

## Открытая лабораторная 2019. Методичка

### Рекомендации завлабам. Как пользоваться методичкой и презентацией.

Первое что надо сделать - прочитать Журнал лаборанта и попробовать ответить на вопросы, не читая методичку. Если у вас не получится легко ответить на все вопросы - это нормально. Вопросы взяты из самых разных областей науки и никто не может знать все. Есть вопросы совсем простые, а есть трудные. Мы пытались составить вопросы так, чтобы они были интересными, неожиданными и подталкивали к размышлениям.

Прочитайте методичку, посмотрите приведенные ссылки. Практически вся необходимая информации есть в русской Википедии или английской Wikipedia.

Во время открытой лабораторной у вас должны быть открыты три материала: презентация на большом экране, методичка на вашем ноутбуке или планшете и Журнал лаборанта. Журнал должен быть открыт и у лаборантов.

Вам понадобятся все три материала.

На презентации отображена только часть необходимой информации. Многие подробности есть в методичке. Много вы можете рассказать, основываясь на ваших собственных знаниях, которые - мы в этом уверены - глубоки и обширны.

Не стесняйтесь отвлекаться и давать информацию, углубляющую ответы на вопросы, то что вы знаете и что стоит добавить к методичке. Только помните про временной лимит: у вас будет час-полтора на все ответы.

Если у вас будут вопросы, пишите модератору вопросов Открытой лабораторной. на мой email [telega1@yandex.ru](mailto:telega1@yandex.ru)

Я надеюсь, что все вопросы мы сможем решить до 9 февраля.

Владимир Губайловский

### Реникса

Наука непрерывно развивается. Ее положения, которые ее вчера казались безусловно верными, радикально пересматриваются, а гипотезы, казавшиеся фантастическими, получают научное подтверждение. Здравый смысл часто не поспевает за наукой и крепко держится устаревших представлений. Мы собрали здесь список надежных фактов и наукоподобной чепухи — рениксы. Проверьте, уверенно ли вы их различаете.

*химия*

1. Дмитрий Менделеев изобрел рецепт русской водки.

**Нет.**

Диссертация Дмитрия Менделеева называлась «О соединении спирта с водой» (1865), и, видимо, на этом основании, великому химику приписали изобретение, которого он не делал. Работа Менделеева действительно использовалась при производстве водки, но сам он никогда этим не занимался.

40-градусный стандарт водки утвердил министр финансов Российской империи Михаил Рейтерн в 1866 году: крепость необходимо было зафиксировать поскольку произошла монополизация водочной торговли, и алкоголь был обложен акцизными сборами. До середины XIX века крепость водки определялась так называемым “полугаром”: если налитую в стакан водку поджигали и ее объем выгорал до половины, то крепость считалась нормальной. Полугар примерно равняется крепости 38%.

Рейтерн предложил округлить количество градусов до сорока для удобства подсчета объемов произведенного продукта и поступающих акцизных платежей.

Работы Менделеева по растворам спирта стали тем не менее важны для водочного производства, в частности, потому, что он исследовал процессы, которые происходят при смешивании воды и спирта и показал, что при этом происходит “потеря” объема: если вы смешаете 400 миллилитров спирта и 600 миллилитров воды - вы получите объем меньше одного литра. Причем полученный объем зависит от температуры и давления, при которых происходило смешивание. Объем раствора также зависит от концентрации спирта. При “соединении спирта с водой” нельзя пользоваться объемными единицами, а только весовыми. В определенном смысле работа Менделеева дала научную основу, существовавшему уже много веков водочному производству.

О водочном стандарте

<http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/HISTORY/BONDAR.HTM>

Михаил Христофорович Рейтерн министр финансов Российской империи

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Reitern\\_Mikhail\\_Khristoforovich.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Reitern_Mikhail_Khristoforovich.jpg)

Дмитрий Менделеев. Портрет работы Репина.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Medeleeff\\_by\\_repin.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Medeleeff_by_repin.jpg)

Менделеев. Титульный лист диссертации “О соединении спирта с водой”

<https://dlib.rsl.ru/viewer/01003567718#?page=1>

*физика*

**2. Электричество может передаваться по проводам без потерь.**

**Да.**

Это явление называется сверхпроводимостью. Сверхпроводимость — свойство некоторых материалов обладать строго нулевым электрическим сопротивлением для постоянного тока при достижении ими температуры ниже определенного значения (критическая температура). Известно несколько сотен материалов — чистых элементов, сплавов и керамик, — переходящих в сверхпроводящее состояние.

Обычно переход в сверхпроводящее состояние происходит при очень низких температурах — несколько градусов по Кельвину (около  $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Но сегодня известны и высокотемпературные сверхпроводники, которые переходят в сверхпроводящее состояние при температуре  $-135\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

[https://en.wikipedia.org/wiki/High-temperature\\_superconductivity](https://en.wikipedia.org/wiki/High-temperature_superconductivity)

### ***Картинки.***

Магнит, левитирующий над сверхпроводником. Вики.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Meissner\\_effect\\_p1390048.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Meissner_effect_p1390048.jpg)

Подпись под картинкой.

Падение сопротивления постоянного электрического тока в сверхпроводнике

<http://edufuture.biz/index.php?title=%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:A16.3.jpg>

Переход ртути в сверхпроводящее состояние при температуре 4,1 Кельвина

Открытие было сделано в 1911 году, когда голландский физик Х. Камерлинг-Оннес обнаружил, что при охлаждении ртути в жидком гелии до 4,1 К ее сопротивление сначала меняется постепенно, а при температуре 4,1 К резко падает до нуля.

### ***Комментарий***

Журнал Дмитрия Мамонтова

<https://www.facebook.com/dm.mamontov/posts/456582637805990>

Представим себе торговый центр с двумя входами-выходами с разных сторон. Это - проводник. Внутри - множество магазинов и бутиков. Это - кристаллическая решетка. Если запустить через один вход частицу-девочку (фермион - электроны являются фермионами), то вместо того, чтобы пройти прямо насквозь и выйти с другой стороны, она будет испытывать многочисленные столкновения с магазинами, и выйдет с изрядно похудевшим кошельком. Это - механизм электрического сопротивления. А теперь представим, что на входе девочка встречает подругу, и они ~~зацепляются~~ зацепляются языками начинают болтать о моде, прическах и мальчиках. При этом две девочки (фермионы) действуют как единое целое. Это - куперовская пара. Увлеченные разговором, подруги не замечают магазинов и проходят торговый центр насквозь, не испытывая соударений с бутиками и не потратив ни копейки денег. Это - сверхпроводимость.

### ***биология***

#### **3. Человек может жить с одним полушарием мозга. Да.**

При некоторых поражениях одного из полушарий мозга (например, при тяжелых формах эпилепсии) больному делается операция, известная под названием анатомическая гемисферэктомия, — удаление целого полушария мозга. Иногда ее делают в раннем возрасте, когда обширное повреждение одного полушария угрожает нормальному функционированию другого. Казалось бы, если пациенту удалили левое полушарие, то он никогда не сможет говорить и понимать речь, поскольку языковые зоны расположены именно в левом полушарии. Но это не так. Если операцию делают в достаточно раннем возрасте — до 5 лет, речевые функции восстанавливаются. С некоторыми ошибками пациенты вполне могут говорить и понимать речь.

[https://neurobiology.ru/res/DictionaryAttachment/501/DOC\\_FILENAME/2008-06-94.pdf](https://neurobiology.ru/res/DictionaryAttachment/501/DOC_FILENAME/2008-06-94.pdf)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Hemispherectomy>

Картинка

Hemispherectomy in the treatment of seizures: a review

Sean M. Lew. Medical College of Wisconsin, Children's Hospital of Wisconsin, Milwaukee, WI 53226, USA

<http://tp.amegroups.com/article/view/3760/5032>

Мозг человека после анатомической гемисферэктомии - удаления правого полушария. Слева - горизонтальный (аксиальный) разрез, справа - вертикальный (корональный) разрез. Источник фотографии: Translational pediatrics.

