**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

**Солнечная система**

Центральным объектом Солнечной системы является звезда Солнце. В Солнце сосредоточена подавляющая часть всей массы системы (около 99,866%); оно удерживает своим тяготением планеты и прочие тела, принадлежащие к Солнечной системе и вращающиеся вокруг Солнца. В таблице приведены основные характеристики планет Солнечной системы.

Сравнительная таблица некоторых параметров планет

| Планета | Масса* | Расстояние до Солнца* | Время обращения вокруг Солнца* | Время обращения вокруг своей оси* | Средняя плотность, кг/м$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Меркурий | 0,06 | 0,38 | 0,241 | 58,6 | 5427 |
| Венера | 0,82 | 0,72 | 0,615 | 243 | 5243 |
| Земля | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 5515 |
| Марс | 0,11 | 1,52 | 1,88 | 1,03 | 3933 |
| Юпитер | 318 | 5,20 | 11,86 | 0,414 | 1326 |
| Сатурн | 95 | 9,54 | 29,46 | 0,426 | 687 |
| Уран | 14,6 | 19,22 | 84,01 | 0,718 | 1270 |
| Нептун | 17,2 | 30,06 | 164,79 | 0,671 | 1638 |

*Параметры в таблице указаны в отношении к аналогичным данным Земли

Между орбитами Марса и Юпитера находится главный пояс астероидов — малых планет. Астероидов много; они сталкиваются, дробятся, изменяют орбиты друг друга, так что некоторые осколки при своём движении пересекают орбиту Земли.

Прохождение осколков (метеорных тел) через земную атмосферу выглядит с поверхности Земли как «падающие звезды». В редких случаях прохождения более крупных осколков можно наблюдать летящий по небу огненный шар. Это явление называют болидом.

Двигаясь в атмосфере, твёрдое тело нагревается вследствие торможения, и вокруг него образуется обширная светящаяся оболочка, состоящая из горячих газов. От сильного сопротивления воздуха метеорное тело нередко раскалывается, и его осколки — метеориты с грохотом падают на Землю.

**1.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

По мере удаления от Солнца помимо непосредственно расстояния возрастает _____ Солнца. Из таблицы также можно заметить, что масса Марса примерно в _____ раз меньше массы Земли.

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

В 1831 г. — М. Фарадей обнаружил, что в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного поля возникает так называемый индукционный ток. При всяком изменении магнитного потока через проводящий замкнутый контур в этом контуре возникает электрический ток. Появление тока в замкнутом контуре при изменении магнитного поля, пронизывающего контур, свидетельствует о действии в контуре сторонних сил (или о возникновении ЭДС (электродвижущая сила) индукции). ЭДС описывает свойства и характеристику работы сторонних сил, то есть абсолютно любых сил неэлектрической природы, действующих в цепях постоянного или переменного тока.

Явление возникновения ЭДС в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного поля (потока), пронизывающего контур, называется электромагнитной индукцией ε.

Возникающий электрический ток зависит от свойств контура (сопротивление): $I_i = \varepsilon/R$, также он зависит от количества заряда, прошедшего через некоторую поверхность за время и от этого промежутка времени: $I = \Delta q/\Delta t$.

Электромагнитная индукция ε не зависит от свойств контура: $\varepsilon = |\Delta\Phi/\Delta t|$. ЭДС индукции в замкнутом контуре прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока через площадь, ограниченную этим контуром.

При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного потока ΔΦ, пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд Δq, протекший в результате этого по контуру. В таблице полученные данные в этом эксперименте.

| $\Delta\Phi$, Вб | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
|---|---|---|---|---|
| $\Delta q$, мКл | 5 | 10 | 15 | 20 |

**2.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из таблицы видно, что в опыте вместе с _____ растет изменение магнитного потока. Величина тока через контур обратно пропорциональна _____ прохождения заряда через этот контур.

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

**Солнечная система**

Центральным объектом Солнечной системы является звезда Солнце. В Солнце сосредоточена подавляющая часть всей массы системы (около 99,866%); оно удерживает своим тяготением планеты и прочие тела, принадлежащие к Солнечной системе и вращающиеся вокруг Солнца. В таблице приведены основные характеристики планет Солнечной системы.

Сравнительная таблица некоторых параметров планет

| Планета | Масса* | Расстояние до Солнца* | Время обращения вокруг Солнца* | Время обращения вокруг своей оси* | Средняя плотность, кг/м$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Меркурий | 0,06 | 0,38 | 0,241 | 58,6 | 5427 |
| Венера | 0,82 | 0,72 | 0,615 | 243 | 5243 |
| Земля | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 5515 |
| Марс | 0,11 | 1,52 | 1,88 | 1,03 | 3933 |
| Юпитер | 318 | 5,20 | 11,86 | 0,414 | 1326 |
| Сатурн | 95 | 9,54 | 29,46 | 0,426 | 687 |
| Уран | 14,6 | 19,22 | 84,01 | 0,718 | 1270 |
| Нептун | 17,2 | 30,06 | 164,79 | 0,671 | 1638 |

*Параметры в таблице указаны в отношении к аналогичным данным Земли

Между орбитами Марса и Юпитера находится главный пояс астероидов — малых планет. Астероидов много; они сталкиваются, дробятся, изменяют орбиты друг друга, так что некоторые осколки при своём движении пересекают орбиту Земли.

Прохождение осколков (метеорных тел) через земную атмосферу выглядит с поверхности Земли как «падающие звезды». В редких случаях прохождения более крупных осколков можно наблюдать летящий по небу огненный шар. Это явление называют болидом.

Двигаясь в атмосфере, твёрдое тело нагревается вследствие торможения, и вокруг него образуется обширная светящаяся оболочка, состоящая из горячих газов. От сильного сопротивления воздуха метеорное тело нередко раскалывается, и его осколки — метеориты с грохотом падают на Землю.

**3.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

По мере приближения к Солнцу помимо непосредственно расстояния уменьшается _____ Солнца. Из таблицы также можно заметить, что масса Юпитера в _____ раз больше массы Земли.

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

Маша и Денис интересуются, какое средство защиты от солнца лучше всего защитит их кожу. Средства защиты от солнца характеризуются показателем SPF-фактора — фактора защиты от солнца, который показывает, насколько хорошо то или иное средство поглощает ультрафиолетовое излучение, которое является составляющей солнечного света. Средство защиты от солнца с высоким показателем SPF защищает кожу дольше, чем средства с низким показателем SPF.

Маша стала искать способ, как сравнить разные средства защиты от солнца. Они с Денисом решили использовать для этого:

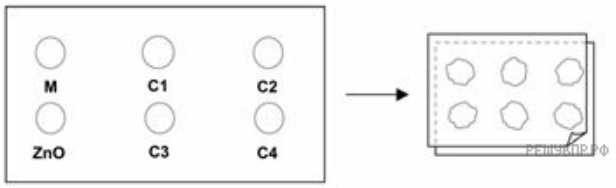
— две пластины прозрачного пластика, который не поглощает солнечный свет;

— один лист светочувствительной бумаги;

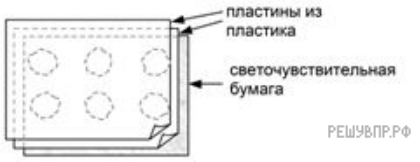
— минеральное масло (М) и крем, содержащий оксид цинка (ZnO);

— четыре разных средства защиты от солнца, которые они обозначили как С1, С2, С3 и С4.

Маша и Денис взяли минеральное масло, потому что через него почти полностью проходит солнечный свет, и оксид цинка, потому что он почти полностью препятствует прохождению солнечного света. Денис капнул внутрь кружочков, обозначенных на одной пластине из пластика, по одной капле каждого вещества. Затем он положил вторую пластину из пластика поверх первой и прижал их, поместив сверху большую книгу.




После этого Маша положила пластины из пластика на лист светочувствительной бумаги. В зависимости от того, как долго светочувствительная бумага находится на солнце, она меняет свой цвет с тёмно-серого на светло-серый. После всех приготовлений Денис выставил пластины на солнце.




**4.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Защитные свойства _____ и оксида цинка заранее известны, поэтому эти вещества используются для сравнения с защитными кремами. Светочувствительная бумага под защитным кремом с большим показателем SPF окажется более _____, чем бумага под кремом с меньшим показателем SPF.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

## ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ: ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИЛИ ВЫМЫСЕЛ?

Живым организмам необходима энергия для жизни. Энергия, поддерживающая жизнь на Земле, приходит от Солнца, которое излучает энергию в космос. Крошечная часть этой энергии достигает Земли.

Атмосфера Земли действует как защитное одеяло, покрывающее поверхность планеты, и защищает её от перепадов температуры, которые существовали бы в безвоздушном пространстве.

Большая часть излучаемой Солнцем энергии проходит через земную атмосферу. Земля поглощает некоторую часть этой энергии, а другая часть отражается обратно от земной поверхности. Часть этой отражённой энергии поглощается атмосферой.

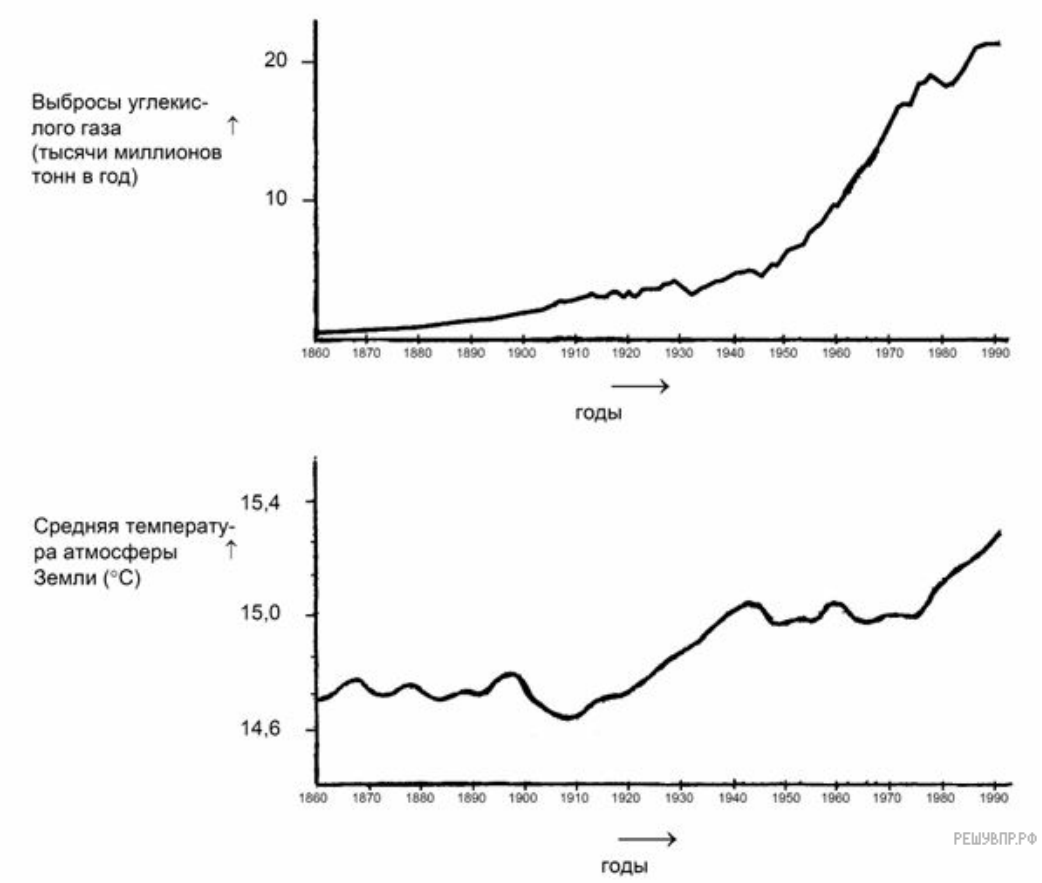
В результате этого средняя температура над земной поверхностью выше, чем она могла бы быть, если бы атмосферы не существовало. Атмосфера Земли действует как парник, отсюда и произошёл термин «парниковый эффект».

