

# Ж У Р Н А Л К В А Н Т И К

Д Л Я Л Ю Б О З Н А Т Е Л Ь Н Ы Х



№ 12

декабрь  
2023

ТАКИЕ РАЗНЫЕ  
СНЕЖИНКИ...

ЛЁД, ВОДА  
И ПАР

КАК ТРЕСКАЮТСЯ  
ДЕРЕВЬЯ

Enter ↵

# ПОДПИСКА на 2024 год

в почтовых отделениях  
по электронной и бумажной версии  
**Каталога Почты России:**



индекс **ПМ989** —  
годовая подписка

индекс **ПМ068** —  
по месяцам полугодия

онлайн  
на сайте Почты России  
**podpiska.pochta.ru/press/ПМ068**



По этой ссылке вы можете  
оформить подписку  
и для своих друзей, знакомых, родственников

Подробнее обо всех вариантах подписки см. **kvantik.com/podpiska**

## ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ на ЖУРНАЛ «КВАНТИК»

НАШИ НОВИНКИ



Настенный перекидной  
календарь с интересными  
задачами-картинками  
от журнала "Квантик" —  
хороший подарок друзьям,  
близким и коллегам!



**Приобрести календарь  
и другую продукцию «Квантика»**  
можно в магазине «Математическая книга»  
(г. Москва, Большой Власьевский пер., д. 11),  
**в интернет-магазинах:**  
biblio.mccme.ru, ozon.ru, WILDBERRIES,  
Яндекс.маркет и других  
(полный список магазинов на kvantik.com/buy)

НАГРАДЫ  
ЖУРНАЛА



2017

Минобрнауки России  
**ПРЕМИЯ «ЗА ВЕРНОСТЬ НАУКЕ»**  
за лучший детский проект о науке



2021

**БЕЛЯЕВСКАЯ ПРЕМИЯ**  
за плодотворную работу  
и просветительскую деятельность



2022

Российская академия наук  
**ПРЕМИЯ ХУДОЖНИКАМ ЖУРНАЛА**  
за лучшие работы в области  
популяризации науки

**Журнал «Квантик» № 12, декабрь 2023 г.**

Издаётся с января 2012 года

Выходит 1 раз в месяц

**Свидетельство о регистрации СМИ:**

ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г.

выдано Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

**Главный редактор** С. А. Дориченко

Редакция: В. Г. Асташкина, Т. А. Корчемкина,  
Е. А. Котко, Г. А. Мерзон, М. В. Прасолов,  
Н. А. Солодовников

Художественный редактор  
и главный художник Yustas

Верстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова

Обложка: художник Мария Усеинова

**Учредитель и издатель:**

Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Московский Центр непрерывного математического образования»

**Подписка на журнал в отделениях почтовой связи**

• **Почта России:** Каталог Почты России  
(индексы **ПМ068** и **ПМ989**)

• **Почта Крыма:** Каталог периодических изданий  
Республики Крым и г. Севастополя (индекс **22923**)

• **Белпочта:** Каталог «Печатные СМИ. Российская  
Федерация. Казахстан» (индексы **14109** и **141092**)

**Онлайн-подписка на сайте**

• Почта России: **podpiska.pochta.ru/press/ПМ068**

• агентство АРЗИ: **akc.ru/itm/kvantik**

• Белпочта: **kvan.tk/belpost**

По вопросам оптовых и розничных продаж

обращаться по телефону **(495) 745-80-31**

и e-mail: **biblio@mccme.ru**

**Адрес редакции и издателя:** 119002, г. Москва,  
Большой Власьевский пер., д. 11. Тел.: (499) 795-11-05,  
e-mail: **kvantik@mccme.ru** сайт: **www.kvantik.com**

Формат 84x108/16 Тираж: 4500 экз.

Подписано в печать: 09.11.2023

Отпечатано в ООО «Принт-Хаус»

г. Нижний Новгород, ул. Интернациональная,  
д. 100, корп. 8. Тел.: (831) 218-40-40

