



НЕФОРМАЛЬНАЯ ФИЗИКА

А.П. Кузнецов, С.П. Кузнецов, Л.А. Мельников, А.В. Савин

© А.П. Кузнецов, С.П. Кузнецов,
Л.А. Мельников, А.В. Савин, 2006
Саратов: Изд-во «Научная книга», 2006. 104 с.
ISBN 5-9758-0163-X

Книга вводит школьника и студента младшего курса в «творческую лабораторию» физика-исследователя. В форме задач она знакомит с «неформальной» физикой, которая связана с окружающим миром. Представлены задачи на оценки физических величин, методы размерностей и подобия, задачи для решения с помощью компьютера. Представлены также задачи исследовательского характера, которые могут быть использованы в рамках школьной научной лаборатории. Книга будет полезна школьникам, интересующимся физикой и исследовательской работой, а также учителям физики и студентам младших курсов.

Предисловие

...Как лететь с Земли до звезд,
Как поймать лису за хвост,
Как из камня сделать пар,
Знает доктор наш Гаспар...

Олеся Ю. Три толстяка

Профессия ученого-исследователя очень увлекательна. Она посвящена раскрытию тайн и загадок природы. Если Вы – настоящий исследователь, то для Вас, наряду с обычным миром проблем и катаклизмов, существует и другой: мир науки. Как попасть в этот мир?

В определенной мере первым шагом в овладении профессией исследователя служит решение задач. Однако обычные задачи нацелены на *усвоение* учебного материала. Даже олимпиадные задачи все равно ориентированы на известные закономерности, включенные в школьную программу и установленные уже очень давно.

Но в реальной жизни исследователи сталкиваются с совершенно другой ситуацией – когда надо *устанавливать новые законы и взаимосвязи*. Это означает, что научные задачи по своему характеру существенно иные, чем учебные. Поэтому мы постарались подобрать такие задачи, которые вводят читателя в «творческую лабораторию» физика-исследователя.

В первую очередь, это задачи на оценки (приближенное определение значений) физических величин, которые для своего решения требуют четкого понимания связи объекта исследования с окружающим миром. Далее, это задачи на метод размерностей и подобия, которые позволяют устанавливать физические закономерности, не решая соответствующих уравнений. Современному читателю будут интересны задачи для решения с помощью компьютера. Значительную часть книжки составляют задачи, которые мы назвали *исследовательскими*. Они максимально приближены по своему характеру к тем научным задачам, которые встречаются в работе ученых.

В большинстве случаев мы не выходим за рамки школьной программы. Если это не так, то необходимые сведения обычно сообщаются в самом условии (например, закон излучения Стефана – Больцмана). При решении большинства задач исследовательского характера тоже можно ограничиться этими рамками – ведь вы сами выбираете метод решения. Однако в этом случае нам бы хотелось, чтобы вы были более смелы в выборе методов и подходов. Ведь в реальной исследовательской работе нет такого правила – «используй только те знания, которым ты «официально» обучен»! Оно во многом искусственно и «навязано» традиционной технологией обучения в школе. Поэтому вы можете смело выходить за рамки школьной программы, используя учебники, справочники, Интернет и консультации. Особенно мы рекомендуем использовать возможности Интернета, например, если вы сталкиваетесь с новым термином или понятием. При решении некоторых задач исследовательского характера одним из компонентов решения может являться численный анализ дифференциальных уравнений. Обычно с соответствующими методами знакомят в вузе, после серьезной подготовки по аналитическим методам. Однако это совершенно не обязательно – численное решение дифференциальных уравнений, по своей сути, проще аналитических подходов. Для максимального упрощения восприятия численных методов мы подготовили специальное Приложение.

К большинству задач даны решения либо определенные комментарии. Мы рекомендуем познакомиться с решениями в любом случае, даже если Вы уверены, что решили задачу, ведь всегда могут быть определенные «тонкости», с которыми полезно познакомиться. Тем более это стоит сделать, если после приложенных усилий задачу решить не удалось. К задачам исследовательского характера мы даем некоторые подсказки, ознакомившись с которыми вы сможете продолжить решение. Решения также содержат новые полезные сведения, например, о «золотом» среднем, каустиках и сборках, овалах Кассини и т.д.

Эта книжка в определенной мере опирается на опыт школьной научной лаборатории факультета нелинейных процессов Саратовского университета и лаборатории теоретической нелинейной динамики Саратовского филиала Института радиотехники и электроники РАН. В течение ряда лет учащиеся разных лицеев и школ Саратова занимались исследовательской работой в школьной лаборатории. Их работы докладывались на различных конференциях, включая студенческую конференцию ФНП СГУ. Авторы хотели бы выразить благодарность член-корр. РАН, профес-

сору Д.И. Трубецкову и профессору Ю.И. Левину, поддержавших идею школьной научной лаборатории и исследовательской работы школьников. Мы также благодарны профессору В.С. Анищенко и Американскому фонду содействия гражданских исследований и развития за материальную поддержку школьной лаборатории. Мы благодарим юных исследователей, в разные годы активно занимавшихся исследовательской работой: Ирину Прохорову, Анастасию Подосинникову, Юлию Максименко, Наталью Иванову, Михаила Бурдейного и других. Мы благодарны заслуженному учителю РФ Л.В. Правдиной, активно стимулировавшей исследовательскую работу учащихся. Мы благодарны коллегам из Института прикладной физики РАН Нижегородского госуниверситета, Института прикладной математики РАН им. Келдыша, обмен идеями с которыми стимулировал исследовательские подходы в образовании.

По нашему мнению, предлагаемые задачи будут полезны как школьникам, так и студентам младших курсов. Часть из них использовалась авторами в качестве курсовых работ для студентов Саратовского госуниверситета.

Авторы

Оглавление

Предисловие	3
1. Оценки, размерность, подобие	7
Оценки	9
Размерность	11
Подобие	14
2. Задачи для компьютера	17
3. Исследовательские задачи	23
4. Решения, комментарии	35
Оценки	36
Размерность	44
Подобие	51
Задачи для компьютера	58
Исследовательские задачи	70
Приложение: О численном решении дифференциальных уравнений	102