

*Морская вода даже при самом сильном холоде не замерзает до твердого и чистого льда.*

Михаил Ломоносов

*Я предположил, что во время кипения теплота поглощается водой и проникает в состав пара, образующегося из нее, тем же способом, как она поглощается льдом при таянии и проникает в состав образующейся воды.*

Джозеф Блэк

*Облако — туман в высоте.*

Владимир Даль

*Можно, как известно, расплавить посредством трения друг о друга в безвоздушном пространстве два куска льда; теперь делают попытки превратить воду в лед посредством неслыханно большого давления.*

Юлиус Роберт Майер

*...чтобы наблюдать насыщенный пар выше обыкновенной точки кипения воды, приходилось кипятить ее в замкнутых котлах, под искусственной атмосферой из сжатого воздуха и пара...*

Александр Столетов

## А так ли хорошо знакомы вам лед, вода и пар?

Еще как знакомы, ответят очень многие. Вода — это самое распространенное на Земле вещество. Все живое, в том числе и мы сами, в основном состоит из воды. Ее физические свойства изучены-переизучены, они даже используются в качестве эталонов.

Все это так, однако вода в своих различных агрегатных состояниях и по сей день преподносит множество сюрпризов. Особенности этого вроде бы простого вещества до конца еще не поняты, и поведение воды не всегда можно прогнозировать. Смириться с таким положением дел ученые, безусловно, не желают и упорно продолжают разбираться со все более тонкими деталями строения воды и ее участия в загадочных эффектах.

А стимулирует исследователей понимание исключительной важности воды для жизни на Земле. Ведь более полные знания о ней необходимы и для решения экологических проблем, и для создания новых лекарств и методов лечения, и для противостояния глобальным климатическим изменениям, и для совершенствования производственной деятельности человека...

Масштабы этих задач побуждают и нас обратиться к разговору о физических свойствах одной из четырех основных стихий. Посмотрите, ведь и среди школьных вопросов и задач найдется немало таких, которые заставят вас засомневаться в простоте этого простого вещества — воды.

### Вопросы и задачи

1. Останется ли целой доверху заполненная водой закупоренная стеклянная бутылка, если ее опустить в тающий лед?
2. Ко дну сосуда с водой изнутри приморожен шарик из льда. Изменится ли уровень воды в сосуде, когда лед растает?
3. Можно ли расплавить олово в горячей воде? А заморозить воду расплавленным металлом?
4. Капельки тумана могут оставаться жидкими и при температуре  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Почему?

5. При первых морозах водоемы легче замерзают, если идет снег. Как это объяснить?

6. Какая физическая ошибка допущена в стихотворении о капле: «Она жила и по стеклу текла, но вдруг ее морозом оковало, и неподвижной льдинкой капля стала, а в мире поубавилось тепла»?

7. Почему превращение в воду плавающих в море льдов не приводит к наводнениям, тогда как растопление льда, покоящегося на острове Гренландия, вызвало бы катастрофический подъем уровня океана?

8. Удельная теплота плавления меди значительно меньше, чем у льда. Значит ли это, что для плавления медной пластинки в зимних условиях потребуется меньше энергии, чем для плавления льдинки той же массы?

9. Почему ожоги паром опаснее ожогов кипятком?

10. Что быстрее потушит пламя — кипяток или холодная вода?

11. В кастрюле с тяжелой крышкой вскипятили воду. Сняв кастрюлю с плиты, ей дали слегка остыть, затем в спокойную воду насыпали чайную заварку, и вода бурно закипела. Почему?

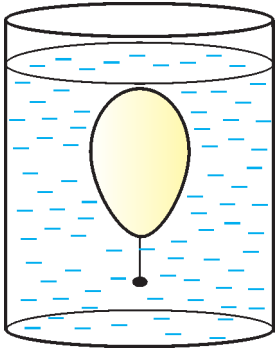
12. Желая ускорить процесс варки, хозяйка усилила огонь под кастрюлей, в которой кипела вода. Верно ли поступила хозяйка?

13. Одинаковы ли показания термометров, один из которых помещен у поверхности кипящей воды, а другой — в ее толще?

14. стакан с небольшим количеством воды поставили под колокол воздушного насоса и стали откачивать воздух. Почему вода сначала закипела, а потом замерзла?

15. Воду вскипятили в круглодонной колбе, колбу закупорили и перевернули. Если теперь на дно колбы положить немного снега или облить ее холодной водой, то вода в колбе закипит. Как это объяснить?

16. В каком случае «точка росы» становится «точкой инея»?



17. Иногда поверхности окон запотевают. Какие это поверхности – внешние или внутренние?

18. При критической температуре удельная теплота парообразования любой жидкости, в том числе и воды, равна нулю. Почему?

19. Какого цвета водяной пар?

### Микроопыт

Выпустите из яйца его содержимое через маленькое отверстие в остром конце. Залепите дырочку воском или пластилином, к которому прикрепите на нитке грузик. Массу грузика надо подобрать так, чтобы он удерживал скорлупу почти у дна высокой банки с водой комнатной температуры.