Считают, что парниковый эффект в течение двадцатого века стал более заметным.

То, что средняя температура атмосферы Земли увеличилась, является фактом. В газетах и другой периодической печати основной причиной повышения температуры в двадцатом веке часто называют увеличение выброса углекислого газа в атмосферу.

Школьник по имени Андрей заинтересовался возможной связью между средней температурой атмосферы Земли и выбросами углекислого газа в атмосферу Земли.

В библиотеке он нашёл следующие два графика.




На основе этих двух графиков Андрей сделал вывод, что повышение средней температуры атмосферы Земли действительно происходит за счёт увеличения выбросов углекислого газа.

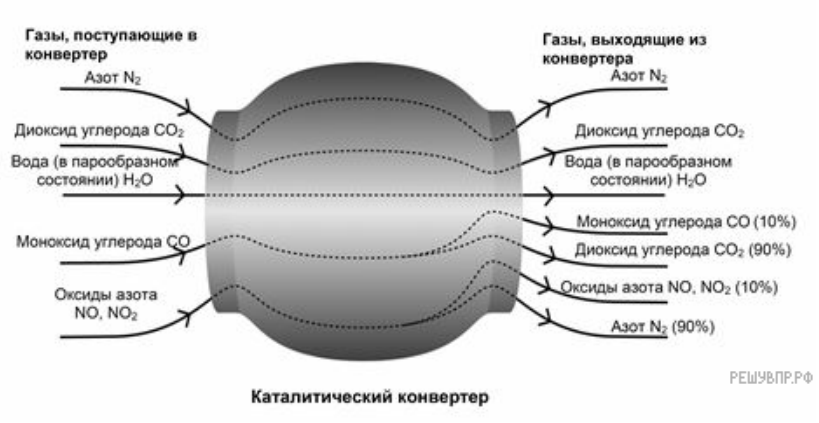
**5.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

На протяжении периода наблюдений растёт и количество выбрасываемого в атмосферу _____, и средняя _____ атмосферы Земли.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

Наиболее современные марки автомобилей оснащены каталитическими конвертерами, которые делают выхлопные газы менее вредными для людей и окружающей среды. Около 90 % вредных выхлопных газов преобразуется в менее вредные. Ниже приведены некоторые газы, которые поступают в конвертер и выходят из него.



Каталитический конвертер

**6.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из рисунка видно, что каталитический конвертер снижает в _____ раз количество вредных оксидов $CO, NO$ и $NO_2$, превращая их в невредные углекислый газ и _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

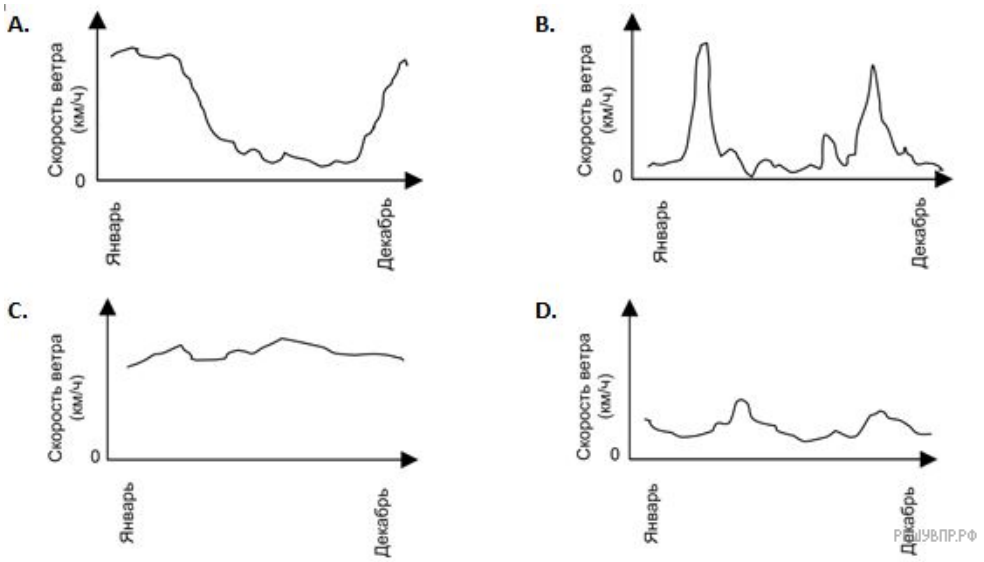
**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

Производство энергии за счёт ветра рассматривается как альтернатива, которой можно заменить генераторы электроэнергии, работающие за счёт сжигания нефти и угля. Сооружения на рисунке — это ветряные мельницы с лопастями, которые вращаются за счёт ветра. Благодаря этим вращениям генераторы производят электрический ток.



**7.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

На графиках, представленных ниже, показано среднее значение скорости ветра в четырёх различных местах на протяжении года.




Самым подходящим местом для строительства ветряных мельниц является местность с сильным _____ на протяжении всего года. Эта местность представлена на графике _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

Во многих странах изображения плода (развивающегося ребёнка) можно получить с помощью ультразвука (эхографии). Ультразвук считается безопасным как для матери, так и для плода.




Врач держит датчик и водит им по животу матери. Ультразвуковые волны проходят в брюшную полость. Внутри брюшной полости волны отражаются от поверхности плода. Отражённые волны опять попадают на датчик и передаются в аппарат, который создаёт изображение плода.

**8.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

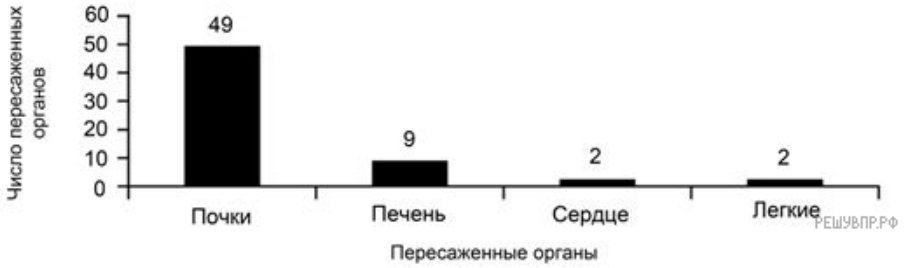
Чтобы создать изображение плода ультразвуковой аппарат должен вычислить расстояние между плодом и датчиком. Ультразвуковые волны распространяются в брюшной полости со скоростью 1540 м/с. Для определения расстояния по известной скорости можно использовать формулу $S = \frac{vt}{2}$. Поскольку _____ волн известна, датчик должен измерить промежуток _____ между испусканием ультразвуковой волны и приёмом отражённой волны.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

Хирургические операции, которые осуществляются в специально оборудованных операционных помещениях, необходимы для лечения многих заболеваний.

Пересадка органов осуществляется путём проведения хирургической операции и становится всё более и более распространённым явлением. На диаграмме представлено число органов, пересаженных в одной из больниц в течение 2013 года.




**9.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Всего в 2013 году было пересажено _____ органа. Больше всего было пересажено _____ — сорок девять штук.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

Вязкость (внутреннее трение) — одно из явлений переноса, свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой. В результате работа, затрачиваемая на это перемещение, рассеивается в виде тепла.

Механизм внутреннего трения в жидкостях и газах заключается в том, что хаотически движущиеся молекулы переносят импульс из одного слоя в другой, что приводит к выравниванию скоростей — это описывается введением силы трения. Вязкость твёрдых тел обладает рядом специфических особенностей и рассматривается обычно отдельно.

Различают динамическую вязкость (единица измерения в Международной системе единиц (СИ) — Па · с, в системе СГС — пуаз; 1 Па · с = 10 пуаз) и кинематическую вязкость (единица измерения в СИ — м²/с, в СГС — стокс, внесистемная единица — градус Энглера). Кинематическая вязкость может быть получена как отношение динамической вязкости к плотности вещества и своим происхождением обязана классическим методам измерения вязкости, таким как измерение времени вытекания заданного объёма через калиброванное отверстие под действием силы тяжести. Прибор для измерения вязкости называется вискозиметром.

Формула для определения кинематической вязкости при заданной динамической вязкости выглядит так:

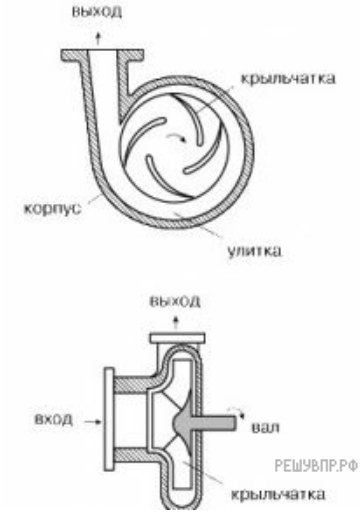
$$\text{Кинематическая вязкость } \nu = \frac{\text{Динамическая вязкость } \mu}{\text{Плотсонсть жидкости } \rho}$$

Вязкость и плотность жидкостей при $20°C$:

| **№ пп.** | **Название жидкости** | **Динамическая вязкость** $\mu$ $10^{-3}[\text{Па} \cdot \text{с}]$, **сП** | **Плотность** $\rho$, **кг/м³** | **Кинематическая вязкость** $\nu$, $10^{-6}\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, **сСт** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Анилин | 4,43 | 1022 | 4,33 |
| 2 | Ацетон | 0,33 | 789,9 | 0,42 |
| 3 | Бензил | 0,53 | 700-750 | 0,76-0,71 |
| 4 | Бензол | 0,65 | 877 | 0,74 |
| 5 | Вода тяжёлая | 1,34 | 1105 | 1,22 |
| 6 | Глицерин безводный | 1480 | 1261 | 1170 (11,7 Ст) |
| 7 | Керосин | 2,17 | 800 | 2,7 |
| 8 | Кислота азотная | 0,91 | 1527 | 0,60 |
| 9 | Кислота муравьиная | 1,78 | 1220 | 1,46 |
| 10 | Кислота серная | 25,4 | 1840 | 13,8 |
| 11 | Масло кастровое | 987 | 960 | 1030 |
| 12 | Масло оливковое | 84 | 910 | 92,31 |
| 13 | Масло трансформаторное | 31,6 | 866 | 36,49 |
| 14 | Нефть лёгкая | 17,8 | 712 | 25 |
| 15 | Нефть тяжёлая | 128 | 914 | 140 |
| 16 | Ртуть | 1,55 | 13579 | 0,114 |
| 17 | Скипидар нефти | 1,49 | 855 | 1,74 |
| 18 | Спирт метиловый (метанол) | 0,58 | 791,7 | 0,73 |
| 19 | Спирт этиловый (этанол) | 1,20 | 789,3 | 1,52 |
| 20 | Тетрахлорметан | 0,97 | 1597 | 0,61 |
| 21 | Толуол | 0,59 | 867 | 0,68 |
| 22 | Хлороформ | 0,58 | 1483 | 0,39 |

Для перекачки жидкостей используют насосы, в зависимости от вязкости жидкости используют разные виды насосов.

Лопастные (а среди них — центробежные) — основной тип насосов как с точки зрения производительности и универсальности, так и их распространенности (не менее 75% промышленных насосов). Самые маленькие можно взять в руку, а самые большие достигают нескольких метров в диаметре. Мощность центробежных насосов может составлять от долей киловатта до многих тысяч киловатт.




