

**Илья
Леенсон**

ЧЕТЫРЕ ДАМЫ И МОЛОДОЙ ЧЕЛОВЕК В ВАКУУМЕ

Нестандартные задачи
обо всем на свете

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Илья Леенсон

**Четыре дамы и молодой человек
в вакууме. Нестандартные
задачи обо всем на свете**

«Альпина Диджитал»

2019

УДК 001
ББК 72.3

Леенсон И. А.

Четыре дамы и молодой человек в вакууме. Нестандартные задачи
обо всем на свете / И. А. Леенсон — «Альпина Диджитал», 2019

ISBN 978-5-00-139645-1

Замечательный химик и популяризатор науки Илья Леенсон был автором не только множества книг, но и уникальных задач, большую часть которых он придумывал для Московского интеллектуального марафона и Летних лингвистических школ. Теперь они объединены в один сборник, и у читателя есть возможность познакомиться с этими остроумными и нестандартными задачами из самых разных областей знания – от астрономии до химии, от русской поэзии до скандинавской мифологии, от криптографии до нумизматики. Иногда для их решения достаточно находчивости и здравого смысла, но часто требуются эрудиция или короткие математические выкладки. Ответы же, по сути дела, представляют собой увлекательные научно-популярные заметки, которые опровергают стереотип о строгом делении наук на гуманитарные и естественные. Книга будет интересна и школьникам, и всем, кто захочет испытать свой интеллект и расширить кругозор.

УДК 001

ББК 72.3

ISBN 978-5-00-139645-1

© Леенсон И. А., 2019

© Альпина Диджитал, 2019

Содержание

Вместо предисловия	7
Предварительные замечания	9
Житейские задачи	11
Вычисления и умозаключения	17
Вещество и энергия	22
Конец ознакомительного фрагмента.	29

Илья Леенсон

Четыре дамы и молодой человек в вакууме. Нестандартные задачи обо всем на свете

Редактор-составитель *Алексей Огнёв*

Издатель *П. Подкосов*

Руководитель проекта *А. Шувалова*

Ассистент редакции *М. Короченская*

Корректоры *М. Миловидова, Ю. Сысоева*

Компьютерная верстка *А. Ларионов*

Художественное оформление и макет *Ю. Буга*

В книге использованы фотографии из личного архива автора

Иллюстрация на обложке Getty Images

© Леенсон И., 2019

© Абелюк Е., 2022

© ООО «Альпина нон-фикшн», 2022

Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.

Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

*** * ***

Из двадцати аминокислотных букв Природа построила язык «в чистом виде», на котором выражаются – при ничтожной перестановке нуклеотидных слогов – фаги, вирусы, бактерии, а также тираннозавры, термиты, колибри, леса и народы, если только в распоряжении имеется достаточно времени. Этот язык, столь атеоретичный, предвосхищает не только условия на дне океанов и на горных высотах, но и квантовую природу света, термодинамику, электрохимию, эхолокацию, гидростатику и бог весть что еще, чего мы пока не знаем! <...> Он не обращает внимания на единичные утверждения – для него имеет вес лишь совокупность высказываний, сделанных за миллиарды лет. Действительно, стоит научиться такому

языку – языку, который создает философов, в то время как наш язык – только философию.

Станислав Лем. Сумма технологии

Вместо предисловия

Помните знаменитый фокус: сначала иллюзионист показывает зрителям пустую шляпу, а через несколько минут вытаскивает из нее живого кролика? Илья Леенсон тоже казался мне таким чудесным фокусником – как будто бы из ничего он умел сделать что-то очень интересное.

Идем куда-то вместе, живо что-то обсуждаем, и вдруг, прямо посреди разговора, он сообщает: «Мы прошли уже 1 километр 800 метров». – «Как? Откуда ты это знаешь?» И выясняется, что все время, пока мы шли, Илья не забывал считать шаги, а зная среднюю длину своего шага, легко подсчитывал пройденное расстояние.

Так же, словно из воздуха, он «доставал» только что придуманную задачу. Точнее, идею задачи. Ее предстояло еще обдумать, уточнить условия, сформулировать сопутствующие вопросы – часто задачи получались у него многопредметными, с пучком вопросов: рядом с проблемой физического свойства могло оказаться задание по литературе, вопрос, связанный с этимологией или какой-то иной областью знания. Этот каскад вопросов нужно было уложить в занимательную, остроумную форму, потом написать убедительный и развернутый ответ, если получалось – подобрать иллюстрации.

Я наблюдала рождение идеи, зародыша задачи. Иногда Илья останавливался, доставал припасенную заранее записную книжку и кратко записывал пришедшую мысль. А когда ничего пишущего с собой не оказывалось, говорил: «Напомни мне, а то забудется». И правда, иногда забывалось, тем более что за одну прогулку идей могло накопиться несколько.

Конечно, очень многие задачи были связаны с конкретными обстоятельствами нашей жизни. Вот, например, задачка про пиццу («Пицца и логарифмы») – начало ее выглядит так: «Однажды автор купил импортную пиццу с грибами. На ее упаковке было написано...» Хорошо помню, как это было: в начале 1990-х итальянские лепешки только появились в наших магазинах, любознательный автор разглядывал непривычно красочную упаковку и в инструкции по хранению пиццы обнаружил ошибку – родилась задача о законе Аррениуса. Или другой случай: как-то мы возвращались домой и у метро «Университет» очень долго ждали троллейбус; просто стоять Илье было неинтересно, и тут его развлекло одно обстоятельство: он заметил, что на уличных часах рядом с нами и на уличных часах напротив, через проспект Вернадского, – разное время. Что, скорее всего, скажет человек, увидев такое расхождение? Решит, что какие-то одни часы, а может быть, и те и другие неточны. Илью бытовое объяснение не удовлетворило. В каком еще случае время на разных часах может не совпадать? Если они находятся в разных часовых поясах и показывают местное время. И появилась остроумнейшая задача – кстати, еще более остроумная, чем можно предположить, зная, каков был ход мыслей Ильи в данном случае. Можно было бы спросить, на каком расстоянии друг от друга должны находиться часы, показывающие определенное (разное, но правильное) время. Однако он усложнил условие. Представив себе, что разница между временем, которое показывают часы, расположенные у разных вестибюлей метро «Университет», все время увеличивается (такое вполне возможно – например, какие-то из двух часов спешат и время набегает), Илья задал такой вопрос: с какой скоростью эти часы «разъезжаются»?.. Помню, как поразила и одновременно развеселила меня эта задача («Вестибулярный» сдвиг).

Некоторые задачи, помещенные в этой книжке, родились из его статей или книг. Так, в задаче «Чет или нечет» среди прочих вопросов есть такой: как связаны определенные карбоновые кислоты с числом страниц, отведенных каждой кислоте в одном из справочников по органической химии? Закономерность там действительно обнаруживается, и связана она со свойствами, обусловленными четным или нечетным числом атомов углерода в формуле кислоты. Однако связь кислоты с числом посвященных ей в книге страниц – только одна из стран-

ностей, возникающих из-за «четно-нечетного эффекта»; в книге Ильи этот природный феномен описывается подробно¹.

Или составил как-то Илья шуточную поэтическую таблицу химических элементов; соответствующие цитаты из стихов использовал в задаче «О пользе йода». Будет желание – можете познакомиться и со всей таблицей, а вдобавок с юмористическим описанием методики ее построения².

Во многих задачах речь идет об этимологии, в том числе о происхождении названий химических элементов. Занимательные и скрупулезные рассказы о языке химии составляют целую книгу Ильи³. Между прочим, подобная книга, своего рода энциклопедия, написана пока только на русском языке.