*география*

**4. Идя по красной стрелке компаса, придешь в самую северную точку Земли.**

**Нет.**

Стрелки компаса ориентированы вдоль силовых линий магнитного поля Земли. Один из магнитных полюсов расположен в Арктике (он часто называется Северным магнитным полюсом), другой - вблизи Антарктиды (он часто называется Южным магнитным полюсом). Ни один из магнитных полюсов не совпадает с географическими полюсами. Ни один из них не имеет постоянного положения на земной поверхности. То есть по какой бы стрелке компаса мы не двигались, мы никогда не придем в географический полюс.

Примерно с начала XVII века северный магнитный полюс располагался в границах канадской Арктики. Со второй половины XX века полюс довольно быстро движется через Северный Ледовитый океан в сторону Таймыра. В 2009 году скорость движения северного магнитного полюса составляла 64 километра в год. Сегодня он находится сравнительно недалеко (в  $3,5^\circ$ ) от Северного географического полюса.

Происхождение магнитного поля Земли

<https://www.iflscience.com/environment/we-still-dont-know-when-the-earths-magnetic-field-began/>

О магнитном поле Земли

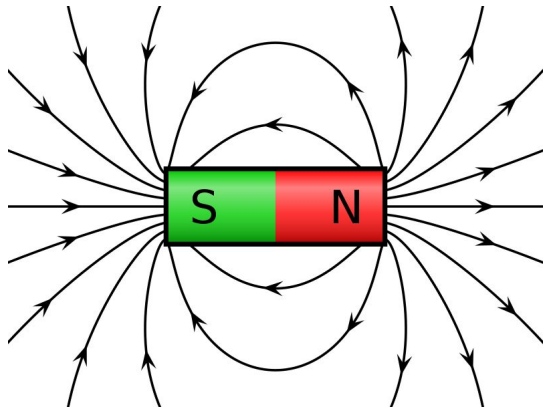
[http://fizmat.by/kursy/magnetizm/magnit\\_pole](http://fizmat.by/kursy/magnetizm/magnit_pole)

Источник картинки

[https://en.wikipedia.org/wiki/North\\_Magnetic\\_Pole](https://en.wikipedia.org/wiki/North_Magnetic_Pole)

***Красная стрелка компаса (специальное пояснение)***

Постоянный магнит имеет два полюса - они традиционно называются "северный" и "южный". Северный полюс магнита - тот, из которого выходят под прямым углом силовые линии магнитного поля. Южный полюс магнита - тот, в который входят под прямым углом силовые магнитного поля. Никакого отношения к географическим полюсам Земли полюса магнита не имеют. Традиционно северный полюс магнита на схеме окрашивается в красный цвет (цвет южного полюса может быть самый разный). Вот пример схематического изображения постоянного магнита:



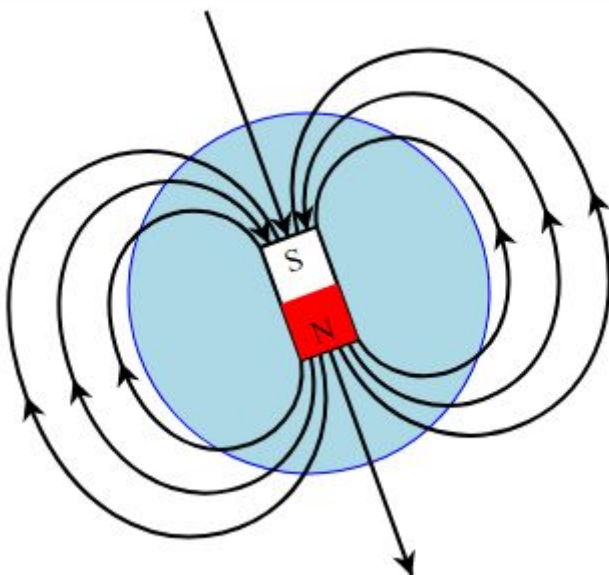
Силовые линии выходят из северного (красного) полюса N и входят в южный (в данном случае зеленый) полюс S. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнит>

Земля имеет магнитное поле и представляет собой постоянный магнит, будем его называть “магнит Земля”, чтобы отличать его от планеты Земля. Главным источником магнитного поля Земли является жидкое ядро планеты. У магнита Земля тоже есть два полюса: северный N - тот из которого под прямым углом выходят силовые линии магнитного поля, и южный S - в который под прямым углом входят силовые линии магнитного поля.

Ниже приведено схематическое изображение магнитного поля Земли.

Северный полюс магнита Земля традиционно окрашивается в красный цвет, южный не имеет постоянного цвета: на приведенной ниже схеме южный полюс - белый

Магнит Земля.



Магнитное поле Земли постоянно смещается относительно самой Земли. Полюса магнита Земля не являются антиподальными точками (то есть концами диаметра, проведенного через центр Земли), смещение полюсов N и S магнита Земля - не

синхронизировано во времени. Полюс N в настоящее время находится недалеко от Антарктиды, полюс S - в Арктике. То есть получается, что северный полюс магнита Земля расположен близко к южному географическому полюсу Земли, а южный полюс магнита Земля расположен близко к северному географическому полюсу Земли. Это еще раз напоминает о том, что понятия “южного” и “северного” магнитных полюсов никак не связано с географией.

Стрелка компаса тоже представляет собой магнит. Назовем его магнит Стрелка. У него точно также как и у магнита Земля два полюса - северный, из которого выходят силовые линии, и южный, в который силовые линии входят.

Естественно точно также северный полюс традиционно окрашивается красным.

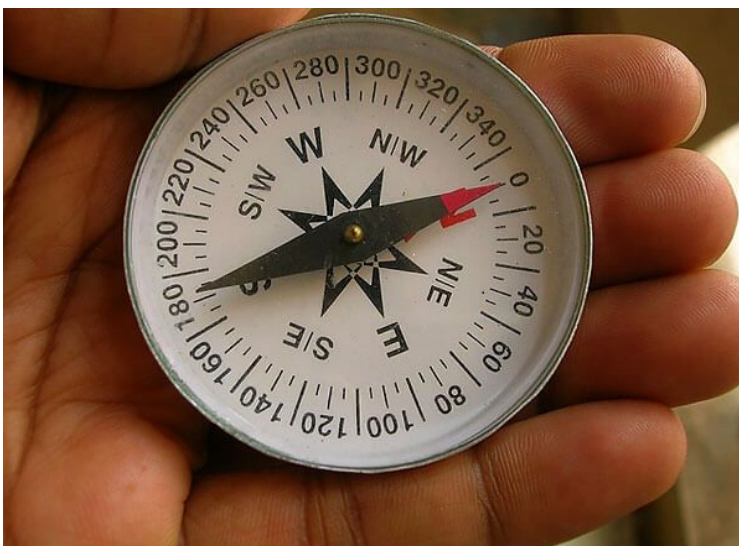
Северный (красный) полюс магнита Стрелка отталкивается от северного полюса магнита Земля и притягивается к южному полюсу магнита Земля.

В результате оказывается, что красный полюс магнита Стрелка указывает на южный полюс магнита Земля, который в настоящее время расположен близко к Северному географическому полюсу Земли.

Чем ближе к Северному географическому полюсу Земли - тем выше погрешность, с которой компас указывает на географический Север. Прямо на Северном географическом полюсе Земли стрелка компаса указывает строго на юг.

Надо отметить, что встречаются компасы, в которых стрелка, указывающая на южный магнитный полюс (близкий к географическому Северному), окрашивается в синий цвет. Это вносит путаницу в традиционную разметку. Более принятой (и практически нормативной) является обозначение северного полюса магнита - красным.