Заказ №

Цена свободная

ISSN 2227-7986



**www.kvantik.com**

**kvantik@mccme.ru**

**vk.com/kvantik12**

**t.me/kvantik12**



■ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ	
<b>Справедливый делёж, последовательность Туэ–Морса и снежинка Коха.</b> <i>В. Кириченко, В. Тиморин</i>	<b>2</b>
■ СВОИМИ РУКАМИ	
<b>Модели снежинок из оригами.</b> <i>Т. Бонч-Осмоловская</i>	<b>7</b>
■ ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ	
<b>Речь и FoxP2.</b> <i>Г. Идельсон</i>	<b>12</b>
■ ДВЕ ТРЕТИ ПРАВДЫ	
<b>Фишер, Смыслов, Таль.</b> <i>С. Полозков</i>	<b>16</b>
■ ЧУДЕСА ЛИНГВИСТИКИ	
<b>Какой порт лишний?</b> <i>Е. Смирнов</i>	<b>18</b>
■ КАК ЭТО УСТРОЕНО	
<b>Лёд, вода и пар.</b> <i>И. Акулич</i>	<b>20</b>
■ ОЛИМПИАДЫ	
<b>XVIII Южный математический турнир.</b>	
<b>Избранные задачи</b>	<b>23</b>
<b>Итоги нашего конкурса за 2022/23 учебный год</b>	<b>30</b>
<b>Наш конкурс</b>	<b>32</b>
■ ОТВЕТЫ	
<b>Ответы, указания, решения</b>	<b>26</b>
■ ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ	
<b>Как трескаются деревья.</b>	
<i>Н. Солодовников</i>	<b>IV с. обложки</b>





# Какой порт машин?



**Задача.** Вот несколько слов:

*портвейн, портмоне, портсигар, портфель, портшез, портянка.*

1. Найдите два лишних слова.

2. Среди оставшихся четырёх слов попробуйте найти ещё одно, кое-чем отличающееся от остальных.

Прежде чем читать дальше, попробуйте найти ответ самостоятельно!

\*\*\*

Очевидно, что самое непохожее на остальные слова – это «портянка». Так называется кусок ткани, которым обматывали ноги, прежде чем надеть сапоги или ботинки – вместо носков или чулок. Во-первых, это слово единственное из списка, которое не состоит из двух корней. Во-вторых, оно единственное из перечисленных имеет русское происхождение – остальные слова заимствованные (сейчас разберёмся, из каких языков). Оно, по-видимому, происходит от древнерусского слова «портъ», которое значило «кусок или отрез ткани» – отсюда же и слово «портной».

Среди оставшихся слов из списка выпадает слово «портвейн». Так называется креплёное вино, которое производится в Португалии, в окрестностях города Порту. Оно получило распространение в XVIII веке, когда французы запретили экспортировать вино в Англию, в результате чего англичане стали закупать большие партии португальского вина. Чтобы оно перенесло длительную перевозку по морю, в вино стали добавлять немного бренди. Название «портвейн» как раз и значит «вино из Порту».

Остальные слова – французского происхождения, и корень «порт-» в них происходит от французского слова *porter*, означающего «носить». Вторая основа относится к тому, что именно предлагается носить: деньги или монеты (*monnaie*) – отсюда «портмоне», сигары – «портсигар», листы бумаги (лист по-французски *feuille*, читается примерно как «фёй») – «портфель». Кстати, ту же структуру имеет и слово «портфолио» («папка для ношения листов бумаги») – только слово *folio* пришло из латыни. Слово «портшез» тоже устроено таким же образом – *chaise* по-французски стул, то есть «портшез» дословно значит «носи стул». Но разница в том, что портшез, в отличие от трёх остальных слов – это не устройство для переноски стульев, а кресло-паланкин, которое носили слуги, то есть по существу переносной стул. Так что это слово и будет лишним.

Кстати, такая модель словообразования – глагол в повелительном наклонении плюс существительное – очень характерна для французского языка. Некоторые из этих слов были заимствованы русским языком. Помимо уже перечисленных, можно назвать кашпо (*cache-pot*, «прячь горшок»), кашне (род шарфа, от слова *cache-nez*, «прячь нос»), пенсне – очки без дужек, от *pince-nez*, «прищипи нос», и даже кастет (*casse-tête*, «ломай голову») – так называется тяжёлая накладная на руку, используемая как холодное оружие. Забавно, что по-французски слово *casse-tête* имеет и второе, более мирное значение – а именно... головоломка!

Художник Мария Цветаева



# ЛЕД, ВОДА и ПАР

Студентам, изучающим теплотехнику, чтобы они лучше «прочувствовали» некоторые особенности обыкновенной воды, нередко предлагают такую задачу.

Имеется при нормальном давлении:

- 1 кг льда при температуре  $-100^{\circ}\text{C}$ ;
- 1 кг воды при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ ;
- 1 кг пара при температуре  $+100^{\circ}\text{C}$ .

Всё это смешали в одной ёмкости (в которой тоже поддерживается нормальное давление), пока не установилось тепловое равновесие. Какова окажется температура получившейся смеси?