Илья был химиком и о химии в своих популярных книгах детям и взрослым рассказал очень многое. Чего стоит один только том «Химия», сделанный для энциклопедии «Аванта+»! Но круг его интересов был гораздо шире, в него попали не только физика или биология, непосредственно связанные с химией, но и, например, астрономия. Или нумизматика. Или лингвистика. И еще много чего. Поэтому у него так много межпредметных задач, а их подробные решения будут интересны людям с самыми разными увлечениями.

С того трагического дня, как автор этой книги ушел из жизни, прошло некоторое время, и я получила по электронной почте письмо. Незнакомая мне молодая женщина написала в том числе следующее: *«В далеких уже 1994–1996 годах я участвовала во Всероссийской олимпиаде по химии, где Илья Абрамович был членом жюри и автором задач. Конечно, мы почти не общались, но он как-то сразу мне запомнился своей необыкновенно доброй улыбкой. На обратном пути в свой город из Самары в 1996 году мы с командой заехали на химфак МГУ, где Илья Абрамович провел для нас небольшую экскурсию, подарил несколько журналов и показал большую химическую аудиторию. В БХА произошел забавный случай. Он вдруг задумался, какой же длины огромная подвижная доска в аудитории. Не откладывая дела в долгий ящик, тут же придумал, как ее измерить, и сразу измерил с помощью двух меловых отметок. Причем сделал это с такими энергией и энтузиазмом, что заразил ими всех присутствующих»*.

Цитирую письмо ради рассказа о «забавном» случае с доской. Он хорошо показывает, что для человека с «вопрошающим» умом – таким был Илья Леенсон – задаваться вопросами так же естественно, как дышать.

Илья собирался сделать эту книжку, но не успел. Она не вышла бы без труда людей, которых я хочу очень поблагодарить: Михаила Гантмана, Леонида Ашкинази, Василия Птушенко, Елены Муравенко. И особая благодарность – редактору этой книги Алексею Огнёву.

Евгения Абелюк

¹ Леенсон И. Чет или нечет? – 2-е изд. – М.: Химия, 1988.

² Он же. Шутят... химики! – 2-е изд. – М.: Интеллект, 2016.

³ Он же. Язык химии. – М.: АСТ: CORPUS, 2016.

Предварительные замечания

В нашей стране уже не одно десятилетие проводятся традиционные олимпиады по многим школьным дисциплинам. В какой-то степени они напоминают «клубы по интересам»: школьников, которые участвуют в олимпиадах по гуманитарным дисциплинам, практически никогда не встретишь на олимпиадах по физике или химии. Более того, среди олимпиад по естественным наукам наблюдается узкая специализация. Объясняется это не столько ограниченностью интересов учащихся, сколько узкой направленностью каждого из состязаний и постоянным усложнением предлагаемых задач. Для победы в олимпиаде высокого уровня требуется многолетняя, упорная, узконаправленная подготовка под руководством опытных специалистов, которую можно сравнить с подготовкой спортсменов, готовящихся к Олимпийским играм (эту аналогию дополняют и специальные тренировочные сборы для команд международных, а теперь уже и всероссийских олимпиад). Подобные соревнования при всех их достоинствах, к сожалению, приводят и к некоторым отрицательным последствиям.

Сложность олимпиадных заданий растет год от года, и бывает, что честолюбивые школьники отдадут выбранной науке все силы в ущерб другим предметам и даже занятиям в школе. Это можно сравнить с большим спортом, в котором достижение высших результатов в одном из видов спорта сопровождается гипертрофированным развитием некоторых мышц, сверхинтенсивными, часто в ущерб здоровью, тренировками и т. д. В то же время эти недостатки значительно смягчены в многоборье, где спортсмен должен уметь стрелять, плавать, фехтовать, ездить верхом, что предусматривает его более гармоничное физическое развитие.

Более того, олимпиадные задачи, как правило, далеки от жизни и даже от актуальных научных проблем. Зачастую они представляют собой чисто искусственные построения. Как свидетельствует практика, победители олимпиад высокого ранга, к сожалению, нередко оказываются несостоятельны в научной деятельности и часто посвящают себя составлению олимпиадных задач для следующих поколений школьников. И. Ф. Шарыгин в своей вступительной статье к заданиям по математике для Соросовской олимпиады школьников пишет:

«Система российских олимпиад с некоторых пор превратилась в чисто спортивное мероприятие... Создается и пестуется узкая группа школьников-профессионалов, которая с каждым годом все более и более отрывается от реальной школы... Наблюдается даже некая тенденция, когда вчерашние победители олимпиад, минуя науку, вливаются в ряды организаторов олимпиад, и, вместо того чтобы работать на науку, олимпиада начинает обслуживать сама себя... Сегодня мы наблюдаем определенное вырождение олимпиадной тематики. Появляются некие специальные олимпиадные задачи, не менее уродливые и придуманные, чем конкурсные монстры, и не менее, чем эти монстры, далекие от науки»⁴.

В то же время широко известны соревнования другого типа. Вспомним знаменитую телевизионную передачу «Что? Где? Когда?»; в последние годы к ней добавился ряд других подобных передач. Самые разнообразные викторины проводят и различные радиостанции. В них стремятся участвовать миллионы радиослушателей и телезрителей. Почему эти соревнования так привлекательны? Участие в них требует не узкопрофессиональных знаний, а общей эрудиции, гармонического развития интеллекта. Подобные соревнования развивают сообразительность, логическое мышление, умение ориентироваться в окружающей действительности и правильно объяснять основные ее проявления, умение видеть единство природы и человека и находить связи между различными явлениями природы и человеческой деятельности, включая науку и искусство. Короче говоря, развивают проблемное мышление и формируют мотивацию к познанию.

⁴ Соросовская олимпиада школьников. – М.: МЦНМО, 1995.

В нашем сборнике немало комплексных задач, охватывающих широкий круг тем – естественных и гуманитарных. При ответе на вопрос по литературе нередко приходится использовать знания по истории, русскому и иностранным языкам, географии, а то и математике. Для решения подобных задач требуются и начитанность, и сообразительность, и знания из разных областей, и умение применить свои знания для решения конкретной задачи. Такие задачи можно использовать для проведения интеллектуальных марафонов, которые не должны быть простой совокупностью олимпиад по нескольким предметам.

Важная особенность задач состоит в том, что они в основном не являются «искусственными»: с подобными задачами человек встречается в реальной жизни или при чтении художественной литературы. При этом, в отличие от олимпиадных задач, интеллектуальные задачи не требуют особых специальных знаний, применения сложных формул, натасканности. При решении большинства задач требуется не стандартное использование школьных алгоритмов, а смекалка, умение логически мыслить и использовать свои знания из разных областей. Помимо прочего, условия задач и ответы на них содержат много интересной дополнительной информации и, таким образом, носят познавательный характер.

Часть задач была апробирована при проведении интеллектуального марафона школьников Москвы. Соответственно, в разделе «Ответы» приводятся некоторые перлы – нелепые или смешные ответы школьников. Их цель – не только вызвать улыбку, но и помочь читателям этой книги проверить себя, поверить в свои силы.

Сборник задач адресован школьникам, их учителям и родителям: пусть школьники попробуют свои силы, а взрослые помогут им.

Житейские задачи

Путеводная луна

Группа туристов не успела засветло добраться до станции и в сгущающихся сумерках заблудилась в лесу. (Это было давно, до эпохи смартфонов.)