Стандартный компас



## **5. Ни одно животное не может питаться с помощью фотосинтеза.**

**Нет.**

Явление фотосинтеза встречается фактически во всех царствах живого мира, в том числе у животных (инфузорий, плоских червей, кораллов, моллюсков, саламандр). Фотосинтез — это процесс, при котором организм превращает световое излучение в химическую энергию. Он протекает в особых клеточных органеллах — пластидах, полуавтономных системах с небольшим набором собственных генов в кольцевых ДНК. Правда, у животных это всегда результат сожительства или заимствования как целых фотосинтезирующих клеток, так и отдельных генов фотосинтеза. Например, *Elysia chlorotica*, или морской слизень, который относится к голожаберным моллюскам. Этот морской слизень еще на стадии личинки поедает водоросли, но переваривает их не до конца, а оставляет хлоропласты. Эти хлоропласты в рабочем состоянии, и слизень встраивает их в клетки собственных наружных покровов. Хлоропласты на свету продолжают работать, и в своем обычном «растительном» режиме производят глюкозу, которую моллюск использует в качестве пищи. В отличие от обычных симбиозов животных с фотосинтетическими водорослями, *Elysia chlorotica* встроил в свой геном некоторые «пластидные» гены, необходимые для поддержания хлоропластов в рабочем состоянии. *Elysia chlorotica* служит примером исключительно тесного симбиоза животного и растения, затронувшего даже геном. Так что вполне можно сказать, что *Elysia chlorotica* — фотосинтезирующее животное.

<https://cyberleninka.ru/article/v/simbioticheskiy-fotosintez-u-zhivotnyh>

Фотосинтез бактерий в инфракрасном диапазоне

<https://www.imperial.ac.uk/news/186732/new-type-photosynthesis-discovered/>

Картинка

[https://en.wikipedia.org/wiki/Elysia\\_chlorotica](https://en.wikipedia.org/wiki/Elysia_chlorotica)

*физика*

## **6. При стирании информации всегда выделяется тепло.**

**Да.**

Информация всегда хранится в виде особого физического состояния, например, как намагниченный домен на диске (но это необязательно! информация может быть, например, написана на листочке бумаги карандашом). В основе любых вычислительных процессов всегда лежат процессы физические. Когда информация безвозвратно стирается, в системе, сохраняющей информацию, уменьшается энтропия. Но согласно второму началу термодинамики, это не может быть единственным результатом физического процесса в замкнутой системе. Поэтому температура памяти увеличивается настолько, чтобы с избытком компенсировать снижение энтропии информации в памяти. В 1961 году физик Рольф Ландауэр показал, что при безвозвратном удалении одного бита при комнатной температуре выделяется не менее  $2,7 \times 10^{-21}$  Дж тепловой энергии. Это очень маленькая величина. В 1961 году и еще долгое время компьютеры были медленными и энергозатратными — они выделяли большое количество тепла при нагревании контактов и работающих узлов машины, и это тепло в триллионы раз превосходило тепло, которое выделяется именно при стирании информации. Статью Ландауэра вспомнили уже в XXI веке, когда компьютеры стали очень быстрыми и предельно экономными, и разработчики стали

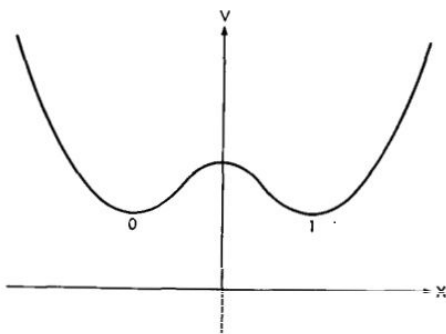
бороться с тепловыделением каждой малой доли джоуля. Когда на чипе миллиарды вентиляей и они работают с частотой несколько миллиардов в секунду — количество тепла, которое выделяется именно при стирании информации становится реально значимым. Это тепло крайне трудно уменьшить. Сегодня процессоры работают настолько экономно, что на каждый стираемый бит выделяется тепло всего лишь в тысячу раз больше, чем указанный Ландауэром минимум.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Landauer%27s\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/Landauer%27s_principle)

В оригинальной статье Ландауэра

(<http://worrydream.com/refs/Landauer%20-%20Irreversibility%20and%20Heat%20Generation%20in%20the%20Computing%20Process.pdf>)

приводится соответствующий рисунок. Сохранение одного бита информации требует по крайней мере одной степени свободы, то есть наличия бистабильной потенциальной ямы.



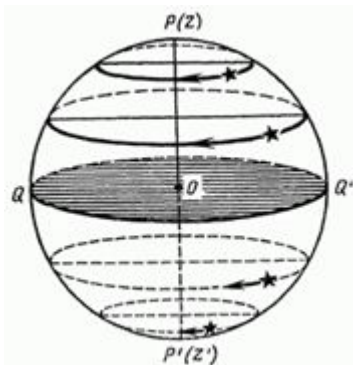
*астрономия*

### 7. На экваторе день всегда равен ночи.

**Да.**

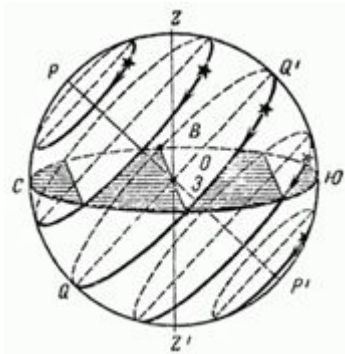
Солнце на экваторе всегда восходит вертикально — перпендикулярно горизонту, и садится тоже вертикально. И день всегда равен 12 часам.

Проще всего это представить, если посмотреть на видимое движение Солнца в разных широтах .

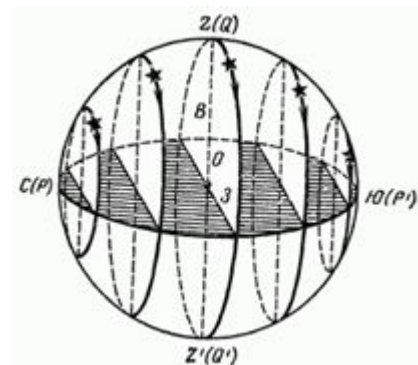


Суточное движение светил на Северном полюсе.





Суточное движение светил в умеренных широтах



Суточное движение светил на экваторе

[http://stu.sernam.ru/book\\_aa.php?id=9](http://stu.sernam.ru/book_aa.php?id=9)

Если быть совсем точным, то день на экваторе немного длиннее ночи. Это связано с тем, что Солнце имеет ненулевой угловой размер, а светает с появлением его верхнего края над горизонтом. Из-за этого и из-за преломления света в атмосфере день на экваторе около 12 часов 10 минут.

*физика*

## 8. Вода плотнее льда.

**Да.**

Большинство веществ на Земле при замерзании становятся более плотными, но не вода. Максимальную плотность при нормальном атмосферном давлении пресная вода имеет при 4 градусах по Цельсию — 1000 кг/м<sup>3</sup>. При дальнейшем охлаждении вода становится менее плотной: при 0 градусов плотность воды 999,87 кг/м<sup>3</sup>, то есть литр воды при охлаждении до 0°C становится легче на десятые доли грамма. А плотность льда при 0 градусов 916,7 кг/м<sup>3</sup> — лед на десятую долю легче воды. Несмотря на то, что вода при 4 °C совсем немного тяжелее, чем при 0 °C, она опускается в нижние слои и сохраняется в жидком состоянии. Из-за того, что в нижних слоях водоемов и рек в северных широтах даже зимой сохраняется жидкая вода, там сохраняются условия для жизни.

Есть другие вещества, плотность которых в жидком состоянии выше, чем в твердом. Это, например, висмут, германий и галлий.

Картинка

Айсберг

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Iceberg\\_Ilulissat.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Iceberg_Ilulissat.jpg)

*биология*

### **9. Нервные клетки (нейроны) не восстанавливаются**

**Нет.**

Клетки нервной системы – нейроны – в отличие от клеток других тканей человеческого организма – не делятся. То есть новые клетки взамен погибших не рождаются. Именно на этом основании появилось и долгое время было популярным (и вполне научным) утверждение: «Нервные клетки не восстанавливаются». Но в 1960-х годах было открыто явление нейрогенеза (рождения нейронов в организме) у крыс, а потом и у других животных и птиц. В 1990-ых годах это явление было открыто в мозге человека. В 2000-ые исследования нейрогенеза у взрослых людей получили убедительные подтверждения. Новые нейроны рождаются из клеток стенок желудочков головного мозга и в зубчатой извилине гиппокампа. После рождения нейроны мигрируют на новое место и встраиваются в работу нейронных сетей. Если в будущем удастся управлять процессом рождения и миграции новых нейронов, это может помочь в лечение многих заболеваний мозга, в том числе болезни Паркинсона.

