

**Е.М. Тульчинский**

**КАЧЕСТВЕННЫЕ  
ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ**  
для средней школы  
и не только ...

**Издательство АСТ  
МОСКВА**

УДК 53  
ББК 22.3  
Т87

**Тульчинский Е. М.**

**Т87      Качественные задачи по физике в средней школе и не только...** — Москва: Издательство АСТ, 2021. — 336 с.: илл. — (Интеллектуальные игры и головоломки).

ISBN978-5-17-123557-4

Физика, как всем известно, — наука об окружающем мире, но мало кто умеет видеть связь между тем, что вокруг нас и скучными формулами в учебнике. В действительности, чтобы начать разбираться в этом, на первый взгляд, запутанном клубке из законов и сложных вычислений, достаточно посмотреть на любое явление изнутри — как оно устроено, словно мы собираем большую головоломку из разных деталей. Схемы, графики, чертежи, наглядные рисунки — это верные спутники любого ученого. Чтобы решить любую физическую задачку, нужно включить свою фантазию — вот ключ к пониманию этой науки.

Этот сборник поможет увидеть, как на самом деле работают законы физики. Задачи основаны на житейских ситуациях и проблемах, с которыми мы сталкиваемся каждый день, где главное не вычисления и счет, а рассуждения и творческий подход.

**УДК 53  
ББК 22.3**

КАЧЕСТВЕННЫЕ  
ЗАДАЧИ  
ПО ФИЗИКЕ  
В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ  
И НЕ ТОЛЬКО...



Я считаю, что понял смысл уравнения, если в состоянии представить себе общий вид его решения, не решая его непосредственно.

*Поль Дирак, один из величайших физиков-теоретиков XX века*

---

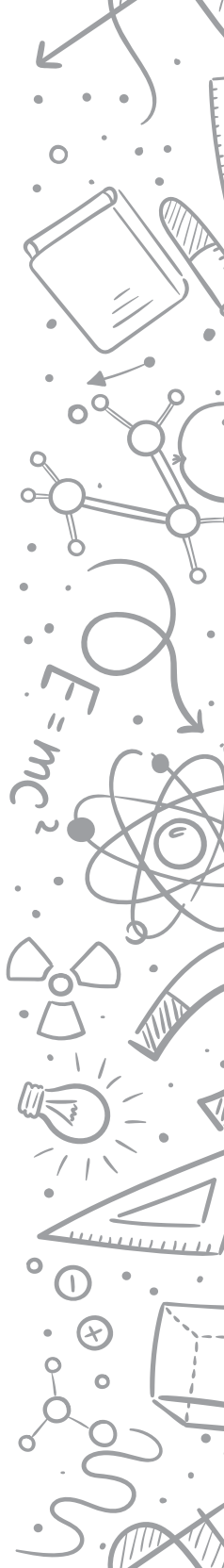
---

## Предисловие

---

---

Перед вами сборник качественных задач по физике. Слово «качественные» здесь говорит вовсе не о качестве этих задач (хотя они и были тщательно подобраны), а противопоставляет их *количественным* задачам, то есть задачам, для решения которых требуются расчеты. Качественная задача решается с помощью рассуждений, схем, графиков, иногда экспериментов — но без вычислений (простейшая арифметика не в счет). В то же время не следует путать качественную задачу с «вопросами на закрепление пройденного», которые можно найти почти после каждого параграфа в учебнике: ответы на такие вопросы обычно



«спрятаны» в готовом виде где-то в тексте самого параграфа, а вот готовых ответов на качественную задачу в учебнике нет.