«Жалко, что у нас нет компаса, – сказал один турист. – Спички у меня есть, и мы бы даже в темноте определили по нему дорогу». Второй турист добавил: «Если бы не было облаков и высоких деревьев, на которые невозможно залезть, мы бы легко узнали, где запад, потому что на западе, где недавно зашло солнце, небо намного светлее». «Если бы не было облаков и не мешали деревья, мы бы смогли определить направление на север по Полярной звезде», – сказал третий турист. Четвертый добавил: «Если бы поезда сейчас ходили не так редко, мы бы могли услышать шум железной дороги – ведь она не очень далеко». А руководитель группы в это время напряженно всматривался в светлое пятно на небе – в этом месте за облаками была луна. Наконец он сказал: «Пошли скорее за мной, а то мы опоздаем на последний поезд».

И действительно, минут через 15 вдали между деревьями показались огоньки, и вскоре туристы вышли к железной дороге, вдоль которой дошли до станции. «Как вам удалось определить верное направление?» – спросили руководителя в электричке. «Очень просто: мы все знали, что железная дорога от нас к югу. К счастью, новолуние было всего несколько дней назад, и когда в разрыве облаков появился серп молодой луны...»

«Понятно, понятно! – закричали остальные. – Как это мы раньше не догадались!»

Как руководитель группы определил по луне направление на юг? Как, выйдя к железной дороге, туристы смогли определить, в какой стороне находится Москва? (В эту сторону станция была ближе.) И еще один вопрос: правда ли, что под Москвой солнце заходит на западе?

Пробки с характером

1. Лыжник в сильный мороз решил согреться чаем. Он достал термос, отвинтил крышку, вытащил пробку, отлил часть чая в крышку и плотно закрыл термос пробкой. Не успел он выпить чай, как пробка из термоса «выстрелила». Почему? Свой ответ поясните (лучше всего расчетом).

2. Два одинаковых термоса ополоснули кипятком, затем в один из них налили доверху горячий чай, а в другой ничего не налили, после чего оба термоса плотно закрыли пробкой. Через несколько часов вынуть пробку из пустого термоса было очень трудно, тогда как из термоса с чаем она вынималась легко. Почему?

Оцените, какую дополнительную силу надо приложить, чтобы вытащить пробку из пустого термоса (диаметр горлышка 4 см).

3. В термос налили доверху кипятка и плотно закрыли пробкой. Через несколько часов понадобился кипяток, при этом оказалось, что пробка вытаскивается легко. Когда кипяток из термоса вылили, его снова закрыли пробкой. Но уже через час она оказалась сильно втянутой внутрь, так что вытаскивать ее пришлось с большим усилием. Почему во второй раз трудно было вытащить пробку?

Пицца и логарифмы

Однажды автор купил импортную пиццу с грибами. На ее упаковке было написано:

Storage: Refrigerator	(0 °C)	1 day
*Freezer	(-6 °C)	1 week
**Freezer	(-12 °C)	2 weeks
***Freezer	(-18 °C)	9 months

1. Найдите ошибку в тексте и исправьте ее.
2. Определите, при какой температуре следует хранить продукт в течение четырех месяцев.

Указание: считать, что скорость порчи продуктов подчиняется обычным кинетическим закономерностям, в том числе закону Аррениуса:

$$t_{xp} = \text{const} \cdot e^{E/RT}.$$

Похудеть просто

Люди, занятые тяжелым физическим трудом (шахтеры, лесорубы, бетонщики), тратят в день около 19 000 кДж и поэтому должны хорошо и калорийно питаться. Но у многих людей, ведущих малоподвижный образ жизни, другая проблема – сжечь лишний жир. Реклама часто предлагает так называемый сжигатель жира, не требующий никаких усилий: съел таблетку – и худей на здоровье.

Очевидно: чтобы сжечь в организме избыток жира, необходимо затратить на его окисление дополнительное количество кислорода. Рассчитайте, на сколько надо увеличить частоту дыхания (сохраняя его глубину), чтобы, ничего больше не делая, сжечь за месяц 5 кг жира? Считайте, что весь жир – это полный пальмитиновый эфир глицерина (трипальмитин).

Исходите из того, что в спокойном состоянии человек делает в минуту примерно 15 вдохов объемом 0,5 л, объемное содержание кислорода во вдыхаемом воздухе составляет 21 %, в выдыхаемом – 16,4 %. Окисление 1 г жира соответствует примерно 9 ккал энергии.

Пусть теперь вы решили сбросить те же 5 кг жира честным способом – например, совершая утренние или вечерние пробежки. Сколько для этого надо пробегать в сутки?

Оцените реальность двух способов. Что еще можно делать, чтобы сжечь лишний жир?

Неурядицы с молоком

1. Почему при кипячении в открытой кастрюле молоко «убегает», а вода – нет?

а) Температура кипения молока выше, чем у воды.

б) В молоке много белков и жиров, которые при нагревании разлагаются с образованием большого числа газообразных веществ, которые и вспенивают жидкость.

в) При высокой температуре содержащийся в молоке жир всплывает на поверхность и препятствует свободному испарению воды.

г) Это обман зрения: «убегают» обе жидкости, но молоко белое, поэтому и само молоко, и продукты его пригорания хорошо заметны на кастрюле и на плите, тогда как вода бесцветная и не образует продуктов разложения.

2. Почему в гладкой эмалированной посуде молоко пригорает чаще, чем в шершавой алюминиевой кастрюле?

а) Белое молоко прилипает к белой эмалированной кастрюле в соответствии с древним принципом «подобное соединяется с подобным».

б) Молоко легко поднимается вверх по гладкой эмалированной поверхности, переливается через край и попадает в огонь.

в) На алюминиевой поверхности много царапинок с пузырьками воздуха, которые создают условия для спокойного равномерного кипения, тогда как на гладкой эмали их нет, поэтому молоко в эмалированной посуде перегревается выше температуры кипения и пригорает.

г) Эмалированная посуда всегда намного тяжелее алюминиевой и потому сильнее нагревается на огне, что и приводит к пригоранию молока.

«Чад котлет из кухни...»

Почему при жарке котлет на масле они громко шипят?

а) Звук издает кипящее масло.

б) Звук издает кипящая вода, попадающая в масло.

в) Звук издает вибрирующая на огне сковорода.

г) Звук издают рвущиеся волокна мяса.

Прачка вешала белье

На улице – холодный осенний дождь, поэтому хозяйка развесила выстиранное белье на кухне, а чтобы оно скорее высохло, открыла окно. Правильно ли она сделала?

И вновь о старом холодильнике

На кухне забыли закрыть дверцу холодильника. Как в этом случае изменится температура в помещении?

Эта задача хорошо известна. Однако попробуйте рассмотреть разные варианты ее решения, учитывая, что у некоторых старых холодильников не было реле, которое периодически выключает мотор, когда температура в камере становится достаточно низкой. Следует учесть также, что холодильник на кухне мог работать давно или его только что включили после размораживания. Кроме того, на кухне мог быть легкий сквозняк, а может быть, помещение было почти без всякой вентиляции и т. д.

Короткое замыкание в цепи Гименея

Хозяйка захотела узнать, много ли ей приходится платить за электроэнергию, которую потребляет холодильник. Инструкцию, где была указана мощность агрегата, она давно потеряла. Муж был литератором и ничего не смыслил в электричестве; никаких электроизмерительных приборов дома, конечно, не было, кроме счетчика с надписью: «1 кВт • ч соответствует 640 оборотам диска». Хозяйка хорошо училась в школе, поэтому она легко решила эту задачу, определив предварительно, что при работающем холодильнике (когда все другие электроприборы отключены) диск счетчика совершает полный оборот за 58 секунд.