При поиске ответа на вопрос полезно взглянуть в таблицу, где приведены некоторые справочные данные (их легко найти в интернете). Вот чему равно количество тепла (в килоджоулях), необходимое, чтобы при нормальном давлении:

– нагреть 1 кг льда от $-100^{\circ}\text{C}$ до $0^{\circ}\text{C}$	170
– растопить 1 кг льда	330
– нагреть 1 кг воды от $0^{\circ}\text{C}$ до $100^{\circ}\text{C}$	420
– испарить 1 кг воды	2300

Взглянув на эти числа, постарайтесь сначала угадать ответ с ошибкой хотя бы не более 5 градусов. А потом проверьте свою догадку, выполнив расчёт или читая дальше. Возможно, будет повод удивиться!

\*\*\*

Въедливый читатель может спросить: а возможно ли в такой «пёстрой» смеси поддерживать постоянное нормальное давление? В самом деле, при нагревании льда объём его хоть немного, но растёт, зато при таянии он существенно снижается (почти на 10%). С водой ничуть не проще: при нагревании от 0 до  $4^{\circ}\text{C}$  её объём опять-таки уменьшается, но после этого, наоборот, увеличивается (и чем дальше, тем сильнее). А с паром вообще катастрофа: при его конденсации объём резко падает – в сотни раз. Но изменение объёма мгновенно влечёт изменение давления (как правило, в обратную сторону). Вот и попробуй поддерживать постоянное давление после смешивания всех компонентов! К счастью, есть испытанные способы добиться практически постоянного давления – напри-



мер, поместить смесь в цилиндрический сосуд, верхняя часть которого ограничена подвижным поршнем. Вес поршня вкупе с наружным атмосферным давлением и создают нужное постоянное давление в сосуде (поршень «ходит» по необходимости вверх-вниз).

Впрочем, мы отвлеклись от сути задачи. Вернёмся к делу.

Возьмём 1 кг льда и будем постепенно нагревать его, пока он весь не превратится в пар. Этот процесс разобьётся на четыре этапа. Вот они:

1) нагревание льда от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ ;

2) плавление льда (превращение его в воду) – при этом температура будет постоянной и равной  $0^{\circ}\text{C}$ , пока весь лёд не растает;

3) нагревание воды от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$ ;

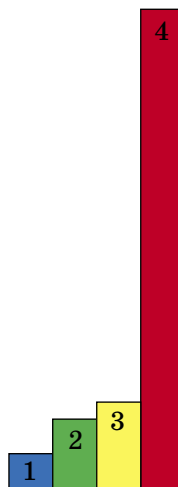
4) кипение воды – при этом температура будет постоянной и равной  $100^{\circ}\text{C}$ , пока вся вода не выкипит.

Если продолжать подводить тепло дальше, пар начнёт перегреваться и температура его станет подниматься выше  $100^{\circ}\text{C}$ , но это уже выходит за пределы нашей задачи, так что здесь притормозим.

Величины затрат тепла на все этапы были указаны как справочные в условии. Давайте теперь изобразим всё это схематично в виде диаграммы, причём *в масштабе*. Четыре разноцветных (и соответственно пронумерованных) столбика как раз соответствуют четырём этапам.

Что сразу бросается в глаза? Конечно, подавляющее превосходство высоты четвёртого столбика над первыми тремя. Она, очевидно, больше не только высоты каждого из трёх остальных столбиков, но и их суммы, притом в несколько раз! То есть, чтобы лишь испарить воду, требуется затратить во много раз больше тепла, нежели для нагревания льда, его плавления и последующего нагревания воды до ста градусов.

Но как это относится к нашей задаче? Самым непосредственным образом! Если такое огромное количество тепла надо затратить на испарение, то в точности



такое же количество будет выделено, если сконденсировать пар, превращая его обратно в воду. А ведь у нас как раз такое явление имеет место.

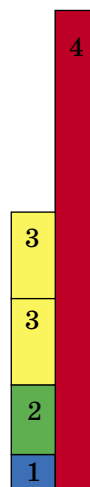
В самом деле, попавший в сосуд пар начнёт постепенно конденсироваться, выделяя тепло, которое пойдёт на нагревание льда, его плавление и последующее доведение образовавшейся воды до температуры  $100^{\circ}\text{C}$  – и этого с избытком хватит. Более того, его же хватит и на нагревание до  $100^{\circ}\text{C}$  второй компоненты нашей смеси – воды при изначально нулевой температуре.

А чтобы это утверждение не выглядело голословным, изобразим всё это опять же на диаграмме, поставив друг на друга первые три столбика (что соответствует количеству тепла, потребному для доведения до  $100^{\circ}\text{C}$  исходного льда) и дополнительно ещё раз третий столбик (что соответствует подогреву до той же температуры исходной воды) и приложив слева к четвёртому столбику.

