

СКОЛЬКО БУДЕТ СОВПАДЕНИЙ?

- Марь-Иванна¹, а можно вас спросить?
- Что поделать, спрашивай.
- Мне тут попалась старая фантастическая книга...
- Какого автора?
- Э... забыл, как фамилия... Похоже на «Брэд»...

Брэд Питт, что ли?

- Может, Брэдбери?
- Точно, Брэдбери! Так у него там в заглавии температура указана в каких-то градусах по Фаренгейту! Это сколько по-нормальному-то будет?
- Что значит «по-нормальному»?

– Ну, в наших градусах, которыми все нормальные люди пользуются.

– Не будем делить людей на нормальных и ненормальных по термометрам, которыми они пользуются. Да, сейчас в большинстве стран в быту применяется шкала Цельсия – по фамилии шведского учёного, предложившего её в середине XVIII в. Он взял две «опорные точки» – температуры плавления льда и кипения воды при так называемом нормальном давлении – и «расстояние» между ними поделил на 100 равных частей. Каждая часть и есть привычный нам градус Цельсия (обозначается так: °C). Кстати, поначалу Цельсий принял за 0 температуру кипения, а температуру плавления – за 100. Пришлось потом переворачивать. А вот немецкий учёный Фаренгейт предложил свою шкалу несколько раньше, и, по-видимому, ставил другую цель – сделать её максимально «бытовой».

– Это как?

– Чтобы в пределах от 0 до 100 градусов лежали температуры, которые нам чаще всего встречаются в жизни, и чтобы отрицательными приходилось пользоваться пореже. Потому он принял за 0 температуру плавления смеси снега и нашатыря (хлорида аммония). Это примерно -18°C – приличный мороз, холоднее бывает нечасто! А нормальная температура человеческого тела соответствует 98 градусам по Фаренгейту.

¹ Это, разумеется, учительница. У кого же ещё может быть такое имя-отчество?



– Ну и число! Почему именно столько?

– Есть разные версии. Возможно, он просто ошибся при измерениях, а потом решил уже ничего не менять. Поначалу вроде бы планировалось, чтобы нормальная температура тела соответствовала 100 градусам, но... что вышло, то вышло². Во всяком случае, шкала Фаренгейта оказалась довольно живучей и по сей день используется в некоторых странах – скажем, в США. Градус Фаренгейта обозначается так: °F. Соотношение же между двумя шкалами таково: 0 и 100 °C – это соответственно 32 и 212 °F. Зная эти значения, легко переведёшь любую температуру из одной шкалы в другую. Составишь соответствующую формулу?

– Ну-ка, попробую! Диапазон от плавления до кипения по Цельсию – 100 градусов, а по Фаренгейту получается $212 - 32 = 180$ градусов. Значит, один градус Цельсия – это $\frac{180}{100} = 1,8$ градуса Фаренгейта. Ну, и ещё сдвиг на 32 градуса. Выходит, если температуры по Цельсию и Фаренгейту обозначить через T_C и T_F , то они связаны между собой так:

$$T_F = 32 + 1,8T_C.$$

– Верно! Между прочим, в своё время было предложено немало иных температурных шкал. Например, несколько раньше свою температурную шкалу разработал великий Исаак Ньютон. За ноль он принял опять-таки температуру плавления льда, а нормальную температуру человеческого тела (подобно Фаренгейту) приравнял к 12 градусам. Почему именно к двенадцати? Видимо, потому что это – дюжина, всюю тогда применявшаяся при счёте. Например, в шиллинге было 12 пенсов. Опять же, имеет много удобных делителей: 2, 3, 4... Градус Ньютона, естественно, обозначают так: °N. И температура кипения воды равна 33 °N. Напиши-ка по-быстрому формулу связи между температурами Ньютона и Цельсия.

– Легко! Тут $\frac{33}{100} = 0,33$ и $T_N = 0,33T_C$. Сдвига-то нет!

– Хорошо. Были и другие забытые ныне шкалы: Реомюра, Рёмера, Делиля и так далее. Но гораздо актуальней ещё две применяемые по сей день шкалы:

² Поэтому нынешние 100 градусов по Фаренгейту – это примерно 37,8 градусов по Цельсию. Изрядная простуда!



Кельвина и Ранкина (иногда говорят «Ренкина»). Это уже знакомые тебе шкалы Цельсия и Фаренгейта, но начало их сдвинуто к *абсолютному нулю*. Кстати, в отличие от других шкал, понятие «градус Кельвина» (и сам значок градуса) не применяют – вместо него говорят просто «Кельвин», а в формулах используют лишь букву «К». Например, температура кипения воды есть 100°C или 373 К . Ну, а градус Ранкина обозначается $^\circ\text{Ra}$ – двумя буквами.

