

ОБЩАЯ ФИЗИКА

Сборник задач

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений высшего образования
по физико-математическим специальностям

Под общей редакцией
В.Р. Соболя



Минск
«Вышэйшая школа»
2015

УДК 53(076.1)(075.8)
ББК 22.3я73
О-28

Авторы: В.А. Яковенко, В.Р. Соболев, В.А. Бондарь, И.В. Дедюля,
Ч.М. Федорков, С.В. Яковенко

Рецензенты: кафедра физики УО «Белорусский государственный
технологический университет»; декан физико-математического факуль-
тета УО «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова»
кандидат физико-математических наук, доцент *Л.Е. Старовойтов*

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или
любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.*

Общая физика : сборник задач : учеб. пособие /
О-28 В. А. Яковенко [и др.] ; под общ. ред. В. Р. Соболя. —
Минск : Вышэйшая школа, 2015. — 455 с. : ил.
ISBN 978-985-06-1695-1.

Содержатся задачи по всем разделам курса общей физики.
Даются краткие теоретические сведения, основные законы и фор-
мулы. Наиболее трудные задачи снабжены решениями или необ-
ходимыми указаниями.

Для студентов учреждений высшего образования по физико-
математическим специальностям. Будет полезно преподавателям
физики в учреждениях общего среднего и среднего специального
образования.

УДК 53(076.1) (075.8)
ББК 22.3я73

ISBN 978-985-06-1695-1

© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Анализ школьной подготовки студентов физико-математических специальностей учреждений высшего образования Республики Беларусь, а также результатов централизованного тестирования свидетельствует о том, что основная причина стабильно низких оценок уровня знаний учащихся по физике в последнее время заключается в недостаточном уровне сформированности у них обобщенного умения решения физических задач.

Одним из главных направлений решения указанной проблемы, на наш взгляд, является формирование осознанного усвоения студентами обобщенных знаний о физической системе, ее состояниях и взаимодействиях, об идеальных моделях физических объектов, явлений и процессов, а также овладение не только конкретными методами решения различных физических задач, но и общими.

Осуществление и внедрение в полном объеме поставленных задач должно позволить:

- достичь высокого уровня сформированности умения осознанно анализировать задачную ситуацию, выявлять главные и второстепенные факторы, что позволит моделировать рассматриваемые явления и процессы;
- добиться гибкого овладения различными способами поиска плана решения с учетом конкретных условий и ограничений как задач, так и самих способов, знания математических формул;
- сформировать умение рационально выполнять математические преобразования, логически анализировать полученные результаты и оценивать их достоверность;
- научить устанавливать причинно-следственные связи между процессами и явлениями по их физическим характеристикам и законам.

Решение вышеназванных проблем полностью зависит от уровня учебно-методической подготовки учителя физики. Работая над созданием данного пособия, авторы стремились к тому, чтобы его содержание и структура были профессионально направленными на будущую специальность студента.

При написании пособия авторы стремились реализовать единый методический подход к формированию обобщенного умения решать физические задачи, основанный на использовании общего алгоритма решения физических систем.

Каждая тема курса физики представлена, как правило, достаточно объемными и конкретными необходимыми теоретическими сведениями, в которых авторы обращают внимание на методические особенности применения в практике решения задач основных понятий, законов и формул.

Содержание, типы, степень сложности и способы решения задач различны. Это позволяет использовать их для групповой и индивидуальной работы со студентами, организации управляемой самостоятельной работы студентов и составления заданий контрольных работ. Большинство задач разработано авторами, часть заимствована из известных пособий, но переработана. Список некоторых наиболее часто применяемых в учебном процессе по физике сборников задач, рекомендуемых авторами, приведен в конце пособия.

Названия и обозначения единиц физических величин, используемых в пособии, соответствуют Международной системе единиц (СИ) и стандарту 1052-78 «Метрология. Единицы физических величин».

Авторы старались уделить должное внимание графическому представлению различных физических явлений и процессов (в виде рисунков, чертежей, схем), что является одним из важных компонентов методической подготовки будущего учителя физики. Особое внимание этим вопросам уделено в разделах «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Оптика».

В целях развития навыков и культуры решения физических задач многие из них (наиболее характерные и в некотором смысле представляющие определенную сложность для студентов) снабжены подробными решениями. Некоторые ответы содержат отдельные указания, подсказки, рисунки с изображением различных характеристик рассматриваемых явлений. Приступая к вычислениям, следует обращать внимание на то, что числовые значения физических величин всегда являются приближенными. С учетом этого исходные данные и числовые ответы даны с учетом точности соответствующих величин и правил действий над приближенными числами.

При использовании в процессе решения задач табличных данных следует руководствоваться правилом, согласно которому в том случае, если в таблице значение физической величины определено некоторым интервалом (например, плотность вещества, модуль Юнга, диэлектрическая проницаемость и др.), то необходимо пользоваться средним значением этой величины.

Пособие подготовлено в соответствии с Образовательным Стандартом Республики Беларусь (ОСВО 1-0205-2013) по специальностям 1-0205-02 Физика и информатика и 1-0205-04 Физика и техническое творчество и новой учебной программой курса «Общая физика». Оно может также использоваться в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования с расширенной программой по физике.