В какую сумму в месяц обходится хозяйке холодильник, если его рабочий цикл составляет 10 минут, из которых он три минуты работает, а семь – «отдыхает»? Стоимость элек-

троэнергии в момент решения задачи хозяйкой примите равной одному тугрику за $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$. Считайте, что в месяце 30 дней. Выведите формулу зависимости потребляемой мощности N от времени t , за которое диск совершает один оборот. Эта формула весьма полезна, если вы захотите узнать мощность, потребляемую вашим электроприбором.

В импульсных счетчиках нового типа вместо крутящегося диска – мигающая неоновая лампочка: чем больше мощность, тем чаще она мигает. На одном из таких счетчиков написано, что $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ соответствует 6400 импульсам. Выведите формулу зависимости потребляемой мощности от числа импульсов n за одну минуту.

Физики съезжались на дачу...

1. Физик на даче решил напоить чаем большую компанию собравшихся у него коллег. Он наполнил водой трехлитровую банку, сунул туда киловаттный кипятильник и стал ждать. Прошло пять минут, десять, полчаса, вода стала очень горячей, но все никак не закипала. Физик понял, что мощности кипятильника не хватит, чтобы вскипятить воду. Пришлось ему идти к соседу за вторым кипятильником (а первый он для безопасности выключил).

Чтобы не терять времени, один из оставшихся физиков быстро подсчитал в уме, с какой скоростью начала остывать горячая вода в банке, пока хозяин ходил к соседу. Физик легко решил эту задачу в уме. А вы сможете подсчитать (можно на бумаге и с калькулятором), на сколько градусов остыла вода за первые 10 секунд после выключения кипятильника? (Указание: массой и теплоемкостью стекла банки, а также испарением воды пренебречь.)

2. Выпив чаю, физики продолжали развлекаться уже с двумя киловаттными кипятильниками. Они опустили оба кипятильника в большой чан с холодной водой. Ее температура составляла 20°C . Через минуту после включения кипятильника вода нагрелась до 21°C , а через час – лишь до 51°C . Найдите коэффициент полезного действия (КПД) совместной работы двух кипятильников в течение первой минуты и за все время их включения.

Чаепития мистера Бина

Мистер Бин как настоящий англичанин очень любил чай. Для кипячения воды он использовал кипятильник мощностью 500 Вт, который опускал в стеклянную банку с водой. Приятель Бина решил, что это неэстетично, и подарил ему электрический чайник мощностью 1,5 кВт. Бин не очень обрадовался, так как решил, что расход электроэнергии на кипячение воды увеличится у него втрое. А на самом деле он сократился в три раза. Бин плохо знал физику и не мог понять, как такое может быть. А вы догадались бы, в чем дело?

Чудесный трамвай



© Peter Gugerell

В Бордо, Сан-Франциско и некоторых других городах есть трамвайные линии (на электрической тяге) без контактного провода над рельсами. Это экономит место в городе. Между двумя рельсами помещен третий, токонесущий, но пешеходы могут безопасно переходить через трамвайные пути. Как такое может быть?

Непростая линия

На линиях высоковольтных электропередач (ЛЭП) часто можно увидеть тяжелые чугунные болванки, подвешенные на проводах недалеко от опор. Как вы думаете, почему эти бесполезные, на первый взгляд, предметы помогают защищать линии электропередач от повреждений?

Почти клинопись

На одном из автопредприятий во время уборки территории была найдена старая табличка, на которой часть букв стерлась (они отмечены черточкой): «ВО-А С-И-А».

1. Восстановите текст.
2. В каких случаях и с какой целью могла применяться такая табличка?
3. Почему такие таблички сейчас не нужны? (А вот для шоферов автомобилей первой половины XX века они были важны.)

Или пан, или пропан

Почему в бытовых и автомобильных газовых баллонах вместо метана используют пропан или его смесь с бутаном?

- а) Эта смесь дешевле метана.
- б) Эта смесь дает более горячее пламя.

- в) Эту смесь можно сжать до более высокого давления.
- г) Эта смесь легко сжижается при комнатной температуре, и ее больше входит в баллон.

Вредные оксиды

В выхлопных газах автомобилей, в дыме тепловых электростанций содержатся очень вредные оксиды азота. Откуда они там берутся?

- а) Синтезируются из кислорода и азота воздуха в цилиндрах двигателя или в топках станций.
- б) Образуются при сгорании азотистых соединений, содержащихся в бензине и угле.
- в) В выхлопе и в дыме содержится много оксида углерода (II) – CO, который, реагируя с азотом воздуха, дает оксиды азота.
- г) Образуются из несгоревших капелек бензина или частиц угля под действием солнечного света.

Опасность полиэтилена

Почему полиэтиленовые отходы в большей степени загрязняют окружающую среду, чем бумажные?

- а) Полиэтилена выбрасывают больше, чем бумаги.
- б) Молекулы полиэтилена плохо разлагаются в естественных условиях.
- в) Молекулы полиэтилена служат пищей болезнетворным бактериям.
- г) Полиэтилен резко снижает урожайность почвы.

Небезынтересная статистика

Специалисты приводят интересные статистические данные: оказывается, рост заболеваемости, в том числе детской, в тех районах, где находились склады с химическим оружием, в среднем был несколько ниже, чем в районах, где химическое оружие не хранилось. Как вы сможете объяснить этот факт?

- а) В регионах, где есть склады химического оружия, всем жителям платили повышенную зарплату, а детям выдавали бесплатное молоко.
- б) При длительном хранении химических реактивов всегда происходит небольшая утечка, а отравляющие вещества, попадающие в атмосферу в исключительно малых дозах, благотворно действуют на здоровье людей.
- в) Склады химического оружия по соображениям безопасности никогда не располагают в промышленно развитых зонах, где заболеваемость выше из-за загрязнения окружающей среды;
- г) Военные дают заведомо ложные статистические сведения, выгодные им.

Вычисления и умозаключения

Причуды языка

Проанализируйте следующие утверждения:

1. Этот ученый достаточно велик, чтобы приписывать ему чужие открытия.
2. Этот ученый достаточно велик, чтобы не приписывать ему чужие открытия.
3. Этот ученый недостаточно велик, чтобы приписывать ему чужие открытия.
4. Этот ученый недостаточно велик, чтобы не приписывать ему чужие открытия.

Каков смысл каждого из этих утверждений? Все ли они верны с точки зрения грамматики и логики? Какое из них, скорее всего, могло бы встретиться в печати?

Книжный червь прогрызает иврит

В популярных сборниках головоломок, в том числе в одной из книг Якова Перельмана, встречается задача о книжном черве. Владимир Арнольд в книге «Задачи для детей от 5 до 15 лет» сформулировал ее так: *«В московской библиотеке на полке стоят тома собрания сочинений Л. Н. Толстого. Толщина каждого тома (считая только страницы) 2,5 см, толщина переднего и заднего корешка тома по 2 мм. Книжный червь прогрыз (перпендикулярно страницам) ход от первой страницы четвертого тома до последней страницы пятого тома. Какова длина этого хода?»*⁵

Решите задачу, если вы столкнулись с ней впервые, и подумайте: как изменится ответ, если червь грызет такие же по размерам тома, изданные на арабском или иврите, в библиотеках Египта или Израиля?