<https://www.nkj.ru/archive/articles/4199/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3106107/pdf/nihms295141.pdf>

Картинка

<https://en.wikipedia.org/wiki/Hippocampus#/media/File:Gray739-emphasizing-hippocampus.png>

*физика*

### **10. Левитация — фантастическая технология.**

**Нет.**

Существует целый ряд технологий левитации, то есть безопорного парения предметов при наличии сил гравитации. Самый простой из них — аэродинамическая левитация в восходящем потоке воздуха. Также известна левитация сверхпроводников в магнитном поле, левитация в интерферирующих акустических волнах, а за эксперимент с левитацией живой лягушки в сильном магнитном поле Андрей Гейм получил в 2000 году Шнобелевскую премию. Технология магнитной левитации сегодня используется для пассажирских поездов.

Картинка

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2#/media/File:Picture-4.jpg>

*биология*

### **11. Трехцветными бывают кошки, но не коты.**

**Да.**

Трехцветными бывают только кошки, а не коты, так как только X-хромосома определяет цвет шерсти и только самки имеют две X-хромосомы. Здоровые коты имеют одну X-хромосому и одну Y-хромосому, поэтому практически невозможно, чтобы у кота встречались одновременно два пигмента: оранжевый — феомеланин и черный — эумеланин. Существует единственное исключение: когда в очень редких случаях коты имеют набор половых хромосом XXУ, они могут иметь черепаховый (двухцветный) или трехцветный окрас. Большинство таких котов бесплодны вследствие генетической мутации.

Можно отметить также следующий момент. Если кот обладает двумя половыми X-хромосомами, то генетические - это кошка, но поскольку у него есть и Y-хромосома, это - кот. Такие случаи крайне редки, и на всю котиную популяцию они составляют малые доли процента. Если вы видите трехцветного представителя вида *Felis silvestris* (кошка) - это почти наверняка кошка (самка), а не кот-мутант.

*химия*

## **12. Протий, дейтерий и тритий занимают одну клетку в Периодической таблице. Да.**

Это изотопы одного и того же элемента — водорода. Ядра изотопов одного элемента содержат одинаковое количество протонов и разное количество нейтронов. Протий — основной изотоп водорода — содержит только один протон, дейтерий — протон и нейтрон, тритий — протон и два нейтрона. Всего на сегодня известно семь изотопов водорода, но кроме трех перечисленных остальные крайне неустойчивы и распадаются за очень короткое время. Изотопы есть у всех элементов. То есть таблица Менделеева не плоская, а трехмерная — над каждой ее клеточкой поднимается «башня», где каждый изотоп занимает свой «этаж».

Существуют и другие изотопы водорода: квадий (протон+три нейтрона), пентий (протон+четыре нейтрона), гексий (протон+пять нейтронов), септий (протон+шесть нейтронов), но все они очень быстро распадаются - менее чем за  $10^{-22}$  сек.

## **Ваша версия**

**Здравый смысл часто ошибается, но у него есть и преимущество: он представляет мир как целое. Иногда достаточно представить явление в самых общих чертах, чтобы сформулировать правдоподобную гипотезу. Попробуйте, опираясь на весь свой опыт, который включает и здравый смысл и научные знания, высказать свою версию.**

**Из четырех верная только одна.**

*история науки, техника*

### **1. Крылья Дедала**

В 2019 году исполняется 500 лет со дня смерти великого художника и мыслителя Леонардо да Винчи (1452–1519).

На протяжении всей жизни Леонардо возвращался к идее полета человека. В его дневниках сохранилось много рисунков летательных аппаратов, которые подобны

птичьим крыльям. Такой аппарат, по легенде, был изобретен древнегреческим мастером Дедалом. Построить такой летательный аппарат Леонардо да Винчи не удалось, но его рисунки вдохновили множество последователей. Аппараты, которые за счет подъемной силы, развиваемой взмахом крыла способны подняться в воздух и лететь, получили название орнитоптеры. Беспилотные аппараты уже летают. А на что способен орнитоптер, приводимый в действие только мускульной силой человека на горизонтальной взлетной площадке?

- A. Пока не может ни подняться в воздух, ни лететь
- B. Может подняться в воздух, но не может лететь
- C. Не может самостоятельно подняться, но может лететь**
- D. Может самостоятельно подняться и лететь

Самого большого успеха орнитоптеры на мускульной силе человека добились совсем недавно. В 2010 году исследователи из Университета Торонто создали орнитоптер на человеческой тяге Snowbird. Пилот и он же силовая установка, Тодд Райхерт за 19,3 секунд пролетел расстояние в 145 метров со средней скоростью 25,6 км/час. Snowbird - это сочетание самых современных технологий и рисунков Леонардо да Винчи. Аппарат при размахе крыльев 32 м (как у авиалайнера Boeing 737) весит всего 42 кг. Одно из сообщений:

[http://zoom.cnews.ru/rnd/news/line/v\\_kanade\\_izobreten\\_pervyj\\_maholet\\_dlya\\_cheloveka](http://zoom.cnews.ru/rnd/news/line/v_kanade_izobreten_pervyj_maholet_dlya_cheloveka)

Вот видео полета Райхерта <https://youtu.be/0E77j1imdhQ>

Но самостоятельно оторваться от земли Snowbird не смог - его немного разогнал автомобиль. То что подняться в воздух труднее, чем лететь, понимал сам Леонардо, он даже предложил разгонный механизм, который помог бы его аппарату взлететь. Так что вполне можно считать мечту Леонардо о человеке, который полетит как птица, воплощенной.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Science\\_and\\_inventions\\_of\\_Leonardo\\_da\\_Vinci](https://en.wikipedia.org/wiki/Science_and_inventions_of_Leonardo_da_Vinci)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Ornithopter>

Орнитоптер Леонардо

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Leonardo\\_Design\\_for\\_a\\_Flying\\_Machine%2C\\_c.\\_1488.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Leonardo_Design_for_a_Flying_Machine%2C_c._1488.jpg)

*демография*

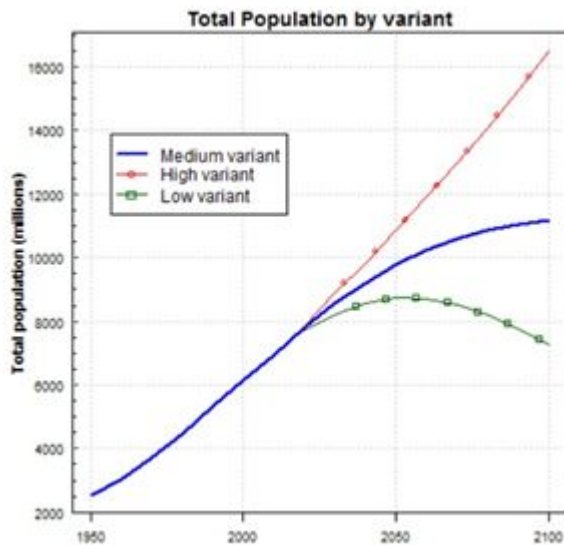
## 2. Считаем потомков

**В 2018 году население Земли составило 7,6 миллиарда человек. Каждый год демографический комитет ООН публикует долгосрочные прогнозы населения Земли до конца XXI века. Какой из прогнозов эксперты ООН считают наиболее вероятным?**

- A. Увеличится и продолжит ускоренно расти.
- B. Увеличится, но перестанет расти.**
- C. Останется примерно на сегодняшнем уровне.
- D. Сократится, пройдя максимум.

Правильный ответ - В. Давайте посмотрим на прогноз ООН 2018 года.