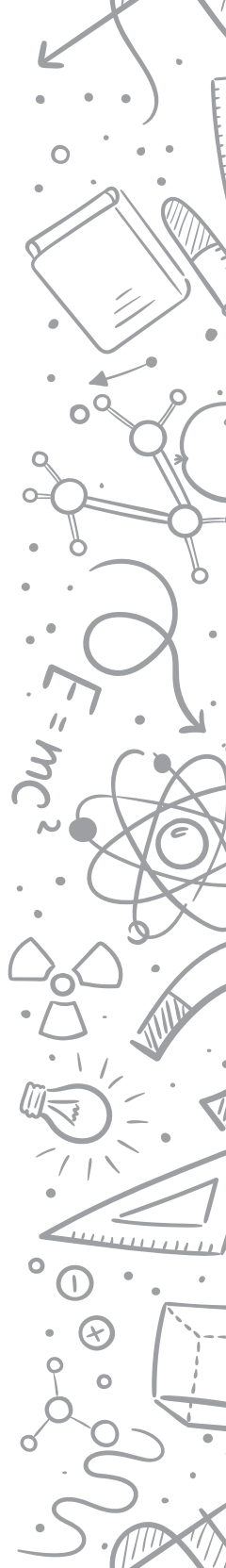
К сожалению, преподавание физики в школе порой создает ложное представление о том, как решаются физические задачи: «Нужно найти подходящую формулу, подставить в нее числа и выполнить расчеты». В такой картине мира, конечно, для качественных рассуждений не остается места, поскольку физик здесь выглядит чем-то средним между справочником и приложением к калькулятору. Однако на самом деле решению почти любой содержательной *количественной, расчетной* физической задачи предшествует решение *качественной* задачи: физик должен разобраться в явлении, понять, какими физическими законами оно управляется, и составить *модель* этого явления. И лишь после этого начинаются вычисления — но иногда в них уже нет необходимости (именно об этом говорил Поль Дирак, слова которого вынесены в эпиграф). Другими словами, умение справляться с качественными задачами — очень важный навык настоящего физика, а само противопоставление качественных и количественных задач довольно искусственно.

Чтобы решить качественную задачу, нужно, конечно, хорошо знать и понимать законы физики. Но еще

нужно уметь выделять главное и отодвигать в сторону второстепенное, видеть взаимосвязи, рассуждать логически. Вот этому в меру возможности и научит вас сборник задач, который вы держите в руках.

Расположение задач в сборнике в целом повторяет структуру курса физики в средней школе, однако такое деление все же условно и сделано для ориентира: некоторые задачи допускают несколько разных подходов, для решения других нужно скомбинировать физические законы из разных разделов.

В некоторых задачах есть подвох или неожиданный поворот, чтобы напомнить, что физик всегда имеет дело с реальным миром и должен быть готов к тому, что этот мир не вполне укладывается в готовые схемы. По той же причине условия задач далеки от рафинированного «тело массы  $m$  равномерно движется по абсолютно гладкой поверхности...». Даже когда герои задачи выдуманы (здесь вас ждут и три поросенка, и Золушка, и Гэндальф с Бильбо Бэггинсом, и вездесущий Мюнхгаузен, и друзья-физики Винкель и Нуллибер — кстати, догадаетесь ли вы, откуда взялись их имена?), сама физическая ситуация вполне реалистична. Физик должен уметь прокладывать путь от практической ситуации к теоретической модели, которая позволит ему применить свои знания физических законов.



Все задачи в этом сборнике (их ровно 200) сопровождаются подробным разбором. Этот разбор если и не приводит прямою к ответу, то по крайней мере указывает путь. Однако не торопитесь обращаться к разбору — попытайтесь решить задачу самостоятельно. Не отчаивайтесь, если не добьетесь успеха с первой попытки: пользу приносит не обладание ответом, а его поиск. Попробуйте сами задать себе «наводящие» вопросы:

— С какими физическими явлениями имеют дело герои задачи? Какие физические законы управляют этими явлениями?

— Что мне известно? Какие выводы я могу сделать из того, что мне известно?

— Что мне нужно выяснить? Как я мог бы это выяснить? Какая информация мне помогла бы?

