

Видимо, нет ничего, таким образом, плотного в мире.

Тит Лукреций Кар

...тот же воздух, доведенный до уровня плотности примерно вдвое большего, чем раньше, получает упругость вдвое большую, чем первоначальная.

Роберт Бойль

...определить при помощи прибора..., когда воздух бывает более густым и тяжелым и когда он более тонкий и легкий...

Эванджелиста Торричелли

...плотность Земли оказывается в 5,48 раза больше плотности воды.

Генри Кавендиш

...отношения между давлением, температурой и плотностью в идеальном газе могут быть объяснены, если предположить, что частицы движутся с постоянной скоростью по прямолинейным путям.

Джеймс Клерк Максвелл

А ТАК ЛИ ХОРОШО ЗНАКОМА ВАМ

## ПЛОТНОСТЬ?

Да что в ней особенного, — скажет старшеклассник, — так, детское понятие. Не спешите, взгляните еще раз на эпиграфы. Вроде бы интуитивно ясная, не стоящая в первом ряду физических величин плотность всякий раз приходит ученым на помощь, когда заходит речь о серьезных вопросах: строении вещества, различии в свойствах тел, плавании и летании, тяготении... Список вопросов можно продолжить, так же как и добавить к именам упомянутых известных ученых многих пока неизвестных современников. Они исследуют микромир и устройство звезд, где приходится сталкиваться с чудовищно большими плотностями, необъятный космос и расширяющуюся Вселенную, будущее которой зависит от изменений ничтожно малой плотности материи.

Но даже не забираясь столь далеко, можно обнаружить, как многолика плотность. И действительно, помимо плотности вещества, говорят о плотности заряда, тока и энергии; кроме объемной, бывает поверхностная и погонная (линейная) плотность. Так

что вокруг нас есть много любопытного, связанного с этим понятием, в чем мы вам и предлагаем еще раз убедиться.

### Вопросы и задачи

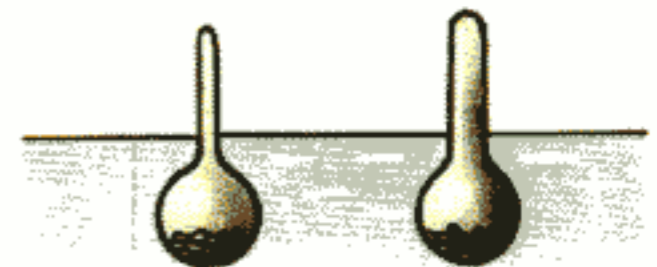
1. Чем поддерживается непрерывное движение воды в системе водяного отопления?
2. Что тяжелее: ящик мелкой дроби или такой же ящик крупной дроби?
3. Выходя из последнего шлюза Панамского канала, корабли медленно выплывают в океан, не включая ходового двигателя. Какие же силы заставляют их двигаться?
4. Кусок дерева плавает в воде, погружаясь на  $\frac{3}{4}$  своего объема. Какова плотность дерева?
5. В сосуде с водой плавает брусок льда. На нем лежит деревянный шар, плотность которого меньше плотности воды. Изменится ли уровень воды в сосуде, если лед растает?
6. Посередине большого озера сделали прорубь. Толщина льда оказалась равной 10 метрам. Какой длины

нужна веревка, чтобы зачерпнуть ведро воды?

7. Как, не дожидаясь затвердевания расплавленного вещества, предсказать, что произойдет с его плотностью, если у вас есть кусочек того же вещества в твердом состоянии?

8. Какой из двух изображенных на рисунке ареометров (приборов для измерения плотности жидкости) следует выбрать, чтобы следить за изменениями плотности жидкости с большей точностью?

