

УДК 51  
ББК 22.1я92  
П27

**Перельман, Яков Исидорович.**

**П27** Головоломки по физике / Я. Перельман; худож. Ю. Станишевский, Е. Шелкун. — Москва: Издательство АСТ, 2019. — 191, [1] с.: ил. — (Простая наука для детей).  
ISBN 978-5-17-115227-7.

С увлекательнейшей наукой физикой и различными физическими явлениями — тепловыми, световыми, звуковыми и магнитными — поможет познакомиться книга Якова Исидоровича Перельмана «Головоломки по физике». Из этой книги можно узнать, как тушат огонь с помощью огня, что такое барабанный телеграф, бывают ли звуки беззвучными, почему микроскоп увеличивает предметы, какие бывают обманы зрения.

Для среднего школьного возраста.

**УДК 51  
ББК 22.1я92**

© Станишевский Ю.А., ил., 2019  
© Шелкун Е.В., ил., 2019  
© ООО «Издательство АСТ», 2019



## ГЛАВА ПЕРВАЯ ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

- Веер

Когда женщины обмахиваются веерами, им, конечно, становится прохладнее. Казалось бы, что занятие это вполне безвредно для остальных присутствующих в помещении и что собравшиеся могут быть только признательны женщинам за охлаждение воздуха в зале.

Посмотрим, так ли это. Почему при обмахивании веером мы ощущаем прохладу? Воздух, непосредственно прилегающий к нашему лицу, нагревается, и эта теплая воздушная маска, невидимо облегающая наше лицо, «греет» его, т.е. замедляет дальнейшую потерю тепла. Если воздух вокруг нас неподвижен, то нагретый близ лица слой воздуха лишь весьма медленно вытесняется вверх более

тяжелым ненагретым воздухом. Когда же мы смахиваем веером с лица теплую воздушную маску, то лицо соприкасается с все новыми порциями ненагретого воздуха и непрерывно отдает им свою теплоту; тело наше остывает, и мы ощущаем прохладу.

Значит, при обмахивании веером женщины непрерывно удаляют от своего лица нагретый воздух и заменяют его ненагретым; нагревшись, этот воздух удаляется в свою очередь и заменяется новой порцией ненагретого и т.д.

Работа веером ускоряет перемешивание воздуха и способствует быстрейшему уравниванию температуры воздуха во всем зале, т.е. доставляет облегчение обладательницам веера за счет более прохладного воздуха, окружающего остальных присутствующих. Для действия веера имеет значение еще одно обстоятельство, о котором мы сейчас расскажем.

#### • Отчего при ветре холоднее?

Все знают, конечно, что в тихую погоду мороз переносится гораздо легче, чем при ветре. Но не все представляют себе отчетливо причину этого явления. Большой холод при ветре ощущается *лишь живыми существами*; термо-

метр вовсе не опускается ниже, когда его обдувает ветер. Ощущение резкого холода в ветреную морозную погоду объясняется прежде всего тем, что от лица (и вообще от тела) отнимается при этом гораздо больше тепла, нежели в тихую погоду, когда воздух, нагретый телом, не так быстро сменяется новой порцией холодного воздуха. Чем ветер сильнее, тем бóльшая масса воздуха успевает в течение каждой минуты прийти в соприкосновение с кожей и, следовательно, тем больше тепла отнимается ежеминутно от нашего тела. Этого одного уже достаточно, чтобы вызвать ощущение холода.

Но есть и еще причина. Кожа наша всегда испаряет влагу, даже в холодном воздухе. Для испарения требуется теплота; она отнимается от нашего тела и от того слоя воздуха, который к телу прилегает. Если воздух неподвижен, испарение совершается медленно, так как прилегающий к коже слой воздуха скоро насыщается парами (в насыщенном влагой воздухе не происходит интенсивного испарения). Но если воздух движется и к коже притекают все новые и новые его порции, то испарение все время поддерживается очень обильное, а это требует большого расхода теплоты, которая отбирается от нашего тела.