На рисунке показана схема типичного центробежного насоса. Жидкость поступает к центральной части рабочего колеса (крыльчатки). Крыльчатка установлена на валу в корпусе и приводится во вращение электрическим или другим двигателем. Энергия вращения передается крыльчаткой жидкости; жидкость перемещается на периферию крыльчатки, собирается в кольцевом коллекторе (улитке) и удаляется через выходной патрубок. Патрубок имеет расширяющуюся форму; скорость потока в нем падает, и часть кинетической энергии жидкости, приобретенной в рабочем колесе насоса, преобразуется в потенциальную энергию давления. Увеличение давления на выходе из насоса может быть достигнуто увеличением либо частоты вращения, либо диаметра крыльчатки. Лопастной насос используется для перекачки жидкостей не большой вязкости, до 500 сСт.

**10.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из таблицы ясно, что наибольшей динамической вязкостью обладает _____, а наименьшей — _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**11.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из таблицы ясно, что жидкость с самой большой плотностью — это _____. А наибольшей кинематической вязкостью обладает _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Прочитайте текст и выполните задания 16—18.**

В зависимости от частоты колебаний электромагнитные волны оказывают различное действие на организм человека и используются для различных технических целей. Диапазон этих частот называют спектром электромагнитного излучения, он огромен — от нескольких десятков тысяч до $10^{20}$ Гц. Частоту можно найти, зная длину волны, по формуле: ν(частота в герцах) = c(скорость света)/λ (длина волны в метрах)

Соответственно, длина электромагнитной волны может составлять от десятков километров до тысячных долей нанометра. Человек без помощи приборов может воспринимать лишь очень небольшую часть электромагнитного спектра, которую называют видимой частью этого спектра или его световым диапазоном. Светочувствительные клетки глаза реагируют на попадающее в глаз излучение, находящееся в световом диапазоне, и превращают его в ощущение света.

| Название диапазона | Длины волн | Частоты |
|---|---|---|
| Сверхдлинные радиоволны | Более 10 км | Менее 30 кГц |
| Длинные радиоволны | 10 км — 1 км | 30 кГц — 300 кГц |
| Средние радиоволны | 1 км — 100 м | 300 кГц — 3 МГц |
| Короткие радиоволны | 100 м — 10 м | 3 МГц — 30 МГц |
| Ультракороткие радиоволны | 10 м — 1 мм | 30 МГц — 300 ГГц |
| Инфракрасное излучение | 1 мм — 780 нм | 300 ГГц — 430 ТГц |
| Видимое излучение | 780 — 380 нм | 430 — 750 ТГц |
| Ультрафиолетовое излучение | 380 — 10 нм | $10^{14}$ — $10^{16}$ Гц |
| Рентгеновское излучение | 10 — 0,005 нм | $10^{16}$ — $10^{19}$ Гц |
| Гамма-излучение | Менее 0,005 нм | Более $10^{19}$ Гц |

| Цвет | Диапазон длин волн, нм | Диапазон частот, ТГц |
|---|---|---|
| Фиолетовый | 380—440 | 790—680 |
| Синий | 440—485 | 680—620 |
| Голубой | 485—500 | 620—600 |
| Зелёный | 500—565 | 600—530 |
| Жёлтый | 565—590 | 530—510 |
| Оранжевый | 590—625 | 510—480 |
| Красный | 625—740 | 480—400 |

Причём в зависимости от длины волны мы можем воспринимать различные цвета. Самые короткие волны вызывают ощущения фиолетового света, затем, по мере увеличения длины волны, возникают ощущения голубого, синего, зелёного, жёлтого, оранжевого и красного цвета. В точности с фразой для запоминания видимого спектра: «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан».

В других областях спектра электромагнитное излучение невидимо для человеческого глаза. Излучение, длина волны которого немного больше, чем в видимой области, называют инфракрасным. Мы тоже можем воспринимать его, но уже не как свет, а как тепло. Существуют приборы, способные реагировать на инфракрасное излучение; на фотографиях, сделанных с их помощью, горячие предметы будут выглядеть тёмными, а холодные – светлыми. Сфотографировав комнату зимой, мы увидим чёрные радиаторы отопления и белые окна. Мы также различим на фоне стен фигуры людей и животных, так как температура их тел выше, чем температура окружающих предметов. Некоторые змеи способны видеть в инфракрасной области и, благодаря этому, находить в темноте мышей, на которых они охотятся.

**12.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из таблицы ясно, что при росте длины волны уменьшается _____ волны. Диапазон длин волн 380—440 нм соответствует _____ цвету.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**13.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из таблицы ясно, что при росте частоты волны уменьшается _____ волны. Диапазон длин волн 500—565 нм соответствует _____ цвету.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**14.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из приведенных в таблице диэлектриков самой высокой пробивной напряженностью обладает _____, а наименьшей — _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

Электроизоляционными называются вещества — диэлектрики, обладающие ничтожной электрической проводимостью, способные поляризоваться в электрическом поле . В них возможно длительное существование электростатического поля и накопление потенциальной электрической энергии. У электроизоляционных материалов желательны большое удельное объёмное сопротивление(четвертый столбец в таблице), высокое пробивную напряженность(второй столбец в таблице), малый тангенс диэлектрических потерь и малая диэлектрическая проницаемость(третий столбец в таблице). Важно, чтобы вышеперечисленные параметры были стабильны во времени и по температуре, а иногда и по частоте электрического поля.

Электроизоляционные материалы можно подразделить:

1. Газообразные
2. Жидкие
3. Твёрдые

По происхождению:

1. Природные неорганические
2. Искусственные неорганические
3. Естественные органические
4. Синтетические органические

Газообразные. У всех газообразных электроизоляционных материалов диэлектрическая проницаемость близка к 1 и тангенс диэлектрических потерь так же мал, зато мало и напряжение пробоя. Чаще всего в качестве газообразного изолятора используют воздух, однако в последнее время всё большее применение находит элегаз (гексафторид серы, $SF_6$), обладающий почти втрое бóльшим напряжением пробоя и значительно более высокой дугогасительной способностью. Иногда для изготовления электроизоляционных материалов применяют сочетание газообразных и органических материалов.

Жидкие — чаще всего используют в трансформаторах, выключателях, кабелях, вводах для электрической изоляции и в конденсаторах. Причём в трансформаторах эти диэлектрики являются одновременно и охлаждающими жидкостями, а в выключателях − и как дугогасящая среда. В качестве жидких диэлектрических материалов прежде всего используется трансформаторное масло, конденсаторное масло, касторовое масло, синтетические жидкости ( совтол ). Природные неорганические — наиболее распространённый материал слюда, она обладает гибкостью при сохранении прочности, хорошо расщепляется, что позволяет получить тонкие пластины. Химически стойка и нагревостойка. В качестве электроизоляционных материалов используют мусковит и флогопит, однако мусковит всё же лучше.

Искусственные неорганические: хорошим сопротивлением изоляции обладают малощелочные стёкла, стекловолокно, ситалл, но основным электроизоляционным материалом всё же является фарфор (полевошпатовая керамика). Эта керамика широко используется для изоляторов токонесущих проводов высокого напряжения, проходных изоляторов, бушингов и т. д. Однако из-за высокого тангенса диэлектрических потерь не годится для высокочастотных изоляторов. Для других более узких задач используется керамика — форстеритовая, глинозёмистая, кордиеритовая и т. д.

Естественные органические: в последнее время в связи с расширением производства синтетических электроизоляционных материалов их применение сокращается. Выделить можно следующие — целлюлоза, парафин, пек, каучук, янтарь и другие природные смолы, из жидких - касторовое масло.

Синтетические органические: большая часть данного материала приходится на долю высокомолекулярных химических соединений — пластмасс, а так же эластомеров. Существуют так же синтетические диэлектрические жидкости (см. Совтол ).

| Диэлектрик | $E_{пр}$, $10^4$ В/см | ε | ρ υ, Ом · м |
|---|---|---|---|
| Бумага, пропитанная маслом | 100—250 | 3,6 | — |
| Воздух | 30 | 1 | — |
| Гетинакс | 100—150 | 4—7 | $10^8$—$10^{10}$ |
| Миканит | 150—400 | 5—6 | $10^9$—$10^{11}$ |
| Поливинилхлорид | 325 | 3,2 | $10^{12}$ |
| Резина | 150—200 | 3—6 | $10^{11}$—$10^{12}$ |
| Стекло | 100—150 | 6—10 | $10^{12}$ |
| Слюда | 500—1000 | 5,4 | $5 \cdot 10^{11}$ |
| Совол | 150 | 5,3 | $10^{11}$—$10^{12}$ |
| Трансформаторное масло | 50—180 | 2—2,5 | $5 \cdot 10^{12}$—$5 \cdot 10^{13}$ |
| Фарфор | 150—200 | 5,5 | $10^{12}$—$10^{13}$ |
| Электрокартон | 80—120 | 3—5 | $10^6$—$10^8$ |

Смолы при низких температурах — это аморфные стеклообразные массы. При нагреве они размягчаются и становятся пластичными, а затем жидкими. Смолы не гигроскопичны и не растворяются в воде, но растворяются в спирте и других растворителях. Смолы являются важнейшей составной частью многих лаков, компаундов, пластмасс, пленок. Природные смолы — это продукт жизнедеятельности некоторых насекомых (например, шеллак) или растений — смолоносов. Наибольшее значение имеют синтетические смолы, например полиэтилен, поливинилхлорид, которые применяются для изоляции проводов, кабелей, для защитных покрытий, для изготовления лаков.

**15.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Из приведенных в таблице диэлектриков самой маленькой диэлектрической проницаемостью обладает _____. А самой наибольшей может обладать — _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

Электроизоляционными называются вещества — диэлектрики, обладающие ничтожной электрической проводимостью, способные поляризоваться в электрическом поле . В них возможно длительное существование электростатического поля и накопление потенциальной электрической энергии. У электроизоляционных материалов желательны большое удельное объёмное сопротивление(четвертый столбец в таблице), высокое пробивную напряженность(второй столбец в таблице), малый тангенс диэлектрических потерь и малая диэлектрическая проницаемость(третий столбец в таблице). Важно, чтобы вышеперечисленные параметры были стабильны во времени и по температуре, а иногда и по частоте электрического поля.

Электроизоляционные материалы можно подразделить:

1. Газообразные
2. Жидкие
3. Твёрдые

По происхождению:

1. Природные неорганические
2. Искусственные неорганические
3. Естественные органические
4. Синтетические органические

Газообразные. У всех газообразных электроизоляционных материалов диэлектрическая проницаемость близка к 1 и тангенс диэлектрических потерь так же мал, зато мало и напряжение пробоя. Чаще всего в качестве газообразного изолятора используют воздух, однако в последнее время всё большее применение находит элегаз (гексафторид серы, $SF_6$), обладающий почти втрое бóльшим напряжением пробоя и значительно более высокой дугогасительной способностью. Иногда для изготовления электроизоляционных материалов применяют сочетание газообразных и органических материалов.

Жидкие — чаще всего используют в трансформаторах, выключателях, кабелях, вводах для электрической изоляции и в конденсаторах. Причём в трансформаторах эти диэлектрики являются одновременно и охлаждающими жидкостями, а в выключателях − и как дугогасящая среда. В качестве жидких диэлектрических материалов прежде всего используется трансформаторное масло, конденсаторное масло, касторовое масло, синтетические жидкости ( совтол ). Природные неорганические — наиболее распространённый материал слюда, она обладает гибкостью при сохранении прочности, хорошо расщепляется, что позволяет получить тонкие пластины. Химически стойка и нагревостойка. В качестве электроизоляционных материалов используют мусковит и флогопит, однако мусковит всё же лучше.