– Что за абсолютный нуль такой?

– Поясню. Температура отображает тепловое движение молекул. Чем быстрее молекулы движутся относительно соседних молекул (а в твёрдых веществах – чем сильнее колеблются вблизи положения равновесия), тем выше температура. Как следствие – теоретически возможна такая температура, при которой *всякое* тепловое движение отсутствует. Она и называется абсолютным нулём. Ниже её спуститься просто невозможно (да и её-то саму достичь практически нереально). Поэтому температуры по Кельвину и Ранкину никогда не могут принимать отрицательных значений. Исследования показали, что абсолютный нуль соответствует $-273,15^\circ\text{C}$, поэтому связь между шкалами Кельвина и Цельсия можно записать так:

$$T_{\text{К}} = 273,15 + T_{\text{C}}.$$

А связь шкал Ранкина и Цельсия запишешь?

– Попробую. Если температура абсолютного нуля по Цельсию равна $-273,15^\circ\text{C}$, то по Фаренгейту это $32 + 1,8 \cdot (-273,15) = -459,67^\circ\text{F}$. Значит, шкала Ранкина есть шкала Фаренгейта, сдвинутая на $459,67$:

$$T_{\text{Ra}} = 459,67 + T_{\text{F}} = 459,67 + 32 + 1,8T_{\text{C}} = 491,67 + 1,8T_{\text{C}}.$$

– Вот, пожалуй, и всё. Надеюсь, я ответила на твой вопрос? Впрочем, не до конца. Ты ведь имел в виду роман Брэдбери «451 градус по Фаренгейту»? И спрашивал, сколько это будет *по-нормальному*, то есть по Цельсию. Сам найдёшь теперь ответ?

– Конечно! Если в формулу, связывающую T_{F} и T_{C} , подставить $T_{\text{F}} = 451$, получим $451 = 32 + 1,8T_{\text{C}}$, откуда $T_{\text{C}} = 232,8^\circ\text{C}$.

– Правильно. Как отмечает сам Брэдбери, это температура воспламенения бумаги, хотя разные спра-



вочники приводят разные значения. Но позволь и мне задать тебе вопрос. Мы более-менее подробно рассмотрели пять температурных шкал: Цельсия, Фаренгейта, Ньютона, Кельвина и Ранкина. А бывает ли такая температура, что в каких-то двух различных шкалах она принимает одно и то же числовое значение? И если да, то сколько всего таких «точек совпадения»?

– А что тут считать? Всего шкал пять. Первую можно выбрать пятью способами. Вторую – одну из оставшихся – четырьмя. Всего получается $5 \cdot 4 = 20$ пар. Но... здесь, по-моему, надо ещё поделить на 2.

– Почему?

– Ну, если мы выбрали шкалу Цельсия, а к ней в пару шкалу Фаренгейта, а потом в пару к шкале Фаренгейта шкалу Цельсия – это та же пара! И для других пар то же самое. Поэтому всего получается не 20, а 10 пар. Каждой паре – своя «точка совпадения».

– Думаю, всё-таки меньше.

– Это почему?

– Рассмотрим, скажем, пару «Цельсий – Кельвин». Температура по Кельвину *всегда* выше температуры по Цельсию на 273,15. Потому совпадение температур здесь невозможно.

– Верно... Но ведь то же самое будет и для пары «Фаренгейт – Ранкин»! Так что остаётся восемь пар.

– Ещё меньше.

– Но почему? А, понял: наверно, есть точка, в которой совпадают сразу *три* шкалы! Да?

– Нет, дело в другом. Подумай, в чём именно. Кстати, два совпадения из твоих предполагаемых восьми ты назовёшь «с ходу», ничего не вычисляя.

– Э... это как?

– Рассмотрим шкалы Цельсия и Ньютона.

– А, у них ноль совпадает! В смысле, за ноль принята одна и та же точка – температура плавления льда.

– Вот именно. А для пары «Кельвин – Ранкин» совпадение имеет место в абсолютном нуле. Насчёт остальных пар – поразмыслить надо...

Дорогие читатели! Поразмыслите и вы: наберётся ли 8 точек попарного совпадения или их вправду меньше, как утверждает Марь-Иванна?

Ответ в следующем номере



Художник Мария Усейнова