожного елемента пари однаковий за модулем, але протилежний за знаком. Тому й імпульс усього сферичного шару, а отже, й усієї Землі, що складається з багатьох таких шарів, дорівнює нулю.

215. Під час падіння тіло обмінюється імпульсом із Землею, імпульс якої при цьому змінюється.

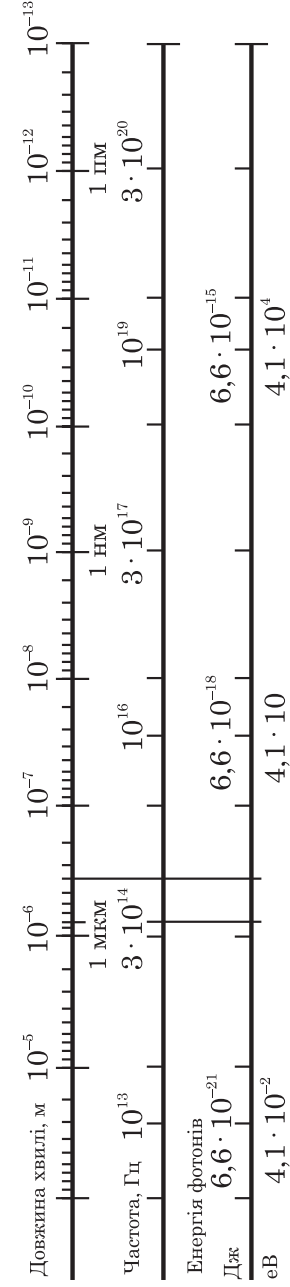
216. Ні. Це результат дії на снаряд сили тяжіння (система неізолювана), яка змінює в процесі руху його імпульс відповідно до $\bar{F}\Delta t = \Delta(m\bar{v})$.

217. Нехай $\bar{F} = 0$ — вектор рівнодійної зовнішніх сил, що діють на деяку систему тіл. Якщо проекція його на якусь координатну вісь, наприклад, Ox , дорівнює нулю ($F_x = 0$), то проекція вектора повного імпульсу \bar{p} системи на цю саму вісь є величина стала ($p_x = \text{const}$). Це означає, що повний імпульс \bar{p} тіл системи в цілому не зберігається, але зберігається його проекція на деякий напрям. Для цього напрямку закон збереження імпульсу цілком застосовний.

У випадку системи тіл людина–човен зовнішні сили (тяжіння й Архімеда), прикладені до системи, зрівноважені, а незначною силою опору середо-

Назва частинки й античастинки	Символ	Маса спокою	Спін h	Електричний заряд	Лептонний заряд	Баріонний заряд	Тривалість існування (середня), с
Каони:							
K ⁺ -мезон	K ⁺	494	0	+1	0	0	
K ⁻ -мезон	K ⁻	494	0	-1	0	0	$1,2 \cdot 10^{-8}$
K ⁰ -мезон	K ⁰	498	0	0	0	0	10^{-10}
анти K ⁰ -мезон	K ⁰	498	0	0	0	0	$5 \cdot 10^{-8}$
<i>Баріони</i>							
Нуклони:							
протон	p	938,28	1/2	+1	0	+1	
антипротон	\bar{p}	938,28	1/2	-1	0	-1	Стабільна
нейтрон	n	939,57	1/2	0	0	+1	1000
антинейтрон	\bar{n}	939,57	1/2	0	0	-1	β_{\pm} -активна
Гіперони:							
лямбда	$\lambda^0, \tilde{\lambda}^0$	1115	1/2	0 0	0 0	+1 -1	$2,6 \cdot 10^{-10}$
сигма-плюс	Σ^+	1160	1/2	+1 -1	0 0	+1 -1	10^{-10}
сигма-мінус	Σ^-	1197	1/2	-1 +1	0 0	+1 -1	$1,4 \cdot 10^{-10}$
сигма-нуль	Σ^0	1192	1/2	0 0	0 0	+1 -1	$6 \cdot 10^{-20}$
кси-нуль	Ξ^0	1314	1/2	0 0	0 0	+1 -1	$3 \cdot 10^{-10}$
кси-мінус	Ξ^-	1320	1/2	-1 +1	0 0	+1 -1	$1,66 \cdot 10^{-10}$

Шкала електромагнітних випромінювань випромінювання молекул, атомів і ядер



Зміст

Передмова	3
-----------------	---

I. Механіка.....	5
------------------	---

Кінематика

1. Загальні відомості про рух	5
2. Відносність руху	6
3. Прямолінійні нерівномірні рухи	7
4. Рівноприскорені рухи. Вільне падіння	9
5. Криволінійні рухи	11

Динаміка

6. Перший і другий закони Ньютона	13
7. Додавання сил	15
8. Третій закон Ньютона.....	16