Из черновых набросков к «Илиаде»

В одном из черновых набросков к «Илиаде» описана альтернативная версия похищения Елены. Ее муж Менелай Атреевич держал жену подальше от людских глаз в высокой башне, которую охранял циклоп. Парис сумел проникнуть в башню с благородной целью освобождения Елены. Циклоп поступил нестандартно: он показал Парису 100 пронумерованных мешков, доверху наполненных золотыми монетами. Но только в одном были настоящие, весом по 10 г, а в остальных 99 мешках – фальшивые, весом по 9 г, но выглядели они как настоящие. Для безопасного выхода с Еленой на волю Парису нужно отблагодарить многих чудовищ-охранников, которые принимают только настоящие монеты. Циклоп позволил Парису взять любой мешок, а чтобы найти нужный, разрешил произвести одно-единственное взвешивание на своих весах (они были у него от лучшей фирмы и позволяли очень точно определить массу любого числа монет). Парис очень опечалился, поскольку счел задачу неразрешимой. Можно было бы последовательно взвешивать по одной монете из каждого мешка, но дальше все зависит от везения: может понадобиться целых 99 взвешиваний. Но Елена, которая была не только прекрасной, но и премудрой, нашла решение. Что она сказала Парису?

Приведите общую идею решения, а если сможете, то подтвердите ее расчетом.

⁵ Цит. по: Арнольд В. И. Задачи для детей от 5 до 15 лет. – М.: МЦНМО, 2004.

Как Пушкин деньгу зашибал

Гоголь очень завидовал успеху Пушкина и все допытывался, большую ли деньгу он зашибает своими стихами. Пушкин все как-то отговаривался, а потом ответил загадкой: «За четыре дюжины моих строк я получаю столько рублей, сколько строк мне надо написать, чтобы заработать дюжину рублей». После этого Гоголь от него отстал, сжег свои «Мертвые души» и до конца дней все считал, сколько же получил Пушкин за «Евгения Онегина».

1. Попробуйте помочь Гоголю и сосчитать, сколько же платили Пушкину за одну строку и сколько строк он должен был написать, чтобы заработать дюжину рублей.

2. Выражение «зашибить деньгу» означает в просторечии «заработать деньги». Оно произошло от названия монеты «деньга» (до 1796 года на монетах писали «денга», с 1849 по 1867 годы она называлась «денежка»). Какую часть рубля составляла деньга?

3. Какое название было раньше распространено для 12 дюжин? (Его использовали в торговле для разных мелких товаров, например карандашей, пуговиц.)

Прокатили

Петя по выходным дням ездил в гости к двум приятелям, которые жили недалеко от конечных станций метро на той же ветке, на которой жил Петя (а он жил близко к центру). Чтобы не обижать никого из товарищей, Петя решил, что будет выходить из дома, не глядя на часы, т. е. в случайное время с 11 до 12 часов по воскресеньям, и садиться в тот поезд, который придет раньше, считая, что в среднем за год он побывает примерно одинаково часто у обоих приятелей. Тем не менее один из приятелей все-таки на него обиделся, поскольку за весь год Петя побывал у него лишь несколько раз. Как это могло случиться, если в выбранное Петей время поезда в обе стороны ходят с промежутком ровно пять минут?

Джеймс Бонд бежит по шпалам

Вася очень нервничал: им по алгебре задали трудную задачу, которую он никак не мог решить; и одно неизвестное вводил, и два – все никак не получалось.

– Может быть, я решу? – спросил его маленький братишка Петя.

– Куда тебе, – сказал Вася. – Ты же еще в школу не ходишь и даже не знаешь, что такое алгебра.

– Зато я умею читать и считать и даже немножко дроби знаю, – сказал брат, взял Васин учебник и прочитал задачу:

«Джеймс Бонд, агент 007, успешно выполнив очередное задание, перебирался на другой берег широкой реки, берега которой были соединены очень длинным и узким железнодорожным мостом с одной колеей. Сетка, ограждающая с двух сторон мост, была так близко от рельсов, что, если бы поезд застал Бонда на мосту, его гибель была бы неминуемой. Однако у Бонда не было выхода, и он быстро пошел по шпалам на другой берег. Пройдя $\frac{4}{10}$ всего моста, он услышал далеко позади свисток локомотива. Обернувшись, Бонд увидел вдали от моста приближающийся поезд. Опытный разведчик тут же определил, что скорость поезда 50 миль в час. Не более мгновения у него ушло и на то, чтобы понять, что если он побежит назад, то добежит до конца моста в ту же секунду, когда к мосту подъедет поезд, так что он успеет спрыгнуть с рельсов; если же он побежит вперед, то тоже спасется, так как добежит до дальнего конца моста за мгновение до того, как его догонит поезд. С какой скоростью бежал Джеймс Бонд по шпалам?»

Подумав немного и ничего не записывая, Петя сказал:

– Я не знаю, что такое миля, но Бонд бежал со скоростью...

Вася заглянул в ответ: все точно!

1. Как решил задачу Петя?

2. Переведите полученный Петей ответ в метрическую систему.

3. Слово «миля» произошло от латинского *mille* (тот же корень в словах «миллиметр», «миллиграмм», «миллилитр», «миллион» и др.). Как вы думаете, почему она так названа?

Подсказка: эта единица возникла в Древнем Риме и называлась *mille passuum*; тот же корень, что во втором слове, можно найти в слове «па» (движение в танце) – от французского *pas*.

«Что-то физики в почете. Что-то лирики в загоне...»

1. Много лет назад в моде был спор между так называемыми физиками и лириками. Чтобы завершить его, физики вывели уравнение:

$$\text{ЛИРИК} = 1/2 \text{ ФИЗИКА},$$

в котором кроме основного смысла был и математический: каждая буква изображала какую-либо цифру, при этом равенство было верным.

Расшифруйте этот числовой ребус.

2. Если вы считаете, что физики решили спор некорректно по отношению к лирикам, никто не мешает вам переделать эту же задачу и решить уже ее:

$$\text{ФИЗИК} = 1/2 \text{ ЛИРИКА}.$$

Коллекция номерных знаков

В 1990-х годах в России начали вводить новые автомобильные международные номера. В прежних номерах (например, О 2144 МТ на старой машине автора задачи) использовались почти все буквы русского алфавита (кроме таких экзотических букв, как Й, Ъ, Ы). В новых номерах должны были быть только такие буквы, начертание которых совпадает в русском и латинском алфавитах. Вот образец такого номера: У 025 ХО 77 RUS. (Число 77 – код региона, в данном случае это код Москвы.) Вскоре ввели новый индекс – 99, затем 97, потом появились уже трехзначные индексы (177, 199, 197, 777, 799).

Как вы думаете, почему так часто приходилось менять московский индекс?

Ваш ответ подтвердите вычислениями.

Две башни

Останкинская телебашня в Москве – одно из самых высоких сооружений в мире; ее высота – 530 м, а масса – 30 000 т. Какова будет масса точной модели этой башни, выполненной с сохранением всех пропорций, высотой 53 см? Считайте, что плотность материалов, из которых изготовлена башня и модель, примерно одинакова.

«А у вас и волосы на голове все сочтены»

Как вы думаете, найдется ли в Москве два нелысых человека, у которых число волос на голове полностью совпадает? Ответ необходимо аргументировать.

Исчисление снежинок

Однажды в Москве в течение трех часов шел сильный снег. Оцените, сколько снежинок выпало за это время на город (в пределах МКАД) и сколько снега (по массе) выпало на 1 м^2 . Предположите, что каждую секунду на 1 дм^2 падает десять снежинок. (Дополнительные сведения: 30 капель из пипетки имеют объем около 1 мл, а одна снежинка, растаяв, дает капельку, в 30 раз меньшую, чем капля из пипетки.)