При подготовке пособия авторы опирались на многолетний опыт по созданию на кафедре общей физики Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка различных учебно-методических пособий, в том числе и сборников задач.

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензентам рукописи — коллективу кафедры физики Белорусского государственного технологического университета (особо доктору физико-математических наук, профессору И.И. Наркевичу) и декану физико-математического факультета Могилевского государственного университета имени А.А. Кулешова кандидату физико-математических наук, доценту Л.Е. Старовойтову — за ценные советы и замечания, способствовавшие улучшению содержания пособия.

Авторы признательны также сотруднице физического факультета Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка О.А. Бордович за большую работу по подготовке рукописи к изданию.

Данное учебное пособие авторы посвящают столетию (1914–2014) Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка.

Все отзывы и пожелания просьба направлять по адресу: издательство «Вышэйшая школа», пр. Победителей, 11, 220048, Минск.

Авторы

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
I. МЕХАНИКА	6
1. Кинематика материальной точки	6
2. Основное уравнение динамики материальной точки и системы материальных точек	20
3. Работа, энергия, мощность. Законы сохранения импульса, энергии	30
4. Механика твердого тела	42
5. Всемирное тяготение. Космические скорости	54
6. Движение в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции ..	58
7. Механика жидкостей и газов	69
8. Упругие деформации твердого тела	78
9. Механические колебания и волны	83
II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	97
10. Основы молекулярно-кинетической теории газов	97
11. Явления переноса в газах	108
12. Первое начало термодинамики	113
13. Второе начало термодинамики	123
14. Реальные газы и жидкости	131
15. Тепловые свойства твердых тел. Фазовые переходы	139
III. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	143
16. Электростатика	143
17. Постоянный электрический ток	169
18. Электрический ток в различных средах	185
19. Магнитное поле. Действие магнитного поля на проводник с током и на движущийся заряд	195
20. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля	205
21. Магнитные свойства вещества	212
22. Переменный ток	215
23. Электромагнитные колебания и волны	220
IV. ОПТИКА	226
24. Отражение и преломление света на плоской границе раздела двух сред	226
	453

25. Отражение и преломление света на сферической поверхности. Сферические зеркала	234
26. Преломление света в линзах. Оптические системы	244
27. Фотометрия. Основные фотометрические величины и их единицы	261
28. Интерференция света	266
29. Дифракция света	277
30. Поляризация света	282
31. Дисперсия и поглощение света. Рассеяние света	287
32. Оптика движущихся источников	291
V. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА	294
33. Квантовые свойства излучения	294
34. Основы квантовой механики	302
35. Физика атомов и молекул	307
36. Основы физики твердого тела	316
37. Физика атомного ядра	322
Ответы и указания к решениям	330
Приложения	433
1. Фундаментальные физические постоянные	433
2. Международная система единиц (СИ)	434
3. Производные единицы СИ, имеющие специальные наименования	434
4. Некоторые особенности применения стандарта «Метрология. Единицы физических величин»	436
5. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц	438
6. Латинский алфавит	438
7. Греческий алфавит	439
8. Некоторые математические формулы и соотношения, часто применяемые при решении задач	439
9. Некоторые характеристики Солнца, Земли и Луны	441
10. Плотность ρ некоторых веществ	441
11. Упругие свойства некоторых твердых тел (при температуре 293 К)	443
12. Скорость звука в твердых телах (при температуре 293 К)	443
13. Физические свойства газов при нормальном давлении и температуре 293 К	444

14. Физические свойства жидкостей (при температуре 293 К) ..	445
15. Тепловые свойства твердых тел (при температуре 293 К)	445
16. Давление p и плотность ρ насыщенного водяного пара при различных температурах t	446
17. Диэлектрическая проницаемость ϵ веществ (при температуре 293 К)	446
18. Удельное электрическое сопротивление ρ металлов и сплавов (при температуре 273 К)	447
19. Электрохимический эквивалент k	447
20. Показатель преломления n некоторых веществ для длины волны 589 нм	448
21. Показатель преломления n воды при различной температуре t	448
22. Рассеянное отражение света различными поверхностями ..	448
23. Сила света электрических ламп накаливания	449
24. Интервалы длин волн и частот и соответствующие им цвета видимой части спектра	449
25. Работа A выхода электрона из металла	449
26. Период полураспада $T_{1/2}$ радиоактивных изотопов	450
27. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева	451
Рекомендуемая литература	452

Учебное издание

Яковенко Владимир Андреевич
Соболь Валерий Романович
Бондарь Василий Александрович и др.

ОБЩАЯ ФИЗИКА

Сборник задач

Учебное пособие

Редактор *Е.В. Малышева*
Художественный редактор *В.А. Ярошевич*
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*
Корректор *О.И. Голденкова*
Компьютерная верстка *А.Н. Бабенковой*

Подписано в печать 20.10.2015. Формат 84×108/32. Бумага офсетная.
Гарнитура «NewtonС». Офсетная печать. Усл. печ. л. 23,94.
Уч.-изд. л. 28,1. Тираж 400 экз. Заказ 396.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.
Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.
e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Полиграфкомбинат им. Я.Коласа».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №2/3 от 04.10.2013.
Ул. Корженевского, 20, 220024, Минск.