Искусственные неорганические: хорошим сопротивлением изоляции обладают малощелочные стёкла, стекловолокно, ситалл, но основным электроизоляционным материалом всё же является фарфор (полевошпатовая керамика). Эта керамика широко используется для изоляторов токонесущих проводов высокого напряжения, проходных изоляторов, бушингов и т. д. Однако из-за высокого тангенса диэлектрических потерь не годится для высокочастотных изоляторов. Для других более узких задач используется керамика — форстеритовая, глинозёмистая, кордиеритовая и т. д.

Естественные органические: в последнее время в связи с расширением производства синтетических электроизоляционных материалов их применение сокращается. Выделить можно следующие — целлюлоза, парафин, пек, каучук, янтарь и другие природные смолы, из жидких - касторовое масло.

Синтетические органические: большая часть данного материала приходится на долю высокомолекулярных химических соединений — пластмасс, а так же эластомеров. Существуют так же синтетические диэлектрические жидкости ( см. Совтол ).

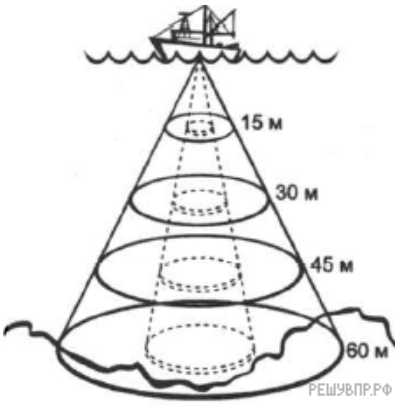
| **Диэлектрик** | **$E_{пр}$, $10^4$ В/см** | **ε** | **ρ υ, Ом · м** |
|---|---|---|---|
| Бумага, пропитанная маслом | 100—250 | 3,6 | — |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Гетинакс | 100—150 | 4—7 | $10^8$—$10^{10}$ |
| Миканит | 150—400 | 5—6 | $10^9$—$10^{11}$ |
| Поливинилхлорид | 325 | 3,2 | $10^{12}$ |
| Резина | 150—200 | 3—6 | $10^{11}$—$10^{12}$ |
| Стекло | 100—150 | 6—10 | $10^{12}$ |
| Слюда | 500—1000 | 5,4 | $5 \cdot 10^{11}$ |
| Совол | 150 | 5,3 | $10^{11}$—$10^{12}$ |
| Трансформаторное масло | 50—180 | 2—2,5 | $5 \cdot 10^{12}$—$5 \cdot 10^{13}$ |
| Фарфор | 150—200 | 5,5 | $10^{12}$—$10^{13}$ |
| Электрокартон | 80—120 | 3—5 | $10^6$—$10^8$ |

Смолы при низких температурах — это аморфные стеклообразные массы. При нагреве они размягчаются и становятся пластичными, а затем жидкими. Смолы не гигроскопичны и не растворяются в воде, но растворяются в спирте и других растворителях. Смолы являются важнейшей составной частью многих лаков, компаундов, пластмасс, пленок. Природные смолы — это продукт жизнедеятельности некоторых насекомых (например, шеллак) или растений — смолоносов. Наибольшее значение имеют синтетические смолы, например полиэтилен, поливинилхлорид, которые применяются для изоляции проводов, кабелей, для защитных покрытий, для изготовления лаков.

**Эхолот**

Встречается несколько названий эхолота: сонар, гидролокатор. Сонар — это сокращение от трёх английских слов «звук», «передвижение», «расположение». Эхолот состоит из передатчика, преобразователя, приёмника и дисплея. Передатчик испускает звуковую волну ультразвукового диапазона (например, 50 кГц, 192 кГц), которая, распространяясь в воде, отражается от преград на своём пути и, возвращаясь обратно, улавливается приёмником. Далее обработанная информация от отражённых объектов поступает на экран. Так как этот процесс повторяется много раз в секунду, то на экране получается профиль дна с отображением объектов на различных глубинах.




Большинство современных эхолотов работают на частоте 192 кГц, некоторые используют 50 кГц. Есть свои преимущества у каждой частоты, но для пресной и солёной воды 192 кГц — лучший выбор. Эта частота даёт больше подробностей и меньше «шумовых» и нежелательных отражений. Её используют в неглубокой воде и на скорости. Определение близлежащих подводных объектов также лучше на частоте 192 кГц. При этом две рыбы отображаются как два отдельных эха вместо одной «капли» на экране. Существуют некоторые условия, при которых частота 50 кГц лучше. Как правило, эхолоты, работающие на частоте 50 кГц (при тех же самых условиях и мощности), могут проникать более глубоко через воду. Это происходит из-за естественной способности воды поглощать звуковые волны. Скорость поглощения больше для более высоких частот звука, чем для более низких частот. Поэтому эхолоты частотой 50 кГц находят использование в более глубокой солёной воде. Также преобразователи таких эхолотов имеют более широкие углы обзора, чем преобразователи эхолотов частотой 192 кГц.

Сравнительная таблица эхолотов

| **50 кГц** | **192 кГц** |
|---|---|
| Большие глубины | Малые глубины |
| Широкий конический угол | Узкий конический угол |
| Худшее определение и разделение целей | Лучшее определение и разделение целей |
| Большая чувствительность к помехам | Меньшая чувствительность к помехам |

Сравнительная таблица эхолотов

| **Материал** | **Плотность, кг/м$^3$** | **Скорость продольной волны, м/с** | **Скорость поперечной, м/с** |
|---|---|---|---|
| Воздух | 0,1 | 330 | — |
| Алюминий | 2700 | 6320 | 3130 |
| Стекло | 3600 | 4260 | 2560 |
| Вольфрам | 19 100 | 5460 | 2620 |
| Полиамид (нейлон) | 1100 | 2620 | 1080 |
| Акрил | 1180 | 2670 | — |
| Медь | 8900 | 4700 | 2260 |
| Вода пресная (20 °C) | 1000 | 1482 | — |
| Вода солёная (20 °C) | 1030 | 1500* | — |

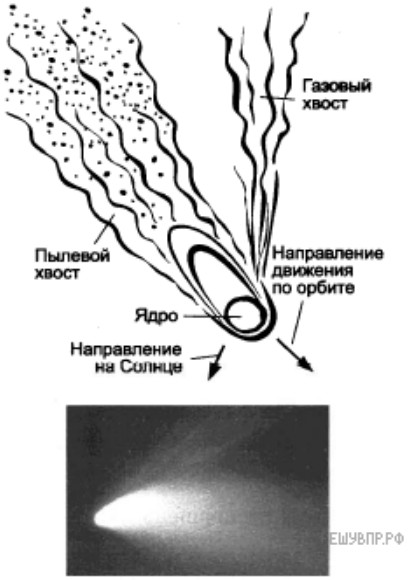
**16.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что поперечная _____ волна распространяется в твёрдых и достаточно плотных средах. Эхолоты работающие на частоте ___ кГц проникают глубже в воду.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Кометы**

Кометы Солнечной системы представляют собой бесформенные глыбы размером несколько километров, состоящие из льда вперемешку с пылевыми частицами. Поэтому их иногда называют «грязным снежком». Кометы движутся по очень вытянутым орбитам, находясь основное время далеко от Солнца, где остаются невидимыми. При приближении к Солнцу лёд под действием солнечного тепла начинает таять, испаряется и улетает в межпланетное пространство вместе с другими газами. Вследствие этого, чем ближе комета приближается к Солнцу, тем длиннее её хвост. Иногда у комет наблюдается разделение хвоста на две части: один — искривлённый, состоящий из частиц пыли; другой — прямой, газовый, вытянутый. Протяжённость кометных хвостов может достигать десятков и сотен миллионов километров. Предполагается, что пыль, теряемая кометами, попадая на огромной скорости в земную атмосферу, обнаруживается в виде метеоров. Некоторые кометы движутся по орбите вокруг Солнца, их называют периодическими. Периодическая комета теряет значительную часть своего материала каждый раз, когда проходит около Солнца.




В таблице приведены русские названия периодических комет, год открытия, период обращения, следующее появление.

Периодические кометы

| Русское название | Период, земной год | Год открытия | Следующее появление |
|---|---|---|---|
| Галлея | 75,31 | 240 до н.э. | 2061 |
| Энке | 3,3 | 1786 | 2017 |
| Понса-Брукса | 70,84 | 1812 | 2024 |
| Ольберса | 69,52 | 1815 | 2024 |
| Стефана-Отермы | 37,72 | 1867 | 2018 |
| Дю Туа | 14,7 | 1944 | 2018 |
| Темпеля-Туттля | 33,24 | 1865 | 2031 |
| Икея-Чжанга | 367,18 | 1661 | 2362 |
| Шумейкеров 3 | 17,09 | 1986 | 2019 |
| LINEAR | 76,48 | 2000 | 2075 |

**17.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что наибольше удаляется от Солнца комета _____, меньше всех удаляется от Солнца — комета _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Распространение звука в атмосфере**

Звуковые волны играют важную роль в жизни человека и других живых существ. Несмотря на гораздо меньшую скорость звука, чем скорость света, большую способность затухания при распространении, звук имеет ряд преимуществ по сравнению со светом. Звук хорошо распространяется в темноте, в горах, в лесу, в воде, в земле, способен преодолевать преграды, недоступные свету. Исследования показали, что скорость распространения звука на больших высотах (в горах) и на равнинах одинакова при условии равенства температуры воздуха. А вот от температуры воздуха скорость зависит. В таблице приведены результаты измерения скорости распространения звука в зависимости от температуры воздуха.

| Температура воздуха, °C | Скорость звука в воздухе | |
|---|---|---|
| | м/с | км/ч |
| −150 | 216,7 | 780,1 |
| −100 | 263,7 | 942,2 |
| −50 | 299,3 | 1077,6 |
| −20 | 318,8 | 1147,8 |
| −10 | 325,1 | 1170,3 |
| 0 | 331,5 | 1193,4 |
| 10 | 337,3 | 1214,1 |
| 20 | 343,1 | 1235,2 |
| 30 | 348,9 | 1226,2 |
| 50 | 360,3 | 1296,9 |
| 100 | 387,1 | 1393,7 |
| 200 | 436,0 | 1569,5 |
| 300 | 479,8 | 1727,4 |
| 400 | 520,0 | 1872,1 |
| 500 | 557,3 | 2006,4 |
| 1000 | 715,2 | 2574,8 |

Исходя из информации, представленной в таблице, можно увидеть вполне однозначную зависимость скорости распространения звука от температуры окружающего воздуха.

Слышимость звука также зависит от плотности воздуха, влажности и ветра. Во влажном воздухе слышимость звука резко возрастает, в сухом — уменьшается. Во время ветреной погоды звук слышится неровно. Если хорошая или плохая слышимость звука не обусловлена попутным или встречным ветром, то хорошая слышимость отдалённых (слабых) звуков объясняется повышенной влажностью воздуха и служит признаком наступления ненастной погоды с осадками.

**18.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что чем выше температура воздуха, тем _____ скорость звука в воздухе. При этом в безветренную погоду во время грозы слышимость _____, чем в безветренную сухую погоду.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Распространение звука в различных средах**

Звук может распространяться только в упругой среде: газе, жидкости, твёрдых телах. В вакууме звук распространяться не может.

Известно, что во время грозы мы сначала видим вспышку молнии и лишь через некоторое время слышим раскаты грома. Скорость звука в воздухе впервые была измерена в 1636 г. французским учёным М. Мерсенном. При температуре 20 °С она равна 343 м/с, т. е. 1235 км/ч.