Что мы видим? Суммарная высота синего, зелёного и двух жёлтых столбиков составляет где-то 60% от высоты красного (точную величину можете подсчитать сами – числа возьмите из таблицы). А это как раз означает, что примерно 0,6 кг попавшего в сосуд пара сконденсируется, причём выделившегося при этом тепла будет достаточно, чтобы преобразовать остальные два компонента смеси в воду при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ . А оставшаяся часть пара (около 0,4 кг) так паром и останется.

Вот и ответ: температура получившейся смеси составит ровнёшенько  $100^{\circ}\text{C}$  – и ни градусом меньше! А получившаяся смесь будет содержать 2,6 кг воды и 0,4 кг пара.

Обычно эта задача предлагается, чтобы решающий хорошенько прочувствовал, насколько велика теплота парообразования воды. Это очень важный фактор для многих технологических процессов, в частности – при работе тепловых и атомных электростанций, вырабатывающих основную часть электроэнергии в мире (ведь вода в большинстве из них – главное «рабочее тело»).







## Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем **заочном математическом конкурсе.**

Первый этап состоит из четырёх туров (с I по IV) и идёт с сентября по декабрь.

Высылайте решения задач IV тура, с которыми справитесь, не позднее 5 января в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция: [kvan.tk/matkonkurs](http://kvan.tk/matkonkurs)), либо электронной почтой по адресу **matkonkurs@kvantik.com**, либо обычной почтой по адресу **119002, г. Москва, Б. Власьевский пер., д. 11, журнал «Квантик»**.

В письме кроме имени и фамилии укажите город, школу и класс, в котором вы учитесь, а также обратный почтовый адрес.

В конкурсе также могут участвовать команды: в этом случае присылается одна работа со списком участников. Итоги среди команд подводятся отдельно.

Задачи конкурса печатаются в каждом номере, а также публикуются на сайте [www.kvantik.com](http://www.kvantik.com). Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик» и призы. Желаем успеха!

### **IV ТУР**



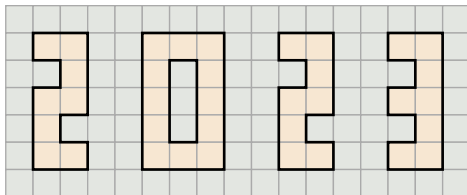
- 16.** Можно ли записать подряд по возрастанию три последовательных натуральных числа и поставить между ними два знака арифметических действий так, чтобы итог равнялся 2023, если
- а) оба раза разрешается использовать любой знак;
  - б) надо использовать один знак сложения и один знак умножения?

**17.** У Пети была кубическая коробка и много кусочков сахара размером  $1 \times 2 \times 2$ . Он смог поместить весь сахар в коробку в несколько слоёв, располагая кусочки параллельно сторонам коробки гранью  $2 \times 2$  вниз. Потом он решил переложить все кусочки в такую же коробку, располагая их параллельно сторонам коробки гранью  $1 \times 2$  вниз, но задумался – точно ли это возможно? Помогите Пете ответить на вопрос.



Авторы задач: Дмитрий Калинин (16), Татьяна Казицына (17, 19), Сергей Костин (18), Константин Кноп (20)

18. Разрежьте квадрат  $6 \times 6$  на семь частей и сложите из них изображённую на рисунке фигуру в виде числа 2023.

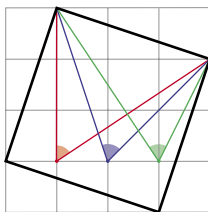


Папа, у тебя, случайно, на работе не найдётся пятьдесят сотрудников и семь диванов?



19. По кругу стоят 7 диванов, на них сидит всего 50 человек, на каждом диване — хотя бы один человек. Каждый сказал: «На следующем по часовой стрелке диване ровно половина людей выше меня ростом, а ровно половина — ниже». Какое наибольшее число людей могло сказать правду?

20. Внутри квадрата со стороной, равной диагонали прямоугольника  $1 \times 3$  клеточки, отметили три угла — красный, синий и зелёный, — как показано на рисунке. Чему равна их сумма?



Художник Николай Крутиков

Ну, понятно, о чём ты думаешь. Скоро Новый год, но задачку-то ты хоть внимательно читал?



Ну я же сказал — задачу решу и пойдём гулять





# Как Трескаются деревья

Зимой ствол дерева может треснуть, как показано на картинке ниже. Трещины идут вдоль ствола и бывают двух типов: слева – разрывают годовые кольца поперёк, справа – отделяют годовые кольца друг от друга.

Известно, что трещины одного типа образуются чаще при потеплении, а другого – при похолодании. Какие когда?

Автор Никита Солодовников

Художник Елена Цветаева

ISSN 2227-7986 23012



9 772227 798237

Автор Никита Солодовников