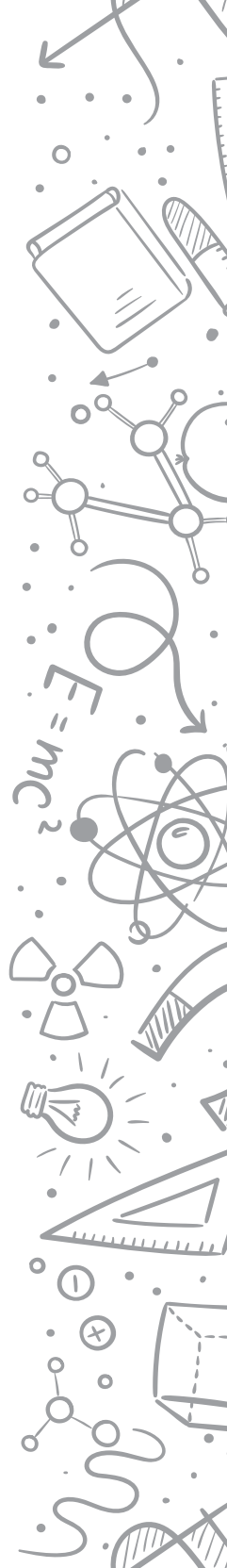
Ответы помогут вам совершить следующий шаг.

Усилия, которые вы приложите, даже если они и не приведут вас к ответу, сделают вас немножко более тренированным. Более того, если вы теперь обратитесь к готовому решению (это совершенно не зорно после того, как вы потратили на обдумывание задачи достаточно сил и времени), вы воспримете его совершенно иначе: «Ах вот в чем тут было дело!» или «Вот

чего мне не хватало!». Это и значит, что вы научились чему-то новому для себя.

Чтобы усилить этот эффект, большинство задач в сборнике сделаны многослойными, наподобие луковицы или матрешки: читая разбор задачи, вы «в нагрузку» к ответу получаете новые вопросы, которые потребуют дальнейшего обдумывания, а возможно, расчетов или даже углубления теоретических познаний.

Хочется надеяться, что работа с этим сборником поможет вам лучше разглядеть красоту, многогранность и практичность физики и понять, почему для многих она становится делом жизни. Может быть, и вы присоединитесь к их числу!



## Условия задач

### I. Знакомство с физикой

#### 1. Физические измерения

##### 1. Приумножить и измерить

Представьте себе, что вам понадобилось измерить толщину троса, но никакого измерительного прибора, кроме линейки, у вас под рукой не оказалось, а точность «плюс-минус миллиметр» вас не устраивает. Как провести точное измерение толщины троса обычной линейкой?

##### 2. Винкель на диете

Винкель по настоянию врача сел на диету. Среди условий диеты есть ограничение на количество черешни (которую Винкель, как назло, очень любит): врач настоятельно рекомендовал ему съесть не больше 200 мл черешни в день. Винкель, конечно, мог бы просто насыпать черешню в обычный стакан, объем которого как раз 200 мл, однако в стакане между ягодами есть пустоты. Винкель не готов нарушать



## II. Движение тел

### 3. Поступательное движение. Скорость. Путь

#### 6. Три гонца и один график

Взбалмошный король Тридевятого королевства послал к царю Тридесятого царства конного гонца с объявлением войны. Первый гонец еще не успел вернуться, как король передумал и отправил вслед предложение о перемирии с еще одним гонцом, который поехал верхом на осле, потому что скакун в королевстве был всего один. Вкусный ужин окончательно примирил короля с действительностью, и, не дожидаясь возврата первых двух посланников, король составил предложение своей руки и сердца, предназначенное царевне Тридесятого царства. За недостатком транспортных средств это предложение понес пеший посланник.

Скорости всех гонцов постоянны, конный гонец движется быстрее всех, а пеший — медленнее всех, в Тридесятом царстве гонцы не задерживаются, а сразу отправляются домой. Дорога между Тридевятым королевством и Тридесятым царством всего одна, а при встрече гонцов более быстрый забирает посла-

ние у более медленного и поворачивает назад, чтобы ускорить доставку дипломатической почты.

Кто из гонцов доставит царевне предложение руки и сердца?

### 7. Сначала подумать, потом побежать

В точке  $A$  на пляже (рис. 1) располагается вышка спасателя, в точке  $B$  в море начинает тонуть человек.