Скорость звука в воде впервые была измерена в 1826 г. Ж. Колладоном и Я. Штурмом. Свои опыты они проводили на Женевском озере в Швейцарии. На одной лодке поджигали порох и одновременно ударяли в колокол, опущенный в воду. Звук этого колокола с помощью специального рупора, также опущенного в воду, улавливался на другой лодке, которая находилась на расстоянии 14 км от первой. По интервалу времени между вспышкой света и приходом звукового сигнала определили скорость звука в воде. При температуре 8 °С она оказалась равной примерно 1440 м/с.

Если вы приложите ухо к рельсу, то после удара по другому концу рельса вы услышите два звука: один — по рельсу, другой — по воздуху. Хорошо проводит звук земля. Например, в старые времена при осаде в крепостных стенах помещали «слухачей», которые по звуку, передаваемому землёй, могли определить, ведёт ли враг подкоп к стенам или нет. Прикладывая ухо к земле, также следили за приближением вражеской конницы.

| **Среда** | **Плотность, г/см$^3$, при 20 °С** | **Скорость, м/с** |
|---|---|---|
| **Твёрдые материалы** | | |
| Алюминий | 2,7 | 5100 |
| Медь | 8,9 | 3600 |
| Резина | 0,95 | 35–70 |
| Пробка | 0,22–0,26 | 50 |
| Сталь | 7,8 | 5000 |
| **Жидкости** | | |
| Вода | 1,0 | 1456 |
| Ацетон | 0,792 | 1190 |
| Бензин | 0,899 | 1200–1900 |
| Этиловый спирт | 0,791 | 1150 |
| **Газы** | | |
| Воздух | $1{,}29 \cdot 10^{-3}$ | 344 |
| Азот | $1{,}251 \cdot 10^{-3}$ | 337 |
| Водород | $0{,}09 \cdot 10^{-3}$ | 1269 |
| Кислород | $1{,}43 \cdot 10^{-3}$ | 316 |

**19.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Раскат грома мы слышим _____, чем видим вспышку молнии, потому что скорость звука во много раз _____ скорости света.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

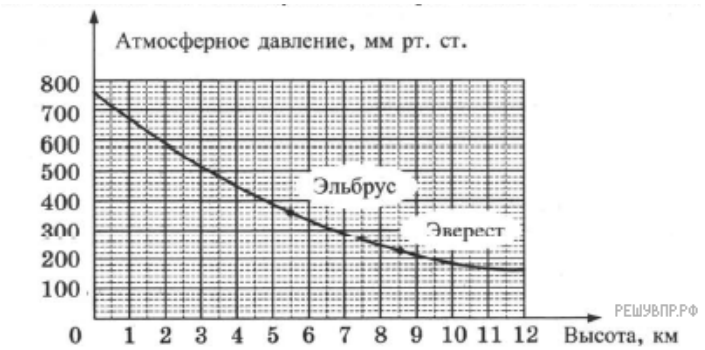
**Атмосферное давление**

Атмосфера — это весь воздух, который окружает Землю. Воздух имеет массу, которая в среднем равна $5{,}2 \cdot 10^{21}$ г. Известно, что 1 $м^3$ воздуха у земной поверхности имеет массу 1,033 кг. Своим весом воздух оказывает давление на все объекты, находящиеся на земной поверхности. Сила, с которой воздух давит на земную поверхность, называется атмосферным давлением.

За нормальное атмосферное давление условно принято давление воздуха на уровне моря на широте 45° и при температуре 0 °С. Нормальное атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст. или 101 325 Па. Если давление воздуха больше 760 мм рт. ст., то оно считается повышенным, меньше — пониженным.

Если подниматься вверх, то воздух становится всё более разреженным и атмосферное давление понижается. Атмосферное давление расположенных на разной высоте над уровнем моря местностей будет различным. Например, Москва лежит на высоте 120 м над уровнем моря, поэтому среднее атмосферное давление для неё — 748 мм рт. ст.

Атмосферное давление в течение суток дважды повышается (утром и вечером) и дважды понижается (после полудня и после полуночи). Эти изменения связаны с изменением температуры воздуха и перемещением воздуха. В течение года на материках максимальное давление наблюдается зимой, когда воздух переохлаждён и уплотнён, а минимальное — летом. Также атмосферное давление изменяется в зависимости от наступления хорошей или ненастной погоды.




**20.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

С ростом высоты над уровнем моря _____ атмосферное давление. В течение суток атмосферное давление _____ повышается и понижается.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Звук в живой природе**

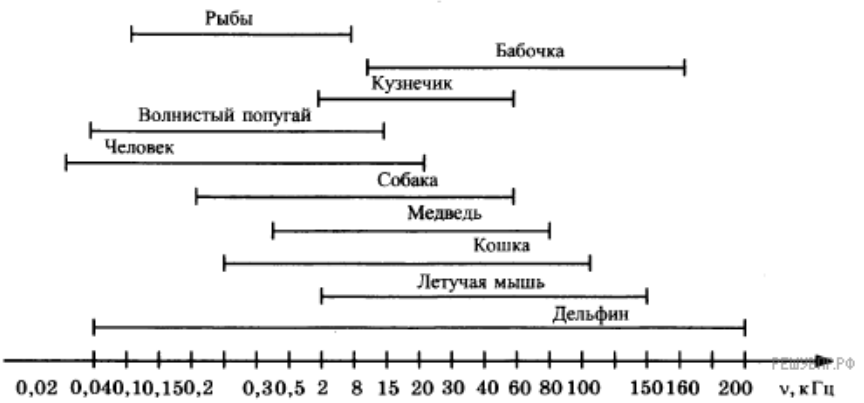
Мы живём в мире звуков. Везде — в окружающем нас воздухе, воде, земле — распространяются звуки. Эти звуки различны по частоте, громкости, тембру, источнику. Для живых существ звуковая картина мира является одним из важнейших источников информации о внешнем мире. Аборигены Австралии, прикладывая ухо к земле, узнавали о передвижениях животных и людей в округе.

Диапазон частот, воспринимаемых человеческим ухом, составляет 16-20000 Гц. Это те звуки, которые воспринимает человек. Все звуковые колебания с частотами ниже 16 Гц относятся к области инфразвука. С частотами выше 20 кГц — к области ультразвука.

Диапазоны звуков, которые слышат живые существа на Земле, очень разнообразны. Например, муравьи никогда не услышат ни нашей речи, ни нашей музыки, так как они общаются на ультразвуке. Некоторые животные (летучие мыши, морские млекопитающие) сами способны не только слышать, но и издавать ультразвук. Некоторые рыбы способны слышать звуки от 5 до 2000 Герц. Слух у рыб настроен больше на низкие звуки (шорохи, шаги, шумы) и менее чувствителен к высоким.

Общение дельфинов может быть как в нашем привычном диапазоне, так и на частотах ультразвука. Дельфины могут издавать разные звуки, свисты. Наиболее выразительными являются свисты, которых у дельфинов насчитывается 32 вида. Каждый из них может обозначать определённую фразу (сигналы боли, тревоги, приветствия, призывный клич «ко мне» и т. д.).

На диаграмме, представленной ниже, показаны частотные диапазоны, которые доступны некоторым живым существам.




**21.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

На рыбалке нужно соблюдать тишину, потому что слух у рыб настроен больше на _____ звуки и менее чувствителен к _____ звукам.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Радуга**

Радуга — это красивейшее оптическое природное явление, которое наблюдается при освещении солнечным светом множества водяных капелек во время дождя или тумана, или после дождя. Радугу можно наблюдать только когда солнце выглянуло из-за туч и в стороне, противоположной солнцу. Если встать лицом к солнцу, то радуги не увидеть. Центром радуги является точка, диаметрально противоположная Солнцу. Чаще всего мы видим только одну часть радуги, половину дуги над линией горизонта. Радугу можно наблюдать и в результате преломления солнечных лучей в каплях воды после дождя, и в отражённых лучах от водной поверхности морских заливов, озёр, водопадов или больших рек. Цвета радуги расположены всегда в одном и том же порядке. Самая яркая внешняя часть радуги — красная полоса. Каждый следующий цвет бледнее предыдущего. Солнечный луч освещает каплю дождя. Проникая внутрь капли, луч слегка преломляется. Как известно, лучи различного цвета преломляются по- разному, то есть внутри капли луч белого цвета распадается на составляющие его цвета. Это явление дисперсии. Пройдя каплю, свет отражается от её стенки, как от зеркала. Отражённые цветные лучи идут в обратном направлении, ещё сильнее преломляясь. Весь радужный спектр покидает каплю с той же стороны, с которой в неё проник солнечный луч. Человек видит огромную цветную радугу, раскинувшуюся по всему небу, — свет, преломлённый и отражённый миллиардами дождевых капель.

В таблице представлено условное разделение всего видимого спектра солнечного излучения по цветам (1 нм = $10^{-9}$ м).

| Цвет | Диапазон длин волн, нм |
|---|---|
| Красный | 620—780 |
| Оранжевый | 585—620 |
| Жёлтый | 575—585 |
| Зелёный | 550—575 |
| Голубой | 510—550 |
| Синий | 480—510 |
| Фиолетовый | 380—450 |

В ниже расположенной таблице приведено соотношение между длинами волн электромагнитного излучения видимого диапазона с показателями преломления воды при нормальном атмосферном давлении и температуре 20 °C.

| Длина волны, нм | Показатель преломления |
|---|---|
| 381,1 | 1,343 |
| 486,1 | 1,3371 |
| 546,1 | 1,3345 |
| 589,3 | 1,3330 |
| 643,8 | 1,3314 |
| 656,3 | 1,3311 |
| 768,2 | 1,3289 |

**22.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

В солнечном спектре выделяют семь цветов. Перечислим их по порядку, начиная от внешней части радуги: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, _____, _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Рентгеновские лучи**

Рентгеновское излучение − это электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением.

Рентгеновские лучи возникают всегда, когда движущиеся с высокой скоростью электроны тормозятся материалом анода (например, в газоразрядной трубке низкого давления). Часть энергии, не рассеивающаяся в форме тепла, превращается в энергию электромагнитных волн (рентгеновские лучи).

Есть два типа рентгеновского излучения: тормозное и характеристическое. Тормозное рентгеновское излучение не является монохроматическим, оно характеризуется разнообразием длин волн, которое может быть представлено сплошным (непрерывным) спектром.

Характеристическое рентгеновское излучение имеет не сплошной, а линейчатый спектр. Этот тип излучения возникает, когда быстрый электрон, достигая анода, выбивает электроны из внутренних электронных оболочек атомов анода. Пустые места в оболочках занимаются другими электронами атома. При этом испускается рентгеновское излучение с характерным для материала анода спектром энергий.

Монохроматическое рентгеновское излучение, длины волн которого сопоставимы с размерами атомов, широко используется для исследования структуры веществ. В основе данного метода лежит явление дифракции рентгеновских лучей на трёхмерной кристаллической решётке. Дифракция рентгеновских лучей на монокристаллах была открыта в 1912 г. М. Лауэ. Направив узкий пучок рентгеновских лучей на неподвижный кристалл, он наблюдал на помещённой за кристаллом пластинке дифракционную картину, которая состояла из большого количества расположенных в определённом порядке пятен.

Дифракционная картина, получаемая от поликристаллического материала (например, металлов), представляет собой набор чётко обозначенных колец. От аморфных материалов (или жидкостей) получают дифракционную картину с размытыми кольцами.

**23.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Характеристическое рентгеновское излучение имеет _____ спектр, а тормозное рентгеновское излучение — _____ спектр.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

Рассмотрим некоторые погрешности (аберрации), которые дают оптические приборы, основанные на использовании линз: сферические и хроматические аберрации.