<https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/>

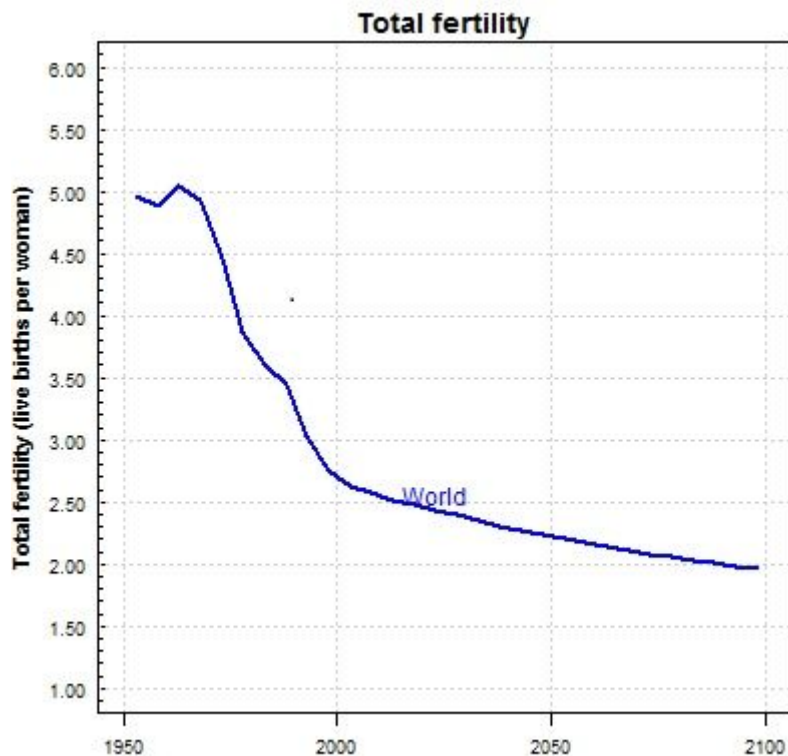


Здесь приведены три прогноза — высокий (красный). Это прогноз, построенный из расчета, что количество детей на одну женщину детородного возраста (коэффициент фертильности) сохранится на сегодняшнем уровне (вариант А). Низкий (зеленый) прогноз — из расчета, что коэффициент фертильности резко упадет (вариант D). Синий (умеренный) прогноз (вариант С) является самым вероятным — коэффициент фертильности согласно этому прогнозу продолжит свое постепенное снижение, но не так резко, как в зеленом прогнозе.

Согласно синему прогнозу население Земли к концу XXI века достигнет максимума на уровне 11 с половиной миллиардов и рост практически прекратится (вариант В).

Вариант С — невозможен. Население Земли не может стабилизироваться на сегодняшнем уровне, поскольку оно зависит от коэффициента фертильности, то есть население сегодня определяется тем, сколько девочек родилось 25 лет назад. (С этим связаны демографические волны). Коэффициент фертильности снижается и значит темпы роста населения тоже будут снижаться, хотя население будет по-прежнему расти.

Давайте посмотрим на главный параметр, влияющий на рост населения — на коэффициент фертильности.



Синяя линия — это коэффициент фертильности: до 2015 года — данные измерений, 2020 – 2100 – данные прогноза.

Максимальное количество детей на одну женщину детородного возраста приходилось на период 1960-1965 года. В последующие годы началось резкое снижение. Сегодня спад фертильности замедлился. Но его рост крайне маловероятен.

Причины снижения коэффициента фертильности (что неизбежно влечет за собой снижение роста населения и последующую остановку роста) называются следующие:

- рост доходов, это приводит к выбору качественной жизни в отличие от количественного прироста
- образование женщин, их занятость, предпочтение карьеры деторождению
- поздние первые роды
- государственный контроль рождаемости в крупнейших странах: в Китае с 1978 года по 2015 коэффициент фертильности снизился с 2,8 до 1,5, а в Индии с 5,7 в 1966 году до 2,8 в 2016.
- предпочтение свободных партнерских отношений браку
- распространение контрацептивов.

Все эти факторы не только не теряют своей силы, но и быстро распространяются на страны Африки и Азии, где коэффициент фертильности традиционно велик.

*физика*

### **3. Точность измерений**

**Самая точная современная аппаратура позволяет измерить перемещение твердых тел на величину меньше размера...**

A. ...бактерии.

- В. ...молекулы.
- С. ...атома.
- Д. ...атомного ядра.**

Перемещение твердых предметов на величину порядка размера бактерии (порядка микрона) можно наблюдать в обычный микроскоп, измерить такой сдвиг можно обычным механическим микрометром. Перемещения на величину размеров молекул (нанометры) и атомов (доли нанометра) позволяют измерять зондовые микроскопы. 30 лет назад, используя сканирующий туннельный микроскоп как наноманипулятор, специалистам компании IBM удалось выложить из отдельных атомов название своей компании. Атомное ядро на четыре порядка меньше атома, размеры ядра измеряются в фемтометрах ( $10^{-15}$  м). Однако точность, достигнутая на Лазерно-интерферометрической гравитационно-волновой обсерватории LIGO еще на четыре порядка выше: она замечает изменения расстояний между зеркалами, находящимися на расстоянии 4 км на величину порядка аттометра ( $10^{-18}$  м). Резонно спросить: а как вообще твердые предметы, состоящие из атомов, могут иметь настолько точные положения — с погрешностью на несколько порядков меньше размера атома? Все дело в большом количестве атомов, из которых состоят зеркала. Хотя отдельные атомы могут смещаться от своих положений на величину, несколько меньше их размеров, смещения разных атомов взаимно компенсируются, и весь массив атомов зеркала имеет гораздо более точно определенное положение.

Бактерии *Escherichia coli* кишечной палочки

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/E\\_coli\\_at\\_10000x%2C\\_original.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/E_coli_at_10000x%2C_original.jpg)

Молекула пентацена

[https://en.wikipedia.org/wiki/Pentacene#/media/File:Pentacene\\_on\\_Ni\(111\)\\_STM.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Pentacene#/media/File:Pentacene_on_Ni(111)_STM.jpg)

Атомы золота

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Atomic\\_resolution\\_Au100.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Atomic_resolution_Au100.JPG)

Атомное ядро (схема)

[https://pikabu.ru/story/prosto\\_o\\_khimii\\_atom\\_4199508](https://pikabu.ru/story/prosto_o_khimii_atom_4199508)

*техника*

#### **4. Самое крутое метро в мире**

Крутизну подъема измеряют набором высоты на километр пути. Какой наибольший уклон пути еще способен преодолеть обычный рельсовый поезд метро?

- А. 60 метров на километр.**
- В. 120 метров на километр.
- С. 240 метров на километр.
- В. 480 метров на километр.

Правильный ответ А — 60 метров на километр (или  $3,4^\circ$ ). Под таким уклоном двигается обычный рельсовый поезд метро на перегоне Невский проспект — Горьковская в Санкт-Петербурге.

Предельный уклон определяется коэффициентом трения стали по стали, который составляет около 0,14. Причем должен быть запас для возможности разгона и

торможения, а также на плохую погоду. А еще очень важно, что предельный угол уменьшается, если не все колеса ведущие. Поэтому для поездов, где ведущие колеса только у локомотива и погода может быть плохой, уклон обычно не превышает 20 метров на километр на скоростных линиях, и 40 метров на километр на региональных медленных. В метро, где нет проблем с погодой уклон может быть больше.

Некоторые трамваи могут брать больший уклон за счет того, что все колеса ведущие и, по-видимому, специально подбирается сплав, чтобы усилить трение.

Все остальные примеры только иллюстрируют, на какие ухищрения приходится идти, чтобы увеличить уклон.

120 метров на километр ( $6,8^\circ$ ) — это близко к предельному уклону доступному рельсовому трамваю, однако в метро с таким уклоном приходится использовать вагоны на шинном ходу.