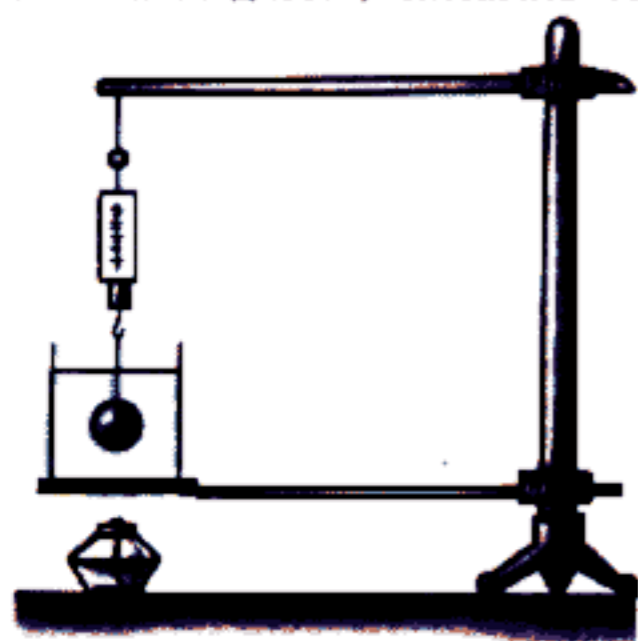
9. На точных аналитических весах, находящихся под стеклянным колпаком, взвешивают тело. Изменятся ли показания весов, если выкачать из-под колпака воздух?





10. К пружинным весам (см. рисунок) подвешено тело, погруженное в сосуд с водой при комнатной температуре. Как изменятся показания весов, если жидкость вместе с телом нагреть?

11. На дне сосуда с жидкостью (или газом) лежит тело, плотность которого лишь немного превышает плотность жидкости. Можно ли, увеличивая давление на жидкость, заставить тело



подняться вверх? Тело к дну сосуда не прижато.

12. Смешали две равные массы воды с температурами  $1^{\circ}\text{C}$  и  $7^{\circ}\text{C}$ . Изменится ли общий объем воды, когда установится тепловое равновесие? Теплообменом с окружающими телами пренебречь.

13. Внешнее давление на воду увеличивают. Что при этом нужно делать — нагревать или охлаждать воду, чтобы сохранить ее объем неизменным?

14. Внутри воды при комнатной температуре плавает полый стеклянный пузырек. В сосуд подливают воду, и пузырек поднимается вверх. Затем еще подливают воду, и пузырек тонет. Как это объяснить?

15. Начертите графики изменения плотности идеального газа в зависимости от температуры при изотермическом, изобарном и изохорном процессах.

16. На весах установили два одинаковых сосуда. Один заполнен сухим воздухом, другой — влажным при одинаковых давлениях и температурах. Какой из сосудов тяжелее?

17. Как зависит подъемная сила аэростата от температуры, при которой производится его подъем?

18. Почему заряженный проводник, покрытый пылью, быстро теряет свой заряд?

19. В раствор медного купороса опущены два цилиндрических угольных электрода, на одном из которых отлагается медь. Почему наиболее толстый слой меди получается на той части его поверхности, которая обращена к другому углю?

## Микроопыт

Попробуйте определить среднюю плотность Вашего тела. Что Вам для этого потребуется?

## Любопытно, что...

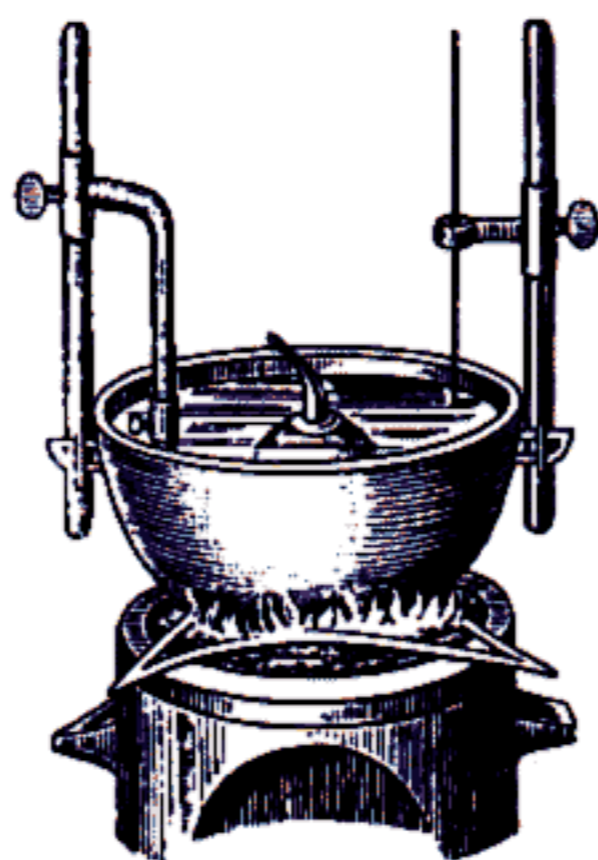
...знаменитый греческий врач Гиппократ отмечал в своих сочинениях, что дождевая вода легче всякой другой воды. Удивительно, что древние греки отличали дождевую воду по плотности даже от колодезной и пользовались ею для определения меры емкости.