На практике часто приходится применять собирающие линзы большого диаметра, позволяющие собрать широкие световые потоки. Однако в этом случае не удаётся получить резкое изображение источника (рис. 1). Как бы мы ни перемещали экран (Э), на нём получается довольно расплывчатое изображение. И только ограничив пучки, падающие на линзу, с помощью диафрагмы Д (непрозрачного экрана с отверстием), можно получить достаточно резкое изображение источника (рис. 2). Погрешность, связанная с тем, что линза большого диаметра даёт изображение точечного источника S не в виде точки, а в виде расплывчатого светлого пятна, называется сферической аберрацией.

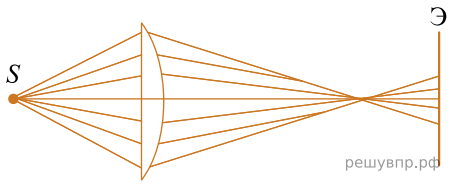



Рис. 1

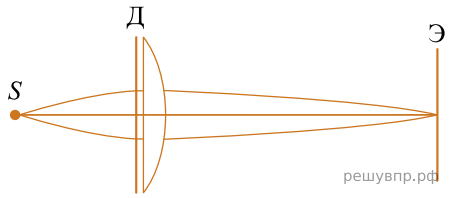



Рис. 2

Хроматическая аберрация связана с тем, что показатель преломления световых лучей в стекле зависит от длины волны: красные лучи преломляются слабее, чем зелёные, зелёные – слабее, чем фиолетовые. Из-за этого изображение в линзе получается окрашенным.

Рассмотрим, как можно убрать хроматическую аберрацию в оптических телескопах. Телескоп состоит из двух основных частей – объектива и окуляра. В первых телескопах (т. н. рефракторных) в качестве объектива использовалась собирающая линза. В фокусе объектива формируется действительное изображение весьма удалённого источника света (например, звезды). Чтобы разглядеть полученное с помощью объектива изображение, используется окуляр. В качестве окуляра может использоваться собирающая линза, действующая как лупа. На рис. 3 представлен ход лучей в телескопе И. Кеплера (1611 г.).

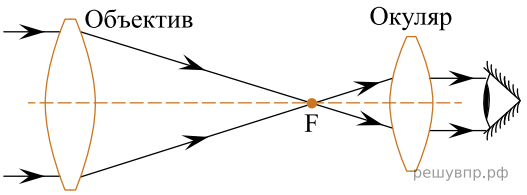



Рис. 3. Зрительная труба И. Кеплера. В её оптической схеме две собирающие линзы.

С помощью телескопа Кеплера яркие звёзды наблюдатель увидит как сине-зелёные точки (к сине-зелёной части спектра человеческий глаз наиболее чувствителен ночью), окружённые красной и синей каймой.

Чтобы устранить искажения изображения, связанные с хроматической аберрацией, И. Ньютон в 1668 году предложил новую модель телескопа – рефлекторный телескоп, в котором вместо собирающей линзы использовалось вогнутое зеркало (рис. 4).

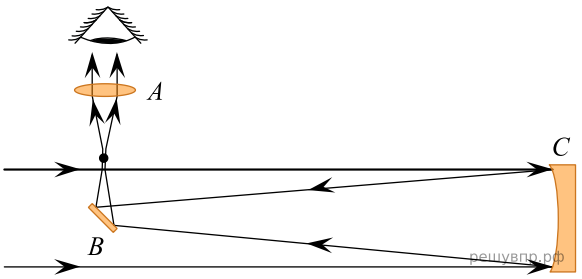



Рис. 4. Оптическая схема телескопа И. Ньютона (A - собирающая линза, B - плоское зеркало, C - вогнутое зеркало).

**24.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

В качестве окуляра в оптической схеме телескопа Ньютона использовалась _____. _____ аберрацией называется погрешность, связанная с тем, что линза большого диаметра даёт изображение точечного источника не в виде точки, а в виде расплывчатого светлого пятна.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Запись звука**

Возможность записывать звуки и затем воспроизводить их была открыта в 1877 году американским изобретателем Т. А. Эдисоном. Благодаря этому появилось звуковое кино, началось массовое производство граммофонных пластинок.

На рисунке 1 дана упрощенная схема механического звукозаписывающего устройства. Звуковые волны от источника звука (певца, оркестра и т. д.) попадали в рупор 1, в котором была закреплена тонкая упругая пластинка 2 (мембрана). Под действием звуковой волны мембрана начинала колебаться. Колебания мембраны передавались связанному с ней резцу 3, острие которого оставляло при этом на вращающемся диске 4 звуковую бороздку. Звуковая бороздка закручивалась по спирали от края диска к его центру.

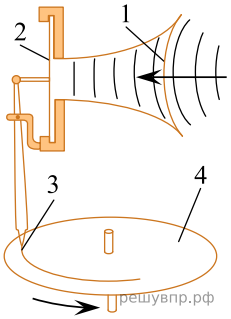



Рис. 1.

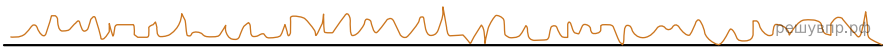



Рис. 2
Профиль звуковой дорожки под большим увеличением.

Диск или валик, на котором производилась звукозапись, изготавливалась из специального мягкого воскового материала. С этого воскового диска гальванопластическим способом снимали медную копию (клише): использовалось осаждение на электроде чистой меди при прохождении электрического тока через раствор её солей. Затем с медной копии делали оттиски на дисках из пластмассы. Так получали граммофонные пластинки.

При воспроизведении звука граммофонную пластинку ставят под иглу, связанную с мембраной граммофона, и приводят пластинку во вращение. Двигаясь по волнистой бороздке пластинки, конец иглы колеблется, вместе с ним колеблется и мембрана, причём эти колебания довольно точно воспроизводят записанный звук.

1898 году датский инженер Вольдемар Паульсен изобрёл аппарат для магнитной записи звука на стальной проволоке. Магнитные ленты появились значительно позже, их использование началось в 40-х годах XX века. На рисунке 3 представлен принцип работы записывающей магнитной головки магнитофона.

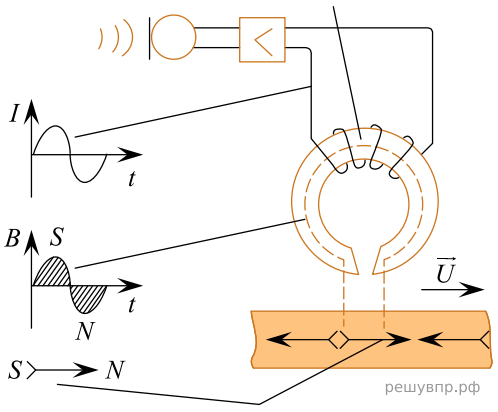



Рис. 3. Намагниченность ленты остаётся и после действия магнитного поля. В микрофоне звуковой сигнал переводится в электрический.

Переменный электрический ток создаёт переменное магнитное поле, под действием которого намагничивается ферромагнитный материал, покрывающий магнитную ленту.

В 1979 году вернулась механическая запись звука, но уже на новом уровне – при записи лазерных дисков. Вместо иглы фонографа звуки на диске записывает луч лазера. Звуковая информация заключена в мельчайших углублениях (рис. 4), выгравированных при записи лазерным лучом на металлизированной поверхности диска. Этот диск во время вращения «читается» другим лазерным лучом, и различия в отражённом лазерном свете преобразуются в электрические сигналы, которые затем преобразуются в звук.

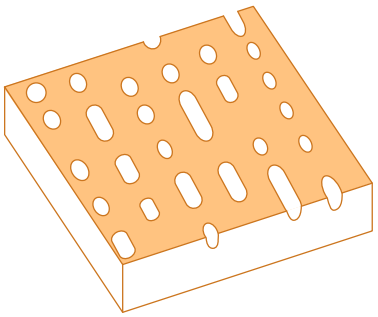



Рис. 4
Поверхность лазерного диска под микроскопом.

**25.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Для получения медную копии (клише) с воскового диска использовалось явление _____, то есть осаждение на электроде чистой меди при прохождении электрического тока через раствор её солей. При воспроизведении звука на граммофоне игла и мембрана, присоединённая к игле _____, что позволяет достаточно хорошо повторить записанный звук.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**26.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Переменный электрический ток создаёт _____ магнитное поле, под действием которого намагничивается ферромагнитный материал, покрывающий движущуюся ленту. Железо и сталь может в течение долгого время сохранять _____, что необходимо для записи звука.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Космические обсерватории**

С поверхности Земли человек издавна наблюдает космические объекты в видимой части спектра электромагнитного излучения (диапазон видимого света включает волны с длиной примерно от 380 нм до 760 нм).

При этом большой объём информации о небесных телах не доходит до поверхности Земли, т. к. большая часть инфракрасного и ультрафиолетового диапазона, а также рентгеновские и гамма-лучи космического происхождения недоступны для наблюдений с поверхности нашей планеты. Для изучения космических объектов в этих лучах необходимо вывести телескопы за пределы атмосферы. Результаты, полученные в космических обсерваториях, перевернули представление человека о Вселенной. Общее количество космических обсерваторий превышает уже несколько десятков.

Так, с помощью наблюдений в инфракрасном (ИК) диапазоне были открыты тысячи галактик с мощным инфракрасным излучением, в том числе такие, которые излучают в ИК-диапазоне больше энергии, чем во всех остальных частях спектра. Активно изучаются инфракрасные источники в газопылевых облаках. Интерес к газопылевым облакам связан с тем, что, согласно современным представлениям, в них рождаются и вспыхивают звёзды.

Ультрафиолетовый спектр разделяют на ультрафиолет-А (УФ-А) с длиной волны 315–400 нм, ультрафиолет-В (УФ-В) – 280–315 нм и ультрафиолет-С (УФ-С) – 100–280 нм. Практически весь УФ-С и приблизительно 90% УФ-В поглощаются озоновым слоем при прохождении лучей через земную атмосферу. УФ-А не задерживается озоновым слоем.

С помощью ультрафиолетовых обсерваторий изучались самые разные объекты: от комет и планет до удалённых галактик. В УФ-диапазоне исследуются звёзды, в том числе, с необычным химическим составом.

Гамма-лучи доносят до нас информацию о мощных космических процессах, связанных с экстремальными физическими условиями, в том числе и ядерных реакциях внутри звёзд. Детекторы рентгеновского излучения относительно легки в изготовлении и имеют небольшую массу. Рентгеновские телескопы устанавливались на многих орбитальных станциях и межпланетных космических кораблях. Оказалось, что рентгеновское излучение во Вселенной явление такое же обычное, как и излучение оптического диапазона. Большое внимание уделяется изучению рентгеновского излучения нейтронных звёзд и чёрных дыр, активных ядер галактик, горячего газа в скоплении галактик.

**27.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Ультрафиолетовый спектр разделяют на ультрафиолет-А (УФ-А) с длиной волны 315–400 нм, ультрафиолет-В (УФ-В) – 280–315 нм и ультрафиолет-С (УФ-С) – _____ нм. Практически весь УФ-С и приблизительно 90% УФ-В _____ озоновым слоем при прохождении лучей через земную атмосферу. УФ-А же можно использовать для наземных лабораторий.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Цветовое зрение**

Любой объект излучает электромагнитные волны в очень широком диапазоне частот. При этом интенсивность излучения напрямую зависит от температуры объекта (рис. 1).