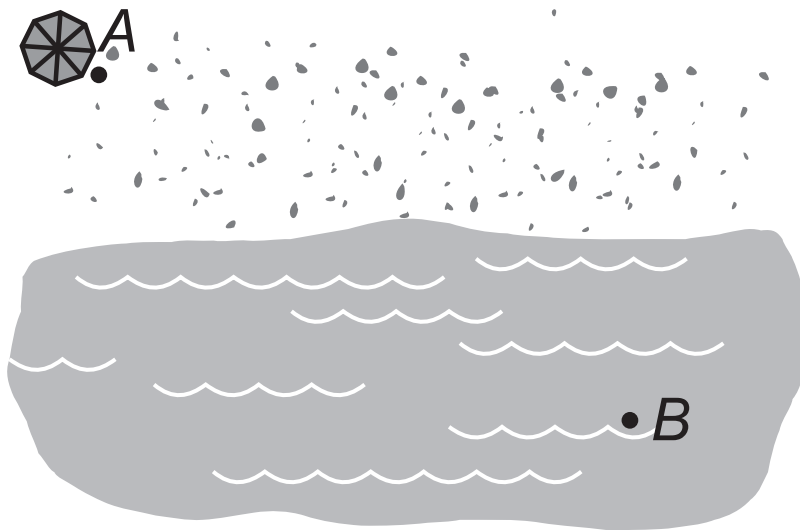
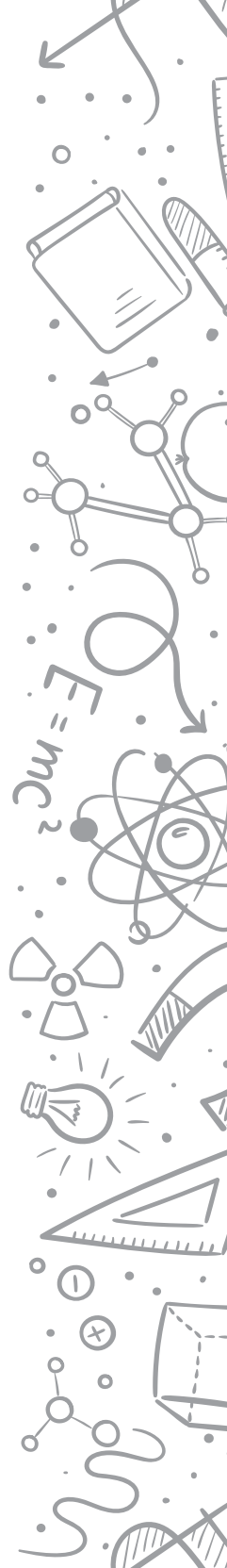


Рис. 1

Спасатель, хотя и является профессиональным пловцом, плывет медленнее, чем бежит. Какую траекторию



движения ему следует выбрать, чтобы оказаться рядом с тонущим как можно быстрее?

### 8. Мюнхгаузен на скачках

— ...В самом конце первого круга моя лошадь подвернула ногу, но я не растерялся, взвалил ее на плечи и второй круг пробежал, неся лошадь на себе. Поскольку мы финишировали с нею вместе, опередив всех, судьи были вынуждены засчитать нам победу — ведь неважно, кто был на ком!

— Вы хотите сказать, барон, что бежали с лошадью на плечах быстрее фаворита скачек?

— Ну что вы, конечно нет. Впрочем, фаворит в тот день был не в форме и бежал со скоростью 30 верст в час, а прочие и того хуже.

— Но для человека с грузом и это недостижимая скорость!

— Разумеется. Даже я с такой ношей вряд ли развиваю больше 15 верст в час. Просто моя лошадь очень хорошо прошла первый круг!

Разоблачите барона Мюнхгаузена.

## 9. Рассеянный локомотив

Локомотив с единственным вагоном въехал на очень длинный мост. В момент въезда на мост вагон отцепился и стал замедляться с постоянным по величине ускорением, а локомотив продолжил движение, не меняя скорости. Вагон остановился посередине моста. Где в этот момент оказался локомотив?

## 4. Вращательное движение

### 10. Загадка железнодорожных колес

Металлические колеса железнодорожного вагона, трамвая, поезда метро напрессовываются на металлическую же ось, так что образуется жесткая конструкция — так называемая колесная пара. Однако на повороте рельсового полотна внешнее колесо должно пройти больший путь, чем внутреннее, то есть сделать больше оборотов вокруг своей оси. Но это физически невозможно, потому что колеса на оси зафиксированы. Проскальзывание колеса по рельсу — явление неприятное и небезопасное. Как решается эта проблема?