Как же велико охлаждающее действие ветра? Оно зависит от его скорости и от температуры воздуха; в общем оно гораздо значительнее, чем обычно думают. Приведу пример, дающий представление о том, каково бывает это понижение. Пусть температура воздуха  $+4^{\circ}$ , а ветра нет никакого. Кожа нашего тела при таких условиях имеет температуру  $31^{\circ}$ . Если же дует легкий ветерок, едва движущий флаги и не шевелящий листья (скорость 2 м/с), то кожа охлаждается на  $7^{\circ}$ ; при ветре, заставляющем флаг полоскаться (скорость 6 м/с), кожа охлаждается на  $22^{\circ}$ : температура ее падает до  $9^{\circ}$ ! Эти данные взяты из книги Н.Н. Калитана «Основы физики атмосферы в применении к медицине»; любознательный читатель найдет в ней много интересных подробностей.

Итак, о том, как будет ощущаться нами мороз, мы не можем судить по одной лишь температуре, а должны принимать во внимание также и скорость ветра. Один и тот же мороз переносится в Ленинграде в среднем хуже, чем в Москве, потому что средняя скорость ветра на берегах Балтийского моря равна 5–6 м/с, а в Москве — только 4,5 м/с. Еще легче переносятся морозы в Забайкалье, где средняя скорость ветра всего 1,3 м. Знаменитые восточносибирские морозы ощу-

щаются далеко не так жестоко, как думаем мы, привыкшие в Европе к сравнительно сильным ветрам; Восточная Сибирь отличается почти полным безветрием, особенно в зимнее время.

- **Горячее дыхание пустыни**

«Значит, ветер и в знойный день должен приносить прохладу, — скажет, быть может, читатель, прочтя предыдущую статью. — Почему же в таком случае путешественники говорят о *горячем дыхании* пустыни?»

Противоречие объясняется тем, что в тропическом климате воздух бывает *теплее, чем*



*наше тело.* Неудивительно, что там при ветре людям становится не прохладнее, а жарче. Теплота передается там уже не от тела воздуху, но обратно — воздух нагревает человеческое тело. Поэтому, чем бóльшая масса воздуха успеет ежеминутно прийти в соприкосновение с телом, тем сильнее ощущение жара. Правда, испарение и здесь усиливается при ветре, но первая причина перевешивает. Вот почему жители пустыни, например туркмены, носят теплые халаты и меховые шапки.

- **Греет ли вуаль?**

Вот еще задача из физики обыденной жизни. Женщины утверждают, что вуаль греет, что без нее лицо зябнет. При взгляде на легкую ткань вуали, нередко с довольно крупными ячейками, мужчины не очень склонны верить этому утверждению и думают, что согревающее действие вуали — игра воображения.

Однако если вы вспомните сказанное выше, то отнесетесь к этому утверждению более доверчиво. Как бы крупны ни были ячейки вуали, воздух через такую ткань проходит все же с некоторым замедлением. Тот слой воздуха, который непосредственно прилегает к лицу и, нагревшись, служит теплой воздушной

маской, — слой этот, удерживаемый вуалью, не так быстро сдувается ветром, как при отсутствии ее. Поэтому нет основания не верить женщинам, что при небольшом морозе и слабом ветре лицо во время ходьбы зябнет в вуали меньше, чем без нее.

- **Охлаждающие кувшины**

Если вам не случилось видеть таких кувшинов, то, вероятно, вы слышали или читали о них. Эти сосуды из необожженной глины обладают той любопытной особенностью, что налитая в них вода становится прохладнее, чем окружающие предметы. Кувшины в большом пространстве у южных народов (между прочим, и у нас в Крыму) и носят различные названия: в Испании — «алькарацца», в Египте — «гоула» и т.д.

Секрет охлаждающего действия этих кувшинов прост: жидкость просачивается через глиняные стенки наружу и там медленно испаряется, отнимая при этом теплоту («скрытую теплоту испарения») от сосуда и заключенной в нем жидкости.