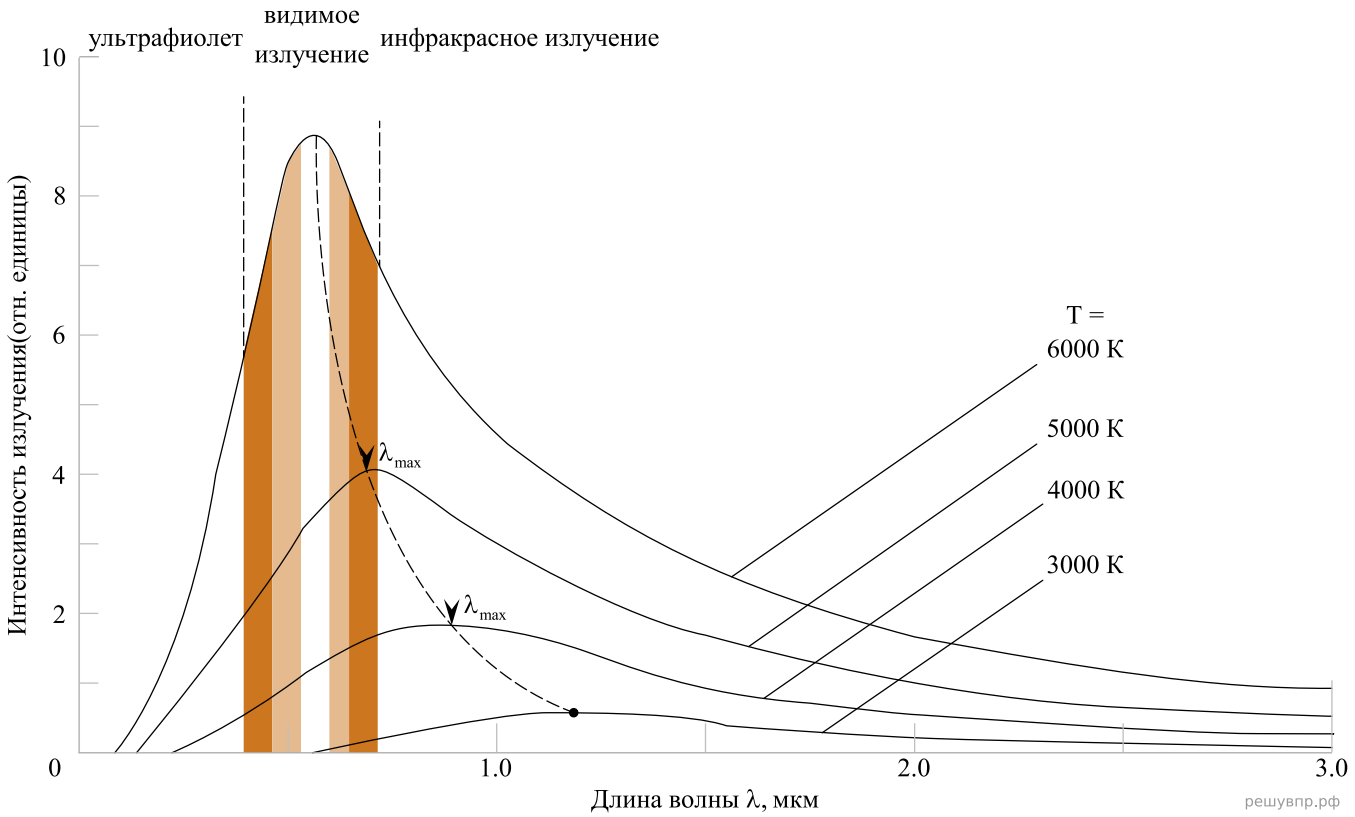



Рис. 1. Интенсивность излучения абсолютно чёрного тела.(Абсолютно чёрное тело обладает свойством поглощать всю падающую на его поверхность лучистую энергию любого спектрального состава.)

Максимум излучения Солнца, поверхность которого имеет температуру около 6000 К, приходится на диапазон длин волн, которые в процессе эволюции определили цветовое зрение человека.

Среди органов чувств глаз занимает особое место. На долю зрения приходится до 80% информации, воспринимаемой организмом извне. Человек с помощью зрения воспринимает размеры предметов, их форму, расположение в пространстве, движение, а, главное, цвет.

Приемниками светового излучения человека служат колбочки (фоторецепторы трёх типов) и палочки (фоторецепторы одного типа).

Колбочки, в зависимости от их спектральной чувствительности, подразделяются на три типа и обозначаются греческими буквами ρ, γ и β. Максимумы спектральной чувствительности этих типов колбочек находятся в трёх разных спектральных участках: красном, зелёном и синем (рис. 2).

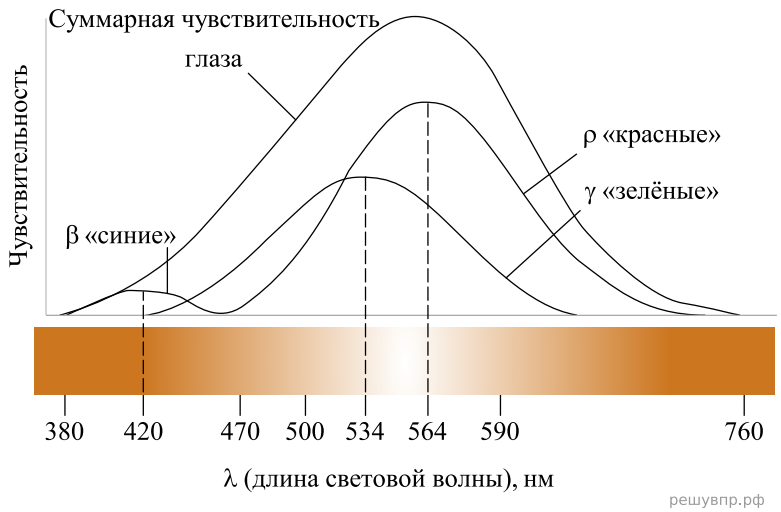



Рис. 2

Спектры поглощения показывают вероятность поглощения фотона для данной длины волны. Спектры поглощения перекрываются, а это означает, что зрительная система в состоянии различить частоту волны, сравнивая количества поглощения энергии разных видов колбочек.

Палочки, расположенные по периферии сетчатки, играют основную роль в создании ахроматических зрительных образов. Палочки обладают высокой чувствительностью к свету, воспринимают волны с малой амплитудой, но не умеют различать их длину, то есть результат восприятия волн разной длины у всех палочек одинаков.

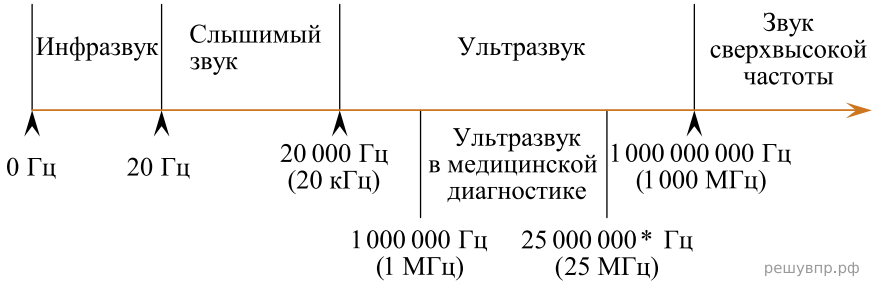
**28.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Видимый свет с длиной волны 400 нм, т. е. _____ спектральный участок, воспринимают *β*-колбочки. Максимум чувствительности γ-колбочек приходится на _____ участок спектра.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

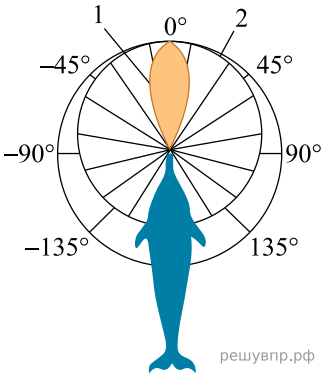
**Два типа слуха дельфинов**

Звуковые волны принято подразделять на диапазон слышимых человеком волн, а также инфразвук, ультразвук и звук сверхвысокой частоты (или гиперзвук) (см. диаграмму).




Диапазон издаваемых и слышимых звуков у разных животных может сильно отличаться от диапазона звуковых волн, воспринимаемых человеком. Например, дельфин способен создавать и улавливать звуки в более широком диапазоне, чем человек.

В слуховом аппарате дельфина есть два типа «входных ворот». «Ворота» первого типа – вытянутая нижняя челюсть. Через эти «ворота» к внутреннему уху дельфина поступают волны с частотами $8 \cdot 10^4$–$10^5$Гц, направление которых совпадает с направлением челюсти. Именно по этому направлению и осуществляется эхолокация. «Ворота» второго типа — те места по бокам головы дельфина, где когда-то у далёких предков дельфинов, живших на суше, были обыкновенные уши. Ушей, как таковых, у дельфинов нет; наружные слуховые отверстия почти заросли, однако звуки они пропускают прекрасно. Через эти «входные ворота» к внутреннему уху дельфина поступают со всевозможных сторон звуковые волны относительно низких частот ($10^2$–$10^4$ Гц). Таким образом, можно говорить о двух типах слуха дельфинов.




Первый тип — остронаправленный эхолокационный слух на высоких частотах. Известно, что для успешной эхолокации линейные размеры объекта должны быть больше или по крайней мере порядка длины волны звука. Чем меньше длина волны излучения, тем более мелкими могут быть объекты, которые необходимо опознать при помощи эхо-сигналов.

Второй тип слуха — слух кругового обзора; он предназначен для восприятия дельфином «обычных» звуков, заполняющих окружающее пространство. На рисунке отрезки, ограниченные кривой 1, относятся к эхолокационному слуху, а кривой 2 — к слуху кругового обзора. Рисунок хорошо иллюстрирует острую направленность слуха первого типа и слабо выраженную направленность слуха второго типа.

**29.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Для _____ дельфины используют звуковые волны с частотами $8 \cdot 10^4$–$10^5$ Гц. Эти волны относятся к _____ диапазону.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Цветовое зрение**

Любой объект излучает электромагнитные волны в очень широком диапазоне частот. При этом интенсивность излучения напрямую зависит от температуры объекта (рис. 1).