Дополнительный вопрос: как можно проверить сделанные в задаче допущения?

«Гордый холм»

*Читал я где-то,
Что царь однажды воинам своим
Велел снести земли по горсти в кучу,
И гордый холм возвысился – и царь
Мог с вышины с весельем озираться
И дол, покрытый былыми шатрами,
И море, где бежали корабли.*

1. Откуда взят отрывок? Кому принадлежит приведенный монолог?
2. Считая, что у легендарного царя был миллион воинов (огромное войско, вряд ли возможное в древности), оцените приблизительно, какой высоты холм могли бы насыпать эти воины, приносящие землю двумя руками (предположим, что получился конус, радиус основания которого равен высоте, царь стоял на самой верхушке, а земля в холме не утрамбовывалась).
3. Используя полученную вами высоту холма, определите, как далеко он мог быть от моря, чтобы царь одновременно «озирал и дол, и море».

Стройнее не по дням, а по минутам

Одна из самых известных толстушек, американская артистка цирка Селеста Гейер, решила похудеть и за 14 месяцев сбросила свой вес с 553 до 152 фунтов (этот результат был внесен в Книгу рекордов Гиннеса). Чему равен американский фунт, если средняя скорость похудения артистки составила 17,8 г в час?

Небесный свод в разрезе

В книге «Физико-математические развлечения», вышедшей в 1636 году, сказано: «Астрономы вычислили, что длина окружности небесного свода равна 508 781 250 милям, поверхность же его – 82 364 023 748 224 431 $\frac{9}{11}$ квадратным милям. Из этого следует, что объем шара такого же радиуса равен примерно 3 596 299 963 139 791 266 979 190 761 957 504 кубическим милям».

Правильно ли почти 400 лет назад астрономы определили длину окружности «небесного свода», если считать, что этот свод находится от Земли на расстоянии Солнца? (По совре-

менным данным, среднее расстояние от Земли до Солнца составляет 149,5 млн км; 1 миля = 1,61 км.) В чем был неправ автор старой книги, приводя все эти сведения?

Три диска

Видимые угловые диаметры Луны и Солнца ($0,5^\circ$) практически совпадают. Именно поэтому Луна может полностью перекрыть Солнце во время солнечного затмения. На какое максимальное расстояние нужно отодвинуть от глаза современный металлический рубль, чтобы в полнолуние он смог полностью перекрыть лунный диск?

Земной поясok

Представьте себе, что Земля – идеально гладкий шар, который туго обвязали по экватору ремешком (кто не помнит, длина экватора – около 40 000 км). Удлиним этот ремешок на полметра и образовавшийся зазор равномерно распределим по всей длине экватора. Пролезет ли тогда под ним кошка? А муравей? Подтвердите свой ответ расчетом.

Катавасия с ванилином

В Книге рекордов Гиннесса за 1995 год сказано, что самое большое в мире помещение – ангар для дирижаблей фирмы Goodyear airship (штат Огайо), его объем – 55 млн кубических футов. Там же говорится, что ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид) – химическое соединение, запах которого человек может обнаружить в наименьшей концентрации – $2,0 \cdot 10^{-11}$ г – в 1 л воздуха.

1. Представьте, что в 1995 году в самом большом в мире ангаре просыпали ванилин, он испарился, и его запах еле чувствуется в любой точке ангара. (Считайте, что ангар был герметично закрыт.) На какую сумму просыпали ванилин? В каталоге химических реактивов фирмы Aldrich 1995 года указана цена ванилина: 37 долларов за 500 г реактива.

2. Сколько молекул ванилина содержится в 1 см^3 воздуха, если его запах еле ощущается? Метоксильная группа OCH_3 содержит атом кислорода и метил; бензальдегид – вещество того же типа, что и уксусный альдегид, только вместо группы CH_3 в нем имеется фенильная группа C_6H_5 , т. е. это альдегид бензойной кислоты COOH .

3. Определите годовую инфляцию в США в процентах, если по каталогу той же фирмы 1975 года цена такой же упаковки ванилина была 17 долларов. (Считайте, что инфляция в течение всех 20 лет была постоянной.)

Если вы не помните точных значений, требующихся для решения задачи, используйте приблизительные – на оценку это не повлияет.

Как вы считаете, с какой точностью надо давать ответы?

Вещество и энергия

«Именные единицы»

Назовите как можно больше физических величин и констант, названных в честь ученых – физиков, химиков, изобретателей.

Верхом на ядре

Один из самых волнующих рассказов барона Мюнхгаузена посвящен его участию в Русско-турецкой войне 1735–1739 годов. Чего стоит только его полет на ядре!

«С обычным мужеством и служебным усердием я, пожалуй, чересчур поспешно стал подле одной из наших самых больших пушек, из которой как раз в эту минуту собирались произвести выстрел. Одним махом вскочил я на ядро, рассчитывая, что оно занесет меня в крепость. Но когда я верхом на ядре пролетел примерно половину пути, мною вдруг овладели кое-какие не лишние основания сомнения. “Гм, – подумал я, – туда-то ты попадешь, но как тебе удастся сразу выбраться обратно? А что тогда случится? Тебя сразу же примут за шпиона и повесят на первой попавшейся виселице”. Такая честь была мне вовсе не по вкусу. После подобных рассуждений я быстро принял решение, и, воспользовавшись тем, что в нескольких шагах от меня пролетало выпущенное из крепости ядро, я перескочил с моего ядра на встречное и таким образом, хоть и не выполнив поручения, но зато целым и невредимым вернулся к своим»⁶.

Правдивость этого рассказа вызывает сомнение, и вот почему. Как бы ловок ни был барон, посадка на ядро и тем более пересадка на встречное должны быть связаны с большими перегрузками. Перегрузки обычно выражают в единицах g – ускорение силы тяжести на поверхности Земли. Большие перегрузки могут быть опасны для здоровья и даже смертельны. Считается, что здоровый человек может довольно долго выдерживать перегрузку 8. Для сравнения: при взлете пассажирского самолета мы испытываем перегрузку 1,5; для парашютиста в момент раскрытия парашюта перегрузка равна 1,8 при скорости 30 м/с и 5,2 при скорости 50 м/с (быстрее в свободном полете человек не падает); космонавты в спускаемом космическом аппарате испытывают перегрузки от 3 до 10, а летчик в момент катапультирования – до 16, что нередко приводит к травмам (но спасает жизнь). А теперь оцените, какую перегрузку должен был выдержать уважаемый барон при посадке на ядро и при пересадке на встречное.

«Жизнь качнется вправо, качнувшись влево»

В апреле 1851 года французский физик Жан Бернар Леон Фуко (1819–1868) подвесил под куполом огромного зала Пантеона в Париже тяжелый латунный шар массой 28 кг с острием на конце. Шар висел на стальной проволоке диаметром 1,4 мм и длиной 65 м. Многочисленные зрители видели, что при раскачивании маятника он совершал медленные колебания с большим размахом. Одно полное колебание совершалось за 16 секунд, при этом шар проходил 14 м. Удивительно было то, что плоскость его колебаний сама собой менялась со временем. Так что

⁶ Цит. по: Бюргер Г. А., Распе Р. Э. Удивительные путешествия на суше и на море, военные походы и веселые приключения барона фон Мюнхгаузена, о которых он обычно рассказывает в кругу своих друзей / Изд. подгот. А. Н. Макаров. – М.: Наука, 1985.