Сили в механіці

9. Гравітаційні сили	17
10. Рух під дією сили тяжіння з початковою швидкістю	20
11. Рух штучного супутника Землі (ШСЗ). Перша космічна швидкість	21
12. Сила пружності.....	22
13. Вага тіла, що рухається по вертикалі з прискоренням. Невагомість	23
14. Сила тертя.....	25
15. Рух під дією кількох сил	27
16. Динаміка обертальних рухів. Принцип відносності Галілея.....	29
17. Закон збереження імпульсу.....	31
18. Механічна робота	32
19. Кінетична енергія тіла	33

20. Потенціальна енергія	34
21. Закон збереження енергії	35
22. Механічні коливання	37
23. Механічний резонанс.....	41
24. Механічні хвилі	41
25. Звук	42

II. Молекулярна фізика.....	44
-----------------------------	----

26. Основи молекулярно-кінетичної теорії.....	44
27. Температура. Енергія теплового руху молекул.....	46
28. Рівняння Менделєєва–Клапейрона. Ізопроеци в газах.....	48
29. Насичена і ненасичена пара. Кипіння. Критична температура	50
30. Вологість повітря.....	52
31. Властивості поверхні рідини. Змочування. Капілярні явища	52
32. Властивості твердих тіл.....	54
33. Перший закон термодинаміки.....	56
34. Другий закон термодинаміки. Теплові двигуни	59

III. Електродинаміка	61
----------------------------	----

35. Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона.....	61
36. Електричне поле. Напруженість електричного поля	61
37. Дослід Р. Міллікена	63
38. Провідники в електричному полі.....	63
39. Робота електричного поля при переміщенні заряду. Напряга. Зв'язок між напругою і напруженістю в електричному полі	64
40. Електроємність. Конденсатор. Енергія електричного поля	66
41. Діелектрики в електричному полі	67
42. Постійний струм	68
43. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола	69
44. Послідовне і паралельне з'єднання провідників	71
45. Вимірювання сили струму і напруги. Похибки електровимірювальних приладів.....	73
46. Магнітне поле. Взаємодія струмів. Магнітний потік. Сила Ампера	74

47. Сила Лоренца	76
48. Магнітні властивості речовини. Ферромагнетики	78
49. Електричний струм у металах і напівпровідниках	78
50. Електронна емісія. Двохелектродна лампа. Електро- нно-променева трубка	80
51. Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів. Закони електролізу	81
52. Електричний струм у газах. Плазма. МГД-генератор	82
53. Електромагнітна індукція. Індукційне електричне поле. Правило Ленца	83
54. ЕРС індукції в рухомих провідниках	85
55. Самоіндукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля	85
56. Вільні електромагнітні коливання в контурі	86
57. Вимушені електричні коливання	87
58. Передавання і використання електроенергії	89
59. Електромагнітні хвилі	91
60. Світлові хвилі	93
61. Інтерференція, дифракція, дисперсія та поляризація світла	95
62. Електромагнітні випромінювання різних довжин хвиль	98
63. Елементи теорії відносності	99
IV. Квантова фізика	103
64. Фотоелектричний ефект	103
65. Фотон. Ефект Комптона	104
66. Тиск світла. Хімічна дія світла	106
Атомна фізика	
67. Ядерна модель атома	106
68. Корпускулярно-хвильовий дуалізм	108
69. Випромінювання і поглинання світла. Спектри	109
Фізика атомного ядра	
70. Склад ядра атома. Ядерні сили	110
71. Енергія зв'язку атомних ядер	111
72. Радіоактивність. Методи реєстрації радіоактивних випромінювань	112
73. Поділ ядер урану. Термоядерні реакції	114
74. Елементарні частинки та їхні властивості	115

Відповіді, вказівки і розв'язання до розділів I–IV	118
V. Деякі особливі методи розв'язування фізичних задач 216	
75. Застосування елементів теорії розмірності	216
76. Використання методу аналогії	217
77. Застосування понять симетрії	218
Відповіді до вправ розділу V	220
Список використаної літератури	222
Додатки	230
Таблиці	230
Шкала електромагнітних випромінювань. Випромінювання Молекул, атомів і ядер	233
Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва	234



Навчальне видання

НОВАК Олексій Федорович

**ЗБІРНИК
ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАДАЧ
І ЗАПИТАНЬ З ФІЗИКИ**

Головний редактор *Богдан Будний*

Редактор *Володимир Дячун*

Художник *Ростислав Крамар*

Комп'ютерна верстка *Андрія Кравчука*

Підписано до друку 02.11.2012. Формат 60×84/16. Папір друкарський.
Гарнітура SchoolBook. Умовн. друк. арк. 13,49. Умовн. фарбо-відб. 13,49.

Видавництво "Навчальна книга – Богдан"

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців
ДК №370 від 21.03.2001 р.

Навчальна книга – Богдан, а/с 529, м.Тернопіль, 46008
тел./факс (0352) 52-06-07; 52-05-48; 52-19-66; (067) 350-18-70
publishing@budny.te.ua, office@bohdan-books.com
www.bohdan-books.com

ISBN 978-966-10-2672-7