240 метров на километр — угол, характерный для рельсовых фуникулеров. Например, хайфский «Кармелит» со средним уклоном 140 метров на километр ( $8^\circ$ ) и максимальным 315 метров на километр ( $17,5^\circ$ ).

480 метров на километр — рекорд для железнодорожного состава с зубчатым средним рельсом: дорога Pilatusbahn, Швейцария. Впрочем, у канатных рельсовых фуникулеров уклон может быть еще круче, например, у Гельмерского фуникулера в Берне: его максимальный уклон составляет более 1000 метров на километр ( $49,4^\circ$ ). А в пределе такая система превращается в лифт.

Рельсовый трамвай

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_steepest\\_gradients\\_on\\_adhesion\\_railways](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_steepest_gradients_on_adhesion_railways)

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Метрополитен\\_на\\_шинном\\_ходу](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метрополитен_на_шинном_ходу)

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Зубчатая\\_железная\\_дорога](https://ru.wikipedia.org/wiki/Зубчатая_железная_дорога)

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Гельмерский\\_фуникулёр](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гельмерский_фуникулёр)

**астрономия**

**5. Открылась бездна звезд полна...**

**Тысячелетиями люди смотрели на небо и анализировали взаимное расположение звезд. А сколько всего звезд доступно для наблюдения современным оптическим телескопам?**

A. Тысячи.

B. Миллионы.

C. Миллиарды.

**D. Триллионы.**

Тысячи звезд видны невооруженным глазом. Миллионы — в любительский телескоп. Крупнейший звездный каталог, опубликованный в 2015 году Военно-морской обсерваторией США содержит данные по 228 миллионам звезд северного неба до звездной величины 18,5m. Крупные наземные телескопы различают звезды до 25m звездной величины. Их многие миллиарды, но точного числа неизвестно. По большей части это звезды нашей Галактики, в которой их порядка 200 миллиардов. Однако орбитальный телескоп Хаббл способен различать яркие звезды не только в нашей



Галактике, но и в соседних. Поэтому общее число звезд, которые в принципе доступны ему для наблюдения, составляет триллионы.

<https://astronomynow.com/2015/04/27/u-s-naval-observatory-releases-228million-star-catalogue/>

[http://hubblesite.org/hubble\\_discoveries/10th/vault/allabout.shtm](http://hubblesite.org/hubble_discoveries/10th/vault/allabout.shtm)

!

Большое Магелланово облако. Снимок Хаббл.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Large\\_Magellanic\\_Cloud#/media/File:A\\_youthful\\_cluster.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Large_Magellanic_Cloud#/media/File:A_youthful_cluster.jpg)

*биология*

## **6. Сладкие запасы**

**Медоносные насекомые делают мед из цветочного нектара или сахаристых выделений других насекомых. Он не портится, его можно накапливать и хранить. Мы хорошо знаем, что мед собирают медоносные пчелы. Но есть и другие медоносные насекомые. Какие из перечисленных насекомых делать мед не умеют?**

A. Шмели.

**B. Тли.**

C. Осы.

D. Муравьи.

Мед умеют делать медоносные пчелы и все виды шмелей. Мед делают некоторые осы, например, из рода *Brachygastra*. Существует несколько родов муравьев, например, *Myrmecocystus*, которые тоже делают мед. Среди этих муравьев есть особи, которые накапливают и хранят мед прямо в своем теле. Они становятся «медовыми бочками» и раздуваются до размеров небольшой виноградины. В трудные времена они отдают накопленный мед другим муравьям. Только тли из всех перечисленных не умеют делать мед. Они выделяют сладкую падь, которой питаются, в том числе, и медовые муравьи.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03949370.1991.10721919>

Шмели

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Bumblebee\\_2006.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Bumblebee_2006.jpg)

Оса *Brachygastra*

<https://bugguide.net/node/view/1448378>

Тли

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Acyrtosiphon\\_pisum\\_%28pea\\_aphid%29-PLoS.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Acyrtosiphon_pisum_%28pea_aphid%29-PLoS.jpg)

Муравьи *Myrmecocystus*

<https://steemitimages.com/DQmbtmuDhbJGb5GBwu3fzb9FfcRu8mQ3VkomY1qSGiszZmW/hormiga%2003.png>

**Периодическая таблица Менделеева. Химия**

**В 2019 году исполняется 150 лет со времени открытия Периодической системы химических элементов или таблицы Менделеева. Таблица является графическим выражением периодического закона, сформулированного русским ученым Дмитрием Менделеевым в 1869 году. Во всей наблюдаемой Вселенной встречаются одни и те же химические элементы. Из них состоят и человек и далекие галактики. В этом разделе мы собрали вопросы о неожиданных свойствах химических элементов и об их роли в истории нашей цивилизации.**

**Из четырех версий верная только одна.**

### **1. Состав человека**

**В человеческом организме обнаружен 81 элемент периодической таблицы Менделеева. Больше половины (62%) массы тела человека приходится на один элемент. Какой?**

- A. Кислород.**
- B. Водород.
- C. Азот.
- D. Углерод.

Ответ на этот вопрос вполне предсказуем: мы знаем, что больше половины массы тела человека (около 65 %) приходится на воду, а основной вклад в массу воды дает кислород. Кислород важен для всех форм жизни: он не только входит в состав воды, но содержится в составе белков (17,9 %), жиров (22,4 %), углеводов (49,38 %), нуклеиновых кислот и многом другом. Также он участвует в тканевом и клеточном дыхании: окисляет жиры, белки и углеводы, поступающие с пищей. Других элементов в организме человека значительно меньше, так углерода 18%, водорода — 10%, азота приблизительно 2%, а остальных элементов еще меньше.

<https://narfu.ru/university/library/books/0709.pdf>

Кислород

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Electron\\_shell\\_008\\_Oxygen.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Electron_shell_008_Oxygen.svg)

Углерод

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Electron\\_shell\\_006\\_Carbon.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Electron_shell_006_Carbon.svg)

Азот

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Electron\\_shell\\_007\\_Nitrogen.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Electron_shell_007_Nitrogen.svg)

Водород

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Electron\\_shell\\_001\\_Hydrogen.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Electron_shell_001_Hydrogen.svg)

### **2. Оловянная чума**

**Ученые-химики авторы книги «Пуговицы Наполеона» высказали гипотезу, почему Наполеон потерпел поражение в войне с Россией. Ученые предположили, что оловянные пуговицы наполеоновских солдат могли рассыпаться морозной зимой из-за «оловянной чумы», и армия оказалась недееспособной. Действительно на холоде чистое олово теряет устойчивость и**

**рассыпается. Но химики ошиблись в своем предположении. Почему?**

- A. Пуговицы были из латуни, а не из олова
- B. У наполеоновской армии был большой запас пуговиц
- C. Пуговицы имели чисто декоративное значение
- D. Пуговицы были из олова с примесью свинца**

Высказывая свою гипотезу, авторы книги «Пуговицы Наполеона», вероятно, опирались на такой факт: в 1868 году академик Юлий Федорович Фрицше на заседании Петербургской академии наук представил доклад о том, что на военных и таможенных складах рассыпались все оловянные пуговицы и бруски. Причины «оловянной чумы» в то время были неизвестны. Но с Наполеоновской армией ничего подобного не случилось. Пуговицы играли не только декоративную роль (хотя именно с этой целью их нашивали на обшлага мундиров), но и вполне функциональную. Запаса пуговиц у Наполеона не было — ему это было не нужно. Пуговицы в его армии не рассыпались, потому что они были сделаны из «грязного» олова — с добавками свинца. Именно из такого олова сотни лет делали пуговицы и посуду. Такой сплав от оловянной чумы не страдает и на морозе не распадается.

При охлаждении чистое белое олово ( $\beta$ -модификация) переходит в серое олово ( $\alpha$ -модификацию). Фазовый переход белого олова в серое сопровождается увеличением удельного объема на 25,6 %. Этот процесс начинается уже при температуре ниже +13 °C и наиболее активно развивается при -30 °C. Серое олово рассыпается в порошок. Причем катализатором такого процесса для белого олова может стать даже небольшой кусочек серого (это и называется «оловянной чумой»). Пуговицы, с которыми разбирался академик Фрицше, как раз были сделаны из чистого олова, поэтому они и рассыпались на морозе.