Но неверно, что жидкость в таких сосудах очень охлаждается, как приходится читать





в описаниях путешествий по южным странам. Охлаждение не может быть велико. Зависит оно от многих условий. Чем знойнее воздух, тем скорее и обильнее испаряется жидкость, увлажняющая сосуд снаружи, и, следовательно, тем более охлаждается вода внутри кувшина. Зависит охлаждение и от влажности окружающего воздуха: если в нем много влаги, испарение происходит медленно, и вода охлаждается незначительно; в сухом воздухе, напротив, происходит энергичное испарение, вызывающее более заметное охлаждение. Ветер также ускоряет испарение и тем способствует охлаждению; это все хорошо знают по тому ощущению холода, которое приходится испытывать в мокром платье в теплый, но ветреный день. Понижение температуры в охлаждающих кувшинах не превышает 5°. В знойный южный день, когда термометр показывает подчас 33°, вода в охлаждающем кувшине имеет температуру теплой ванны 28°. Охлаждение, как видим, практически бесполезное. Зато кувшины хорошо сохраняют *холодную воду*; для этой цели их преимущественно и употребляют.

Мы можем попытаться вычислить степень охлаждения воды в «алькараццах».

Пусть у нас имеется кувшин, вмещающий 5 л воды; допустим, что  $\frac{1}{10}$  л испарилась.

Для испарения 1 л воды (1 кг) требуется при температуре знойного ( $33^{\circ}$ ) дня около 580 калорий. У нас испарилась 1/10 кг, следовательно, понадобилось 58 калорий. Если бы вся эта теплота заимствовалась только от воды, которая находится в кувшине, температура последней понизилась бы на  $58/5$ , т.е. градусов на 12. Но бóльшая часть тепла, потребного для испарения, отнимается от стенок самого кувшина и от окружающего его воздуха; с другой стороны, рядом с охлаждением воды в кувшине происходит и нагревание ее теплым воздухом, прилегающим к кувшину. Поэтому охлаждение едва достигает половины полученной цифры.

Трудно сказать, где кувшин охлаждается больше, — на солнце или в тени. На солнце ускоряется испарение, но вместе с тем усиливается и приток тепла. Лучше всего, вероятно, держать охлаждающие кувшины в тени на слабом ветре.

- **«Ледник» без льда**

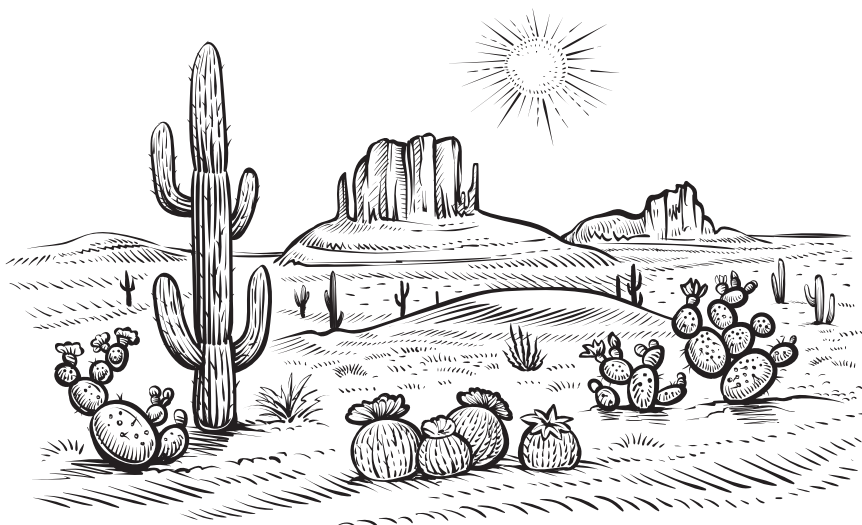
На охлаждении от испарения основано устройство охлаждающего шкафа для хранения продуктов, своего рода «ледника» без льда. Устройство такого охладителя весьма неслож-

но: это ящик из дерева (лучше из оцинкованного железа) с полками, на которые кладут подлежащие охлаждению продукты. Вверху ящика ставится длинный сосуд с чистой холодной водой; в сосуд погружен край холста, который идет вдоль задней стенки ящика вниз, кончаясь в сосуде, помещенном под нижней полкой. Холст напитывается водой, которая, как по фитилю, все время движется через него, медленно испаряясь и тем охлаждая все отделения «ледника».