...для определения плотности твердых веществ с XVII века использовали так называемую биланцетту, изобретение которой приписывали Галилею. Этот прибор был подобен пружинным весам, позволяющим сравнивать вес тел в воде и в воздухе.

...размышляя о существовании пустоты, Отто Герике решил на опыте проверить теорию Декарта, по которой все пространство должно быть заполнено материей. Идея первых экспериментов по получению «пустоты» привела в конечном счете к созданию воздушного насоса.

...оригинальность опытов Кавендиша по определению средней плотности Земли заключалась в том, что они проводились в лабораторных условиях по наблюдениям взаимодействия сравнительно небольших масс. До этого все оценки искомой плотности базировались на измерениях отклонения отвеса от вертикали под действием расположенной поблизости горы.

...в Италии, вблизи Неаполя, есть знаменитая «собачья пещера». В ее нижней части непрерывно выделяется углекислый газ, плотность которого в полтора раза больше плотности воздуха. Газ стелется понизу и медленно выходит из пещеры. Человек беспре-



пятственно может войти в пещеру, для собаки же такая прогулка кончается печально.

...плотность янтаря близка к плотности морской воды. Это приводит к тому, что янтарь десятилетиями может находиться в море как бы во взвешенном состоянии, не давя на дно и не истираясь о песок.

...загадка аномального поведения плотности воды при изменении температуры от  $0$  до  $4^{\circ}\text{C}$  связана с ее квазикристаллическим строением. Повышение температуры в этом диапазоне приводит, помимо увеличения средних расстояний между атомами, к эффекту ломки структуры и более плотной упаковке самих молекул.

...наличие у веществ критической точки показывает, что между газом и жидкостью нет принципиального различия (и не только при температурах выше критической). Оказывается, изменяя температуру и давление, возможно перевести жидкость в газообразное состояние без всякого подобия кипения, непрерывным образом.

...если мысленно равномерно «размазать» вещество, сосредоточенное в звездах, по всему объему Галактики, то средняя плотность материи в ней окажется равной примерно  $5 \cdot 10^{-24}$  г/см<sup>3</sup>.

...через одну десятитысячную долю секунды после начала расширения Вселенной ее средняя плотность равнялась приблизительно  $10^{14}$  г/см<sup>3</sup>, т.е. плотности атомных ядер!

...нынешнее значение средней плотности Вселенной определяет сценарий ее дальнейшей эволюции. Либо процесс расширения будет продолжаться неограниченно долго, либо сменится сжатием. Поскольку материя во Вселенной, возможно, существует и в труднодоступных наблюдению формах, окончательно установить нынешнюю ее плотность не удастся, и вопрос о будущем Вселенной пока открыт.

## Что читать в «Кванте» о плотности

(публикации последних лет)

1. «Ах, уж эта влажность» — 1992, №11, с.35;
2. «Колебания заряда и космическая оранжерея» — 1994, №5, с.43;
3. «Замораживающая лужа» — 1995, №4, с.46;
4. «Новая Земля и Новое Небо» — 1996, №1, с.2;
5. «Метод электростатических изображений» — 1996, №1, с.42;
6. «Аэро- и гидростатика» — 1996, №3, с.53.

Материал подготовил  
А.Леонович