Но был случай, когда с высокой вероятностью именно оловянная чума стала причиной трагедии.

В марте 1912 года команда британских путешественников под руководством Роберта Скотта соревновалась с экспедицией Руаля Амундсена за право первыми покорить Южный полюс. И проиграла. На обратном пути экспедиция обнаружила, что бочки с топливом, прохудились и керосин вытек. Бочки были запаяны чистым оловом, которое и поразила оловянная чума.

<https://youtu.be/FUoVEmHuykM>

Оловянная чума

<https://www.semanticscholar.org/paper/The-phenomenon-of-tin-pest%3A-A-review-Cornelius-Treivish/a49848b14d06531f74c7802621b840aab95069cc>

<https://topwar.ru/88966-koe-cto-o-pugovica-h-i-olovyannoy-chume.html>

<http://smolbattle.ru/threads/О-французских-пуговицах-на-1812-год.6090/>

### **3. Кровавый элемент**

**Цвет поверхности планеты Марс («красной звезды») и цвет крови человека определяется наличием одного и того же элемента. Какого?**

- A. Марганец.
- B. Медь.
- C. Кислород.
- D. Железо.**

«Кровавый» цвет поверхности Марса придает оксид железа. Цвет кровяных телец — эритроцитов определяется наличием белка гемоглобина, который содержит атом железа, способен связывать кислород и придает эритроцитам красный цвет. В название «гемоглобин» входит древнегреческое «гема» (αἷμα) — «кровь».

Эритроцит человека

<https://c3.emosurf.com/0002FY0bL4sK/maxresdefault.jpg>

#### 4. Редкий цвет

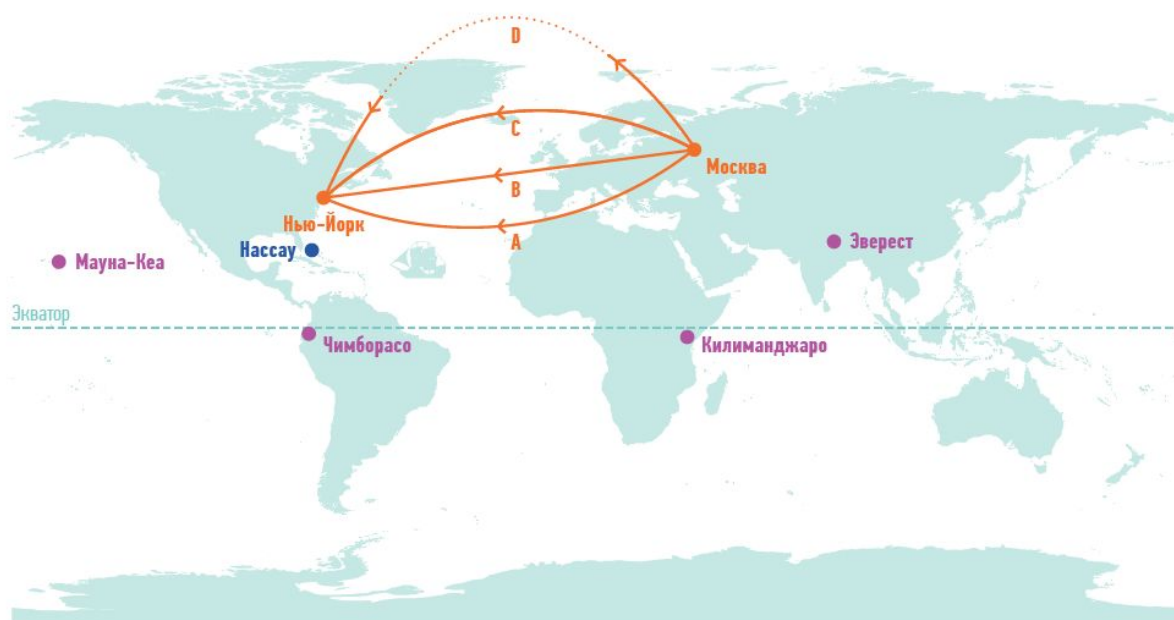
**Сегодня существует множество искусственно синтезированных красителей. Еще сравнительно недавно краски получали из растений и минералов. Какая минеральная краска была самой редкой и дорогой?**

- A. Красная.
- B. Желтая.
- C. Синяя.**
- D. Зеленая.

Основные природные «красители» — это середина таблицы Менделеева (титан, ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, никель и медь), в меньшей степени — вольфрам, молибден, уран и редкоземельные элементы. Чаще всего встречаются самоцветы зеленые, желтые и красные. Эти цвета могут давать сразу несколько элементов — и они среди наиболее распространенных в земной коре (железо, хром, марганец, медь). Самый редкий цвет — синий. Иногда он появляется благодаря меди, а самый знаменитый синий минерал — лазурит обязан своим цветом примесью серы. «Насколько ценилась синяя лазуритовая краска видно из того, что самые ответственные части картин эпохи Возрождения исполнялись в природном ультрамарине, не менявшем своего цвета от времени, а замечательные украшения испанской Альгамбры были расписаны природной ляпис-лазурью» (Ферсман «Рассказы о самоцветах»).

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Lapis\\_lazuli\\_block.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Lapis_lazuli_block.jpg)

## Карта мира. География



Когда мы пытаемся представить себе всю Землю целиком, мы чаще всего представляем себе ее плоскую карту. Но многое в жизни Земли определяет ее подлинная форма. Проверьте, насколько хорошо вы можете представить себе форму Земли, глядя на плоскую карту мира.

Из четырех версий верная только одна.

### 1. «Открытие» капитана Флинта

В сериале «Черные паруса» (3 сезон, эпизод 26) капитан Флинт решает спрятать корабль в открытом море недалеко от порта Нассау (Багамские острова). Как это сделать?

- A. Замаскировать корабль под айсберг.
- B. Дождаться особенно туманного дня.
- C. Отвести корабль за линию горизонта.**
- D. Спрятать корабль в открытом море невозможно.

Нассау (Багамские острова) находится на 25 градусе северной широты. Обломки айсбергов в Атлантике изредка достигают 30 градуса и встречаются у Бермудских островов. Даже если особенно крупный айсберг смог бы доплыть до Нассау (хотя такого никогда не наблюдалось), такое редкое явление скорее привлекло бы к себе внимание, чем замаскировало. Флинт так делать не стал, как не стал и дожидаться тумана. Флинт укрыл корабль за линией горизонта. Чтобы укрыть корабль за горизонтом, достаточно отвести его от порта в море всего на 9-10 километров. Тогда искривление Земли спрячет корпус корабля (его высота с палубными надстройками около 7 метров). На корабле сняли паруса и развернули бортом к берегу, чтобы заметить реи было еще труднее. Корабль развивал скорость до 5-6 узлов (около 10

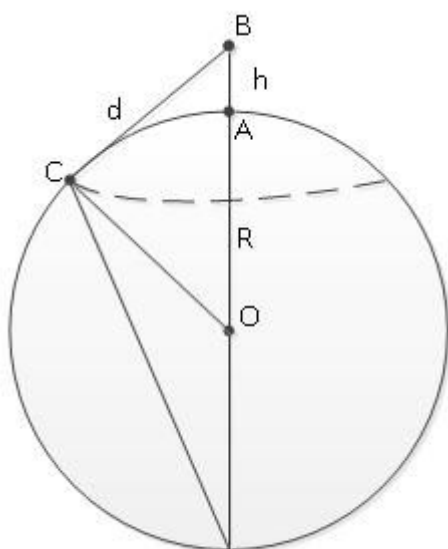
км/ч) и примерно через час после выхода из засады Флинт мог достигнуть берега. Наблюдая, как корабль скрывается за горизонтом, зная его высоту и высоту над уровнем моря наблюдателя на берегу можно оценить радиус Земли.