Если вынести банку на мороз, то через некоторое время ваш «прибор» всплывет, но вскоре опустится. Если теперь внести банку в комнату, то скорлупа вновь проделает свой путь вверх-вниз. Объясните это.

### Любопытно, что...

...расширение воды при замерзании и ее закипание при пониженном давлении были открыты лишь в семнадцатом столетии искусным английским экспериментатором Робертом Бойлем.

...из морской воды образуется исключительно прочный полярный лед. Иная точка зрения, разделявшаяся, судя по эпиграфу, Ломоносовым, «не позволила» пробиться к Северному полюсу ни одной из экспедиций XVII–XIX веков, так как парусники всякий раз застревали в мощных льдах.

...способ приготовления мороженого поначалу охраняли как большой секрет. Напрасно опытные повара при многих европейских дворах пытались заморозить смесь из взбитых сливок и фруктовых соков, пользуясь льдом в обычных погребах. Оказывается, дело было в добавлении соли – перемешивая ее с колотым льдом, можно было значительно понизить температуру, вплоть до полного замерзания смеси.

...одна из особенностей льда заключается в том, что температура его плавления, в отличие от большинства веществ, понижается с увеличением давления. Однако этот эффект не отвечает за появление водяной смазки под лезвием коньков, чем долгие годы пытались объяснить их легкое скольжение по льду.

...знаменитый сказочник Андерсен упомянул в «Снежной королеве» десятиконечные снежинки, хотя много раньше астроном Кеплер установил их шестиконечную форму. Правда, Декарту удалось наблюдать крайне редкие двенадцати- и восемнадцатиконечные кристаллики снежинок.

...недавно была обнаружена пятая форма плотного аморфного льда, образующегося под действием высокого давления при температуре около  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Заметим, что все виды льдов, кроме обычного, тонут в воде. Иначе говоря, лед, получающийся при нормальных условиях, ведет себя аномально.

...в годы второй мировой войны для восстановления

потерь флота английские ученые предложили морскому ведомству построить непотопляемые авианосцы изо... льда. Для этого предполагалось использовать айсберги, за которыми в Арктику была даже направлена специальная экспедиция. Проект, правда, так и не был осуществлен, однако внимание к разного рода ледяным сооружениям неизмеримо возросло.

...большая теплоемкость воды объясняется тем, что ее молекулы объединяются в так называемые кластеры, (супермолекулы) и при поступлении к воде тепла заметная его часть тратится на разрыв связей между входящими в состав кластера соседками-молекулами.

...на Марсе жидкой воды нет, так как при марсианском атмосферном давлении, в 160 раз меньшим, чем на Земле, вода может существовать лишь в твердом и газообразном состояниях. А на Венере вода в жидкой фазе не могла бы находиться потому, что температура поверхности этой планеты около  $480\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что заметно выше критической температуры воды. Правда, исследователи не потеряли надежды обнаружить замерзшую воду на Луне, где она могла бы сохраниться на дне глубоких полярных кратеров.

...как известно, в скороварке пищу можно приготовить гораздо быстрее, чем в обычной кастрюле. Однако открывать эту посуду следует очень осторожно: после разгерметизации давление падает, и жидкость оказывается заметно перегретой, что приводит к взрывному вскипанию во всем объеме кастрюли, выплескиванию горячей воды и... ожогам.

...английский физик Чарльз Вильсон, предложивший в 1912 году применяемый и поныне способ регистрации заряженных частиц с помощью камеры, заполненной пересыщенным паром, до этого занимался исследованием происхождения дождей и туманов.

...феномен «памяти воды», т.е. ее способность длительное время хранить информацию, так активно обсуждался в последние годы, что заставил ученых провести специальные эксперименты. Увы, результат отрицателен: вода обладает нестабильной, постоянно меняющейся структурой и, скорее, является одним из самых «забывчивых» веществ на свете.

### Что читать в «Кванте» о льде, воде и паре

*(публикации последних лет)*

1. «Наглядный способ регистрации заряженных частиц» – 2001, №6, с.11;
2. «Водяные пары» – 2002, №2, 26;
3. «Тепловые свойства воды» – 2002, №3, с.10;
4. «Снежинки и ледяные узоры на стекле» – 2002, №5, с.29;
5. «О структуре льда» – 2002, Приложение №6, с.19;
6. «О физике на приусадебном участке» – 2003, №1, с.27;
7. «Вода внутри нас» – 2003, №2, с.2;
8. «Насыщенные и ненасыщенные водяные пары» – 2004, №2, с.23;
9. «Костры в поле и русская баня» – 2004, Приложение №4, с.60;
10. «Калейдоскоп «Кванта» – 2005, №3, с.32;
11. «Метастабильные капли и обледенение самолета» – 2005, №4, с.8;
12. «Задачи с жидкостями» – 2006, №1, с.40.

*Материал подготовил А.Леоневич*