за 15 минут, совершив 56 колебаний, острие в крайнем своем положении прочерчивало на горке песка, насыпанной под маятником, полосу, отстоящую от первоначальной на 14 см.

Еще более впечатляющим по размерам был маятник, установленный в марте 1931 года в Ленинграде в здании Исаакиевского собора. (Его демонтировали в 1986 году.) Масса маятника составляла 60 кг, длина подвеса – 98 м, период колебаний – 20 секунд, а размах качаний – около 10 м. Когда вблизи крайней точки размаха маятника ставили сбоку спичечный коробок, маятник уже после нескольких качаний сбивал его.

1. Выберите правильное объяснение поворота плоскости колебаний маятника Фуко:

а) вращение Земли вокруг своей оси;

б) магнитная аномалия в данной местности;

в) влияние притяжения Луны;

г) сквозняки в зале;

д) вращение Земли вокруг Солнца;

е) Фуко спрятал под куполом механизм, вращающий ось маятника, а в Ленинграде повторили его хитрость.

2. Почему плоскость колебания маятника в Ленинграде поворачивалась быстрее, чем в Париже?

3. Почему маятник должен быть тяжелым и висеть на длинной нити?

4. Оцените период одного колебания маятника, который изготовил Фуко.

5. Через какое время будет сбит коробок, поставленный в 10 см от острия в крайней его точке, если размах колебаний маятника 12 м и подвешен он на полюсе?

Маятник Менделеева

Необычный маятник, аналогичный маятнику Фуко, был изготовлен по заказу Менделеева. Он представлял собой двухпудовый полированный золотой шар (сейчас он хранится в музее Московского Кремля). Менделеев установил маятник в Главной палате мер и весов Российской империи, которая находилась на Московском проспекте в Петербурге; он служил там управляющим. Поскольку в здании не было высоких залов, Менделеев, чтобы удлинить нить подвеса, приказал пробить перекрытия на нескольких этажах, да еще выкопать яму в подвале. Для чего ему мог понадобиться такой маятник?

Расчеты не понадобились

Однажды лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман, состоявший в экспертной комиссии по школьным учебникам, обнаружил в одном из них «фальсификацию» экспериментальных данных. Там описывались результаты, полученные в опытах со стальным шариком, который скатывается по наклонной плоскости. При этом были приведены расстояния, которые проходит шарик за одну, две, три и четыре секунды, и на основании этих данных и законов движения Ньютона рассчитывалась величина ускорения свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Как мистер Фейнман распознал ошибку, не делая никаких расчетов?

Шарики за ролики

Васе как-то подарили красивый алюминиевый шарик, и он стал думать – голову сломал: как с помощью подручных средств определить, сплошной он или в нем есть воздушная

полость? И как понять, где расположена эта полость – точно по центру шарика или асимметрично? (Объем шарика – 500 см^3 , масса – 450 г.)

«Пуд пудом и будет»

В автобиографической повести А. И. Пантелеева есть такой эпизод. Герою на экзамене для поступающих в реальное училище задают вопрос: «Скажите: что будет тяжелее – пуд сена или пуд железа?» И далее автор пишет: *«На Ленкино счастье, он слышал когда-то эту шуточную задачу. Но как она решается, он забыл. “Железо, конечно, тяжелее, – подумал он. – Но тут какой-то подвох, тут что-то наоборот...” И, собираясь перехитрить экзаменатора, он уже хотел сказать: “Конечно, пуд сена тяжелее”. Но вовремя спохватился и ответил: “Пуд пудом и будет”»*⁷.

Ленька экзамен выдержал. А все-таки, если отвесить пуд железа (это шар радиусом около 8 см; кстати, есть такие 16-килограммовые гимнастические гири) и пуд сена (большая копна, особенно если сено сухое), то масса какого вещества будет больше?

Время разбрасывать камни и бревна

В бассейне плавает лодка, в которой лежат камень и бревно. Как изменится уровень воды в бассейне, если эти предметы выбросить на берег? А на дно бассейна? (Эта задача знаменита тем, что даже известные физики, не подумав, давали неправильные ответы!)

Рождение сосульки

Откуда берутся сосульки на крышах домов и ветвях деревьев? Очевидно, из растаявшего снега. Но как же такое может быть, если при температуре ниже нуля снег не тает, а при температуре выше нуля растаявший снег не замерзнет?

Термометр в Михайловском

Во время летней экскурсии лицеистов в Михайловское термометр XIX века в доме Пушкиных, вполне исправный, показывал 15° . Почему, если там было совсем не холодно? А ртутный барометр показывал 30 единиц. Что это за единицы? Какое было давление в тот день?

Сравни показания

Вася посмотрел на комнатный термометр. Он показывал $+20^\circ \text{C}$.

– Ну вот, – сказал он. – Сейчас у нас дома ровно вдвое теплее, чем на улице, где всего плюс десять.

– Ну нет, ты неправильно считаешь! – сказал Петя.

А вы как думаете, кто из них прав? Можно ли вообще говорить, во сколько раз одна температура больше другой? В каких случаях?

⁷ Цит. по: Пантелеев А. И. Собрание сочинений в четырех томах. Т. 1. – Л.: Дет. лит., 1983.

Красные, желтые, синие звезды

Лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман, рецензируя школьный учебник по арифметике для младших классов, был крайне возмущен такой задачей:

«Красные звезды имеют температуру 4000 К, желтые – 5000 К, синие – 10 000 К. Джон с отцом смотрят на звезды. Джон видит две синие и одну красную звезду, а отец – две желтые. Какова суммарная температура звезд, которые видят Джон и его отец?»

Почему возмутился Фейнман?

(Отец и сын вполне могли смотреть в телескоп, дела это не меняет.)

Дотошные путеводители

В одном путеводителе написано: *«Юг Флориды – единственный район США, где в атлантических водах можно купаться круглый год. С декабря по апрель температура воды держится на уровне от +22,22 до +23,89 °С»*. В другом путеводителе сказано: *«В этих горах многие вершины поднимаются выше 22 965,87 фута»*.

Насколько правдоподобны эти числа? Как вы думаете, где изданы эти путеводители и откуда могли появиться такие данные?

«Игрушка» для герцога

1. В XVII веке великий герцог Тосканский Фердинанд II Медичи, один из учеников Галилея, внес заметный вклад в развитие методов измерения температуры. Он, например, изготавливал различные термоскопы – приборы, показывающие изменение температуры. Один из них представлял собой открытый сверху длинный сосуд с водой, в которой плавали горлышками вниз крошечные бутылочки, частично заполненные водой, а частично – воздухом. При повышении температуры они всплывали, а при понижении опускались на дно. Другой сосуд был заполнен водой доверху и герметично запаян. В этом термоскопе бутылочки вели себя наоборот: опускались на дно при повышении температуры и всплывали при ее понижении.

2. В феврале 1968 года Иосиф Эльшанский (впоследствии он стал исполнительным директором и ведущим Всероссийского конкурса молодых изобретателей) подал заявку на изобретение «Дискретный термометр» и получил авторское свидетельство. Он поместил в высокий цилиндр с водой, один над другим, десяток датчиков из полиэтилена низкой плотности и к каждому прикрепил грузы разного веса. В зависимости от температуры воды часть датчиков лежала на дне цилиндра, а часть плавала. На грузиках были написаны четные числа, соответствующие температурам от 14 до 32 °С (комнатная температура очень редко выходит за эти пределы).