<https://www.navcen.uscg.gov/?pageName=iipWhatIsTheExtremeRangeOfIcebergLocations>  
<https://planetcalc.ru/1198/>

A view across a 20-km-wide bay in the coast of Spain. Note the curvature of the Earth hiding the base of the buildings on the far shore.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Horizon#/media/File:Horizon,\\_Valencia\\_\(Spain\).JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Horizon#/media/File:Horizon,_Valencia_(Spain).JPG)

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D1%82#/media/File:GeometricDistanceToHorizon.png>



Так как земля изогнута, наблюдателю, находящемуся в море, представляется, что он находится в центре круга, по краям которого небо как бы смыкается с морской поверхностью. Эта окружность и называется видимым горизонтом наблюдателя. На картинке видимый горизонт обозначен пунктирной линией. То есть для наблюдателя, находящегося в точке А на высоте  $h$  от земли (например, на марсовой площадке), видимый горизонт будет образован всеми точками касания лучей зрения земной поверхности (угол  $BCO$  равен  $90$  градус+ов). Заметим, что берег острова в районе Нассау практически не отличается по высоте от уровня моря. Говоря о видимом горизонте чаще всего имеют в виду длину  $d$  отрезка  $BC$ . Длину  $d$  легко вывести из теоремы Пифагора.

$$d = \sqrt{(R + h)^2 - R^2} = \sqrt{h(2R + h)}$$

где  $R$  - радиус Земли, который обычно принимают за 6378 километров.

Благодаря явлению рефракции - преломления в атмосфере световых лучей ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Астрономическая\\_рефракция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Астрономическая_рефракция)) - видимый горизонт увеличивается примерно на 6% (35 минут дуги)

Формула, таким образом, принимает вид

$$d = 1.06 * \sqrt{h(2R + h)}$$

Пусть коэффициент рефракции равен  $n$ , тогда

$$d^2 = n^2 ((R+h)^2 - R^2) = n^2 (R^2 + 2Rh + h^2 - R^2) = n^2 (2Rh + h^2)$$

Заметим, что если наблюдатель на сравнительно небольшой высоте (мачты брига - около 25-30 метров, а корпус - около 7 метров), то  $2Rh \gg h^2$ , поэтому слагаемым  $h^2$  можно пренебречь. Получим

$$d^2 \approx n^2 2Rh;$$

$$d^2 / 2n^2 h = R$$

Тогда если дальность около 10 километров ( $d$ ), высота корпуса корабля около 7 метров ( $h$ ), коэффициент рефракции 1,06 ( $n$ ), мы получим значение  $R$  примерно 6300 км. Это немного меньше истинного радиуса Земли.

## 2. Кратчайший путь из Москвы в Нью-Йорк

Из одной точки Земли в другую можно добраться самыми разными путями, но среди них всегда можно найти кратчайший. В реальном мире путешествовать приходится не по плоской карте, а по «глобусу». На карте маршруты обозначены зелеными линиями. Какой путь из Москвы в Нью-Йорк самый короткий?

- A. Южная дуга.
- B. Прямая на карте.
- C. Северная дуга.**
- D. Путь через Северный Ледовитый океан.

Самый короткий путь C (северная дуга) проходит через Исландию и составляет около 7800 км. Это связано с тем, что Земля близка к форме к шару, а кратчайшее расстояние на шаре — это дуга большого круга, то есть такой окружности, которая получается как сечение земной поверхности плоскостью, проходящей через центр Земли. А прямой путь, проложенный по карте B — далеко не кратчайший, и составляет 8900 км. Если бы мы искали кратчайший путь, например, из Кейптауна (на самом юге Африки) в Рио-де-Жанейро, то кратчайшей была бы — южная дуга. А вот кратчайший путь из Москвы в Ванкувер, расположенный на западном побережье Канады, проходит как раз через Северный Ледовитый океан.

Исландия

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Iceland\\_satellite.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Iceland_satellite.jpg)

## 3. Настоящая гора

Глобус не описывает форму Земли с абсолютной точностью. Наша планета

**близка по форме к эллипсоиду: она сплюснута у полюсов и расширяется на экваторе. На карте красными точками обозначены горные вершины. Какая из них является самой удаленной точкой от центра Земли (в скобках указана высота над уровнем моря)?**

- A. Килиманджаро (5895 м).
- B. Мауна-Кеа (4207 м).
- C. Эверест (8848 м).
- D. Чимборасо (6267 м).**

Вершины гор, расположенных ближе к экватору, удалены от центра Земли дальше, чем более северные или южные вершины той же высоты. Мауна-Кеа — потухший вулкан на Гавайях — самая высокая гора на Земле, если считать от подножья, — ее высота более 10 километров, но над поверхностью моря она невысока — 4207 м. Килиманджаро расположена очень близко к экватору, но ее высота (5895 м), меньше, чем у вулкана Чимборасо (6267 м), его вершина — это самая отдаленная от центра Земли точка на поверхности. Его высоту точно измерили в 2016 году при помощи навигационной спутниковой системы. Его вершина оказалась на несколько километров дальше от центра планеты, чем вершина Эвереста (6384,4 км против 6381 км).

Вершина Чимборасо

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/EL\\_CHIMBORAZO.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/EL_CHIMBORAZO.jpg)

**Бонус.**

**Свидетельство Джорджа Байрона**

**Летом 1816 года английский поэт Джордж Гордон Байрон написал стихотворение «Тьма», в котором описал гибель человечества (фрагменты приведены в переводе И. С. Тургенева):**

Я видел сон... не все в нем было сном.  
Погасло солнце светлое — и звезды  
Скитались без цели, без лучей  
В пространстве вечном; льдистая земля  
Носилась слепо в воздухе безлунном.  
Час утра настаивал и проходил,  
Но дня не приводил он за собою...  
...  
Жилища всех имеющих жилища —  
В костры слагались... города горели...  
Счастливы были жители тех стран,  
Где факелы вулканов пламенели...  
Зажгли леса; но с каждым часом гас  
И падал обгорелый лес...  
... страшный голод  
Терзал людей... и быстро гибли люди...



... И мир был пуст;

...

Моря давно не ведали приливов...

Погибла их владычица — луна;

Завяли ветры в воздухе немом...

Исчезли тучи... Тьме не нужно было

Их помощи... она была повсюду...

**1. Какую из возможных глобальных катастроф больше всего напоминает описание Байрона?**

A. Ледниковый период.

B. Ядерная зима.

C. Исчерпание энергии Солнца.

**D. Выброс Земли из Солнечной системы.**

Правильный ответ - D. И вот почему.

1. Солнце перестало светить, а не просто скрылось за тучами, поскольку после часа утра не начинался день.

2. Прекратились приливы из-за исчезновения Луны, то есть катаклизм затронул не только Землю.

3. Однако звезды остались, то есть небо не закрыто сплошными облаками. Но они «скитались без цели», то есть их движение (движение Земли) утратило привычный порядок.

Все это не оставляет иного выбора, кроме выброса Земли из Солнечной системы.

**2. Байрон пишет, что в его сне «не все ... было сном». Какое явление природы в реальности наблюдал поэт?**

**A. Резкое похолодание**

B. Солнечное затмение

C. Полярная ночь

D. Лесные пожары

В 1816 году Байрон стал свидетелем редкого природного явления, которое позднее получило название «год без лета». Это лето было аномально холодным: в Европе и Северной Америке в июле были заморозки, практически не было солнечных дней, был жестокий неурожай и голод. Если бы такой климат установился надолго, последствия для всей цивилизации были бы печальные. Сегодня ученые полагают, что «год без лета» был вызван извержением вулкана Тамбора в Индонезии.

Температурные аномалии “года без лета”

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/1816\\_summer.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/1816_summer.png)

Одно из последних исследований причин “года без лета”. Вулканический пепел Тамборы мог подняться до высоты ионосферы и вызвать электрические разряды,

которые привели к резкому увеличению облачности и осадков.

<https://www.imperial.ac.uk/news/187828/napoleons-defeat-waterloo-caused-part-indonesian/>