Такой «ледник» следует ставить в прохладное место квартиры и каждый вечер менять в нем холодную воду, чтобы она успела за ночь хорошо остудиться. Сосуды, содержащие воду, и холст, пропитываемый ею, должны быть, конечно, совершенно чисты.

- **Какую жару способны мы переносить?**

Человек гораздо выносливее по отношению к жаре, чем обыкновенно думают: он способен переносить в южных странах температуру заметно выше той, какую мы в умеренном поясе считаем едва переносимой. Летом в Средней Австралии нередко наблюдается температура 46° в тени; там отмечались даже температуры в 55° в тени (по Цельсию). При



переходе через Красное море в Персидский залив температура в корабельных помещениях достигает  $50^{\circ}$  и выше, несмотря на непрерывную вентиляцию.

Наиболее высокие температуры, наблюдавшиеся в природе на земном шаре, не превышали  $57^{\circ}$ . Температура эта установлена в так называемой «Долине Смерти» в Калифорнии. Зной в Средней Азии — самом жарком месте нашего Союза — не бывает выше  $50^{\circ}$ .

Отмеченные сейчас температуры измерялись в тени. Объясню кстати, почему метеоролога интересует температура именно в тени, а не на солнце. Дело в том, что температуру воздуха измеряет только термометр, выставленный в тени. Градусник, помещенный на солнце, может нагреться его лучами значи-

тельно выше, чем окружающий воздух, и показание его несколько не характеризует теплового состояния воздушной среды. Поэтому и нет смысла, говоря о знойной погоде, ссылаться на показание термометра, выставленного на солнце.

Производились опыты для определения высшей температуры, какую может выдержать человеческий организм. Оказалось, что при весьма постепенном нагревании организм наш *в сухом воздухе* способен выдержать не только температуру кипения воды ( $100^{\circ}$ ), но иногда даже еще более высокую, до  $160^{\circ}\text{C}$ , как доказали английские физики Благден и Чентри, проводившие ради опыта целые часы в натопленной печи хлебопекарни. «Можно сварить яйца и изжарить бифштекс в воздухе помещения, в котором люди остаются без вреда для себя», — замечает по этому поводу Тиндаль.

Чем же объясняется такая выносливость? Тем, что организм наш фактически не принимает этой температуры, а сохраняет температуру, близкую к нормальной. Он борется с нагреванием посредством обильного выделения пота; испарение пота поглощает значительное количество тепла из того слоя воздуха, который непосредственно прилегает к коже, и тем в достаточной мере понижает его

температуру. Единственные необходимые условия состоят в том, чтобы тело не соприкасалось непосредственно с источником тепла и чтобы воздух был сух.

Кто бывал в нашей Средней Азии, тот замечал, без сомнения, как сравнительно легко переносится там жара в 37 и более градусов Цельсия, 24-градусная жара в Ленинграде переносится гораздо хуже. Причина, конечно, во влажности воздуха в Ленинграде и сухости его в Средней Азии, где дождь — явление крайне редкое.

#### • **Термометр или барометр?**

Известен анекдот о наивном человеке, который не решался принять ванну по следующей необыкновенной причине:

— Я сунул в ванну барометр, а он показал — бурю... Опасно купаться!

Но не думайте, что всегда легко отличить термометр от барометра. Есть такие термометры, вернее, термоскопы, которые с не меньшим правом могли бы называться барометрами, и наоборот. Примером может служить старинный термоскоп, придуманный Героном Александрийским. Когда солнечные лучи пригревают шар, воздух в верхней части