3. До сих пор легко найти в продаже игрушку под названием «термометр Галилея»: в закрытом цилиндре, заполненном (не доверху!) жидкостью, плавают маленькие герметично закрытые стеклянные шарики. К ним прикреплены бирки, на которых написана температура. При повышении температуры некоторые шарики тонут, при понижении – всплывают.

Объясните принципы действия всех этих приборов.

Пытливый плотник

Плотничный уровень представляет собой запаянную стеклянную трубку с водой, в которой имеется небольшой пузырек воздуха. Если уровень расположен строго горизонтально, пузырек

будет точно в середине трубки. Однажды плотник задумался: когда этот пузырек больше – в холодный или в жаркий день? А вы как бы ответили на этот вопрос?

Битва галлия и ртути

В одной из популярных статей о галлии сказано: «Галлиевые термометры позволяют измерять температуру от 30 до 2230 °С. Возможности широко применяемых ртутных термометров значительно меньше: от –39 до 357 °С».

1. Найдите ошибки в этом утверждении. (Подсказка: автор статьи указывает точки плавления и кипения указанных металлов при нормальном атмосферном давлении, т. е. диапазон температур, когда они находятся в жидком состоянии.)

2. Почему у галлия такая низкая температура плавления – значительно ниже, чем у его ближайшего аналога индия?

«Аннулировать» закон термодинамики

В 1911 году профессор Московского университета Сергей Гаврилович Крапивин (1868–1927) предлагал студентам объяснить такой опыт. В колбе кипятят воду, а выходящий пар пропускают в стакан, в котором находится вода со слоем соли на дне. При этом температура в стакане постепенно поднимается почти до 110 °С, а затем так же постепенно снижается. Кажется, что нарушается один из основных законов термодинамики: теплота самопроизвольно переходит от более холодного тела (водяной пар при 100 °С) к более горячему – раствору в стакане.

Объясните этот странный на первый взгляд результат.

Едкий нрав гидроксида натрия

Преподаватель объяснял учащимся применение принципа Ле Шателье – Брауна. В соответствии с этим принципом внешнее воздействие на систему, находящуюся в состоянии равновесия, вызывает в ней такие изменения, которые «противодействуют» этому воздействию. Например, если в закрытом сосуде (цилиндр с поршнем) находятся вода и водяной пар, то при повышении температуры часть воды испарится (процесс с поглощением теплоты), а при понижении температуры часть пара сконденсируется (процесс с выделением теплоты). Аналогично при повышении давления (поршень сжимает пар) часть пара перейдет в жидкость, а при понижении давления (обратный ход поршня) часть жидкости испарится.

Разобрав еще несколько аналогичных примеров, преподаватель попросил объяснить такое, на первый взгляд, очевидное нарушение данного принципа. В колбу с водой начали вносить кристаллы гидроксида натрия (едкого натра) NaOH. При этом наблюдается очень сильное разогревание раствора; так, при растворении одного моля (40 г) щелочи в пяти молях (90 г) воды выделяется 37,8 кДж тепловой энергии. И если принять, что теплоемкость раствора не очень сильно отличается от теплоемкости воды (на самом деле она меньше), то раствор нагреется от 20 до 90 °С. Увеличив массу растворяемой щелочи, смесь можно нагреть еще сильнее. (При 20 °С в 100 г воды растворяется 108,7 г NaOH, при 50 °С – 146 г, при 100 °С – 337 г, а при 150 °С – 418 г.)

После того как раствор остыл до 20 °С, на дне колбы оказались кристаллы. Когда колбу подогрели на плитке, часть кристаллов растворилась, а при последующем охлаждении колбы количество осадка опять увеличилось. Не противоречит ли это принципу Ле Шателье – Брауна? Ведь если повышение температуры приводит к увеличению растворимости (равновесие «осадок \rightleftharpoons раствор» смещается вправо), растворение осадка должно сопровождаться *погло-*

щением тепловой энергии, т. е. раствор должен не нагреваться, а охлаждаться! Именно так и происходит, например, при растворении в воде нитрата аммония NH_4NO_3 . С повышением температуры его растворимость быстро возрастает (до 600 г в 100 г воды при 80 °C!), при этом раствор очень сильно охлаждается.

Попробуйте найти разумное объяснение кажущемуся противоречию с растворением гидроксида натрия.

Подсказки

- еще раз внимательно прочитайте формулировку принципа;
- при растворении в воде синих кристаллов медного купороса (гидратированный пятиводный сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) раствор охлаждается, а если кристаллы предварительно сильно прогреть, то при их растворении раствор будет нагреваться. Растворимость CuSO_4 в воде, как и подавляющего большинства твердых веществ, с повышением температуры увеличивается.

Фокус с нитратом аммония

При растворении нитрата аммония в воде происходит очень сильное поглощение тепловой энергии, при этом раствор охлаждается настолько, что стакан с ним запотевают. (При растворении 80 г кристаллов в 45 г воды поглощается 25,8 кДж тепловой энергии, и если бы не было тепловых потерь, раствор смог бы охладиться на 50 °C!) Известен эффектный демонстрационный опыт: на мокрую деревянную подставку ставят стакан с водой, вносят в него порошок нитрата аммония и энергично перемешивают раствор. При этом стаканчик примерзает к подставке, так что его можно поднять вместе с ней. Вопрос: почему подставка должна быть деревянной?

Жалобное шипение углей

В книге Ю. А. Федосюка «Что непонятно у классиков, или Энциклопедия русского быта XIX века» в разделе «Освещение» сказано: *«На смену газу пришло электричество. Однако излучатель в лампочке накаливания вначале делался не из тугоплавкого металла, как сейчас, а из угля. Уголь довольно быстро сгорал и требовал замены, а при горении издавал неприятное шипение. В рассказе Куприна “В цирке” читаем: “Слышалось только однотонное, жалобное шипение углей в электрических фонарях... <...> Угли в фонарях тянули всё ту же жалобную однообразную ноту”»*⁸.

Объясните, в чем ошибся автор книги с точки зрения физики и химии.

Соленая задача

Предложите как можно больше способов определения плотности кристаллического хлорида натрия (поваренной соли), если в вашем распоряжении есть купленная в магазине соль «Экстра» тонкого помола, разнообразное лабораторное оборудование и вещества, но ни одного справочника.

⁸ Цит. по: Федосюк Ю. А. Что непонятно у классиков, или Энциклопедия русского быта XIX века. – М.: Флинта: Наука, 2000.

Иней на заказ

Известен такой эффектный опыт. В стакан помещают красные кристаллы хлорида кобальта $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и наливают немного тионилхлорида SOCl_2 . Начинается бурная реакция с выделением паров воды и сернистого газа, а красные кристаллы превращаются в синие безводного хлорида кобальта: $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{SOCl}_2 = \text{CoCl}_2 + 6\text{SO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$. Но самое удивительное в этом опыте – то, что температура в стакане быстро понижается, опускаясь ниже нуля; при этом стакан покрывается инеем. Как объяснить такое сильное самопроизвольное охлаждение смеси?

Легковесные пассажиры

Внутри автобуса плавают два воздушных шарика. Один, наполненный водородом, привязан ниткой к сиденью и немного не достает до потолка. Другой, наполненный углекислым газом, привязан к люку в крыше автобуса и немного не достает до пола. Как будут вести себя эти шарики при резком ускорении автобуса и его резком торможении? И как будет отклоняться пламя свечи, укрепленной на дне банки с высокими стенками? Объясните поведение шариков и пламени на основании молекулярно-кинетической теории газов.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.