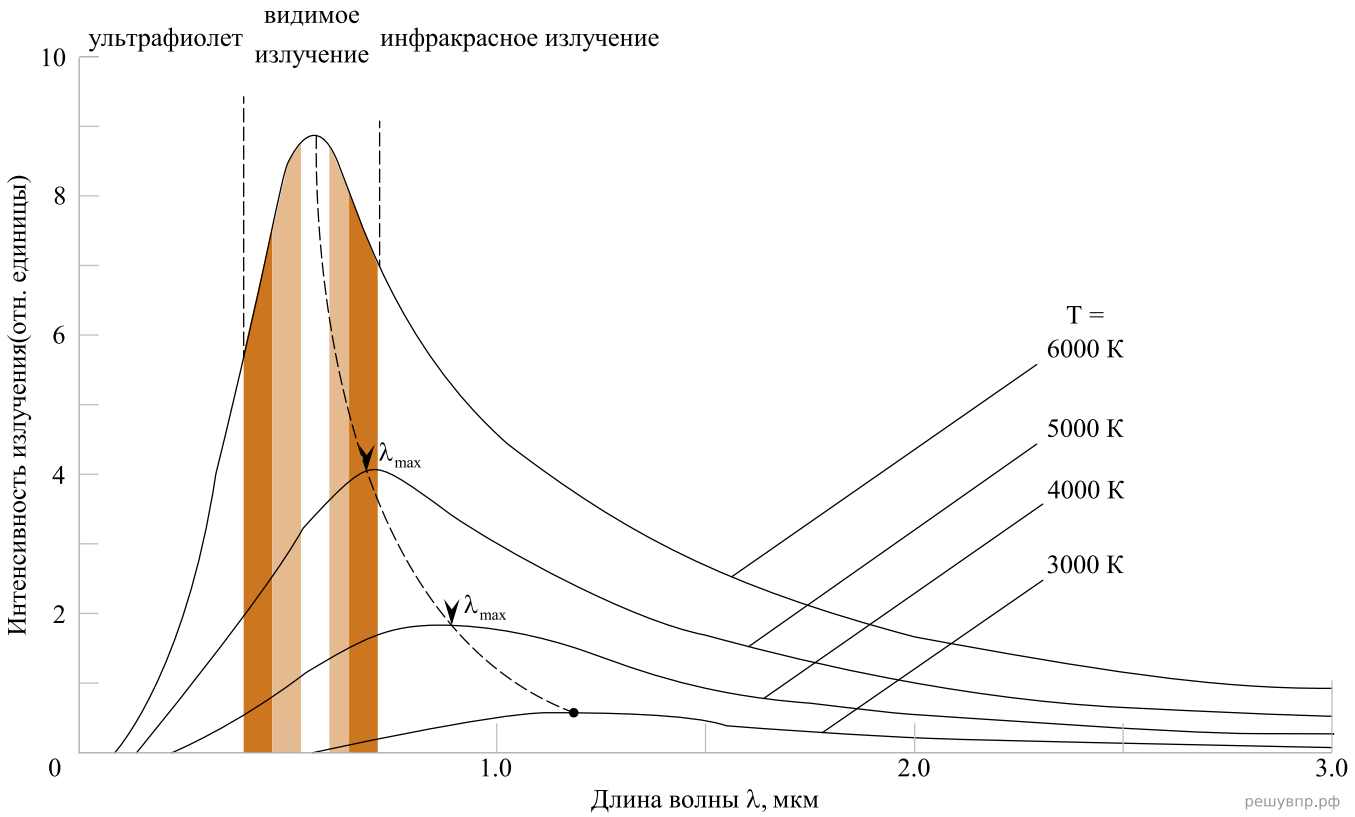



Рис. 1. Интенсивность излучения абсолютно чёрного тела.(Абсолютно чёрное тело обладает свойством поглощать всю падающую на его поверхность лучистую энергию любого спектрального состава.)

Максимум излучения Солнца, поверхность которого имеет температуру около 6000 К, приходится на диапазон длин волн, которые в процессе эволюции определили цветовое зрение человека.

Среди органов чувств глаз занимает особое место. На долю зрения приходится до 80% информации, воспринимаемой организмом извне. Человек с помощью зрения воспринимает размеры предметов, их форму, расположение в пространстве, движение, а, главное, цвет.

Приёмниками светового излучения человека служат колбочки (фоторецепторы трёх типов) и палочки (фоторецепторы одного типа).

Колбочки, в зависимости от их спектральной чувствительности, подразделяются на три типа. Максимумы спектральной чувствительности этих типов колбочек находятся в трёх разных спектральных участках: красном, зелёном и синем.

При помощи колбочек зрительная система в состоянии различить длину волны, сравнивая количества поглощения энергии разных видов колбочек.

Палочки, расположенные по периферии сетчатки, играют основную роль в создании ахроматических зрительных образов. Палочки обладают высокой чувствительностью к свету, воспринимают волны с малой амплитудой, но не умеют различать их длину, то есть результат восприятия волн разной длины у всех палочек одинаков.

Чувствительность человеческого глаза к разным длинам волн видимого света различна в дневное время и в сумерки. На рисунке 2 представлены кривые спектральной чувствительности глаза (зависимость коэффициента поглощения от длины волны) в сумеречное и дневное время.

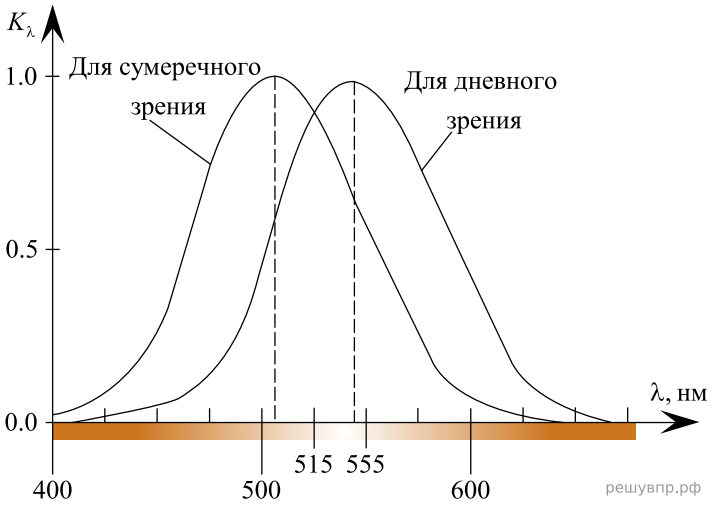



Рис. 2

Если днём максимум чувствительности глаза падает на жёлто-зелёную часть спектра, то в сумерках она сменяется в область более коротких длин волн.

**30.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Используя рисунок 1 можно сказать, что максимум излучения тела, нагретого до температуры 3000 К лежит в _____ диапазоне длин волн, а максимум излучения тела, нагретого до температуры 6000 К — в _____ диапазоне.

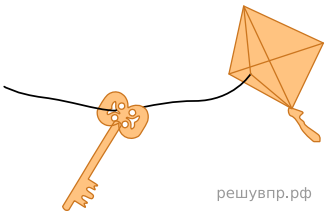
*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Бенджамин Франклин**



Бенджамин Франклин, американский учёный, дипломат и политический деятель, внёс огромный вклад в изучение электрических явлений. Именно Франклин ввёл в науку новые термины, которые используются и в современной электротехнике. Речь идёт о «положительном» и «отрицательном» электричестве, или, как он пишет, «предпочтительнее – «плюсе» и «минусе». Среди многих замечательных исследований Франклина наибольшую славу принесли ему знаменитые опыты по изучению атмосферного электричества, позволившие экспериментально доказать тождественность явлений «обыкновенного» электричества и молнии.

Для этого Франклин решил воспользоваться результатами своих наблюдений о свойствах остроконечных предметов притягивать «электрическую субстанцию». Тогда и молния должна притягиваться к остриям. Он предположил, что для отвода удара молнии в землю можно использовать «заостренные железные пруты».




Франклин изготовил воздушного змея, но вместо бумаги натянул на деревянные планки шёлковый платок, поскольку шёлк не намокает от дождя так быстро, как бумага. Он писал: «К верхнему концу деревянной крестовины змея
нужно прикрепить кусок проволоки с острым концом, чтобы он выступал за край не меньше, чем на фут. Конец бечёвки следует подвязать шёлковой лентой, за которую берутся рукой, а в месте соединения бечёвки с лентой нужно привязать ключ. Во время грозы необходимо следить за тем, чтобы шёлковая лента не намокла, а бечёвка не касалась дверного косяка или оконной рамы. Как только грозовая туча окажется над змеем, заостренная проволока станет извлекать из неё электрический огонь, и змей вместе с бечёвкой наэлектризуется. А когда дождь смочит бечёвку, сделав её способной проводить электрический огонь, Вы увидите, как он обильно стекает с ключа при приближении вашего пальца. При этом от ключа можно зарядить банку..., воспламенить спирт и проводить прочие электрические опыты, которые обычно ставятся при помощи натертого стеклянного шара или трубки».

Франклин пытался проникнуть в сущность природы электричества. С современной точки зрения, важное значение имело его утверждение о том, что «электрическую субстанцию» нельзя создать или уничтожить, а можно только перераспределить.

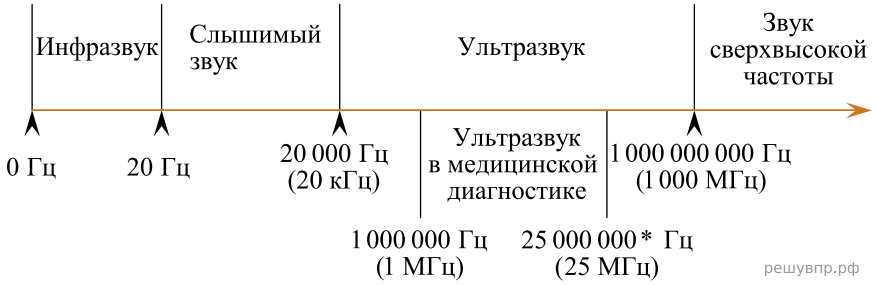
**31.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Опыты Франклина были направлены на, чтобы доказать что _____ имеет ту же природу, что и «обычное» электричество. Также Франклин ввёл понятие «положительного» и «_____» электричества.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Сонары летучих мышей**

Звуковые волны принято подразделять на диапазон слышимых человеком волн, а также инфразвук, ультразвук и звук сверхвысокой частоты (или гиперзвук) (см. диаграмму).




Диапазон издаваемых и слышимых звуков у разных животных может сильно отличаться от диапазона звуковых волн, воспринимаемых человеком.

В 1938 г. американские исследователи Г. Пирс и Д. Гриффин, применив специальную аппаратуру, установили, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частоте около $8 \cdot 10^4$ Гц, а затем воспринимает сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых. Гриффин назвал способ ориентировки летучих мышей эхолокацией.

Известно, что для успешной эхолокации линейные размеры объекта должны быть больше или, по крайней мере, порядка длины волны звука. Чем меньше длина волны излучения, тем более мелкими могут быть объекты, которые необходимо опознать при помощи эхо-сигналов.




Летучие мыши – обладатели весьма совершенных природных звуковых радаров, или, иначе говоря, природных сонаров. Устройство сонаров различно у разных видов летучих мышей. Например, остроухая ночница (как, впрочем, и многие другие виды мышей) излучает звуковые волны через рот, а большой подковонос через ноздри, которые у него окружены кожистыми выростами наподобие рупоров. Сигналы, посылаемые летучей мышью в полете, имеют характер очень коротких импульсов – своеобразных щелчков. Длительность каждого такого щелчка $(1–5) \cdot 10^{-3}$ с, ежесекундно мышь производит около десяти таких щелчков. Отражённые от объекта волны летучая мышь воспринимает ушами, имеющими сравнительно большие размеры.

**32.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Во время полёта летучая мышь излучает короткие сигналы на частоте около $8 \cdot 10^4$ Гц, что относится к _____ диапазону частот. Эти волны используются летучими мышами для ориентации в пространстве с помощью _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Инфразрение**

У холоднокровных животных возможно существование инфраглаза. Тепловые «глаза» змеи, получившие название «лицевые ямки», представляют собой специализированные органы, чувствительные к инфракрасному излучению внешних объектов. Лицевые ямки, как правило, расположены впереди и чуть ниже обоих глаз змеи, а их число зависит от вида змеи и может достигать 26 (у питона).

Наиболее изучены лицевые ямки гремучей змеи. Чувствительность лицевой ямки такова, что она может обнаружить человеческую руку или живую мышь на расстоянии 0,5 м. Змея производит бросок тогда, когда температура чувствительной мембраны лицевой ямки повышается всего лишь на 0,003 °С.

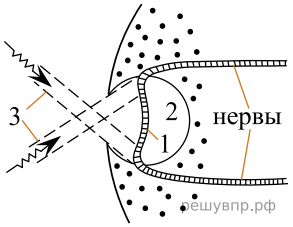



Рис. Разрез «лицевой ямки» змеи: 1 — термочувствительная мембрана; 2 — воздушная полость (3 — инфракрасное излучение)

Глаз-термометр, в отличие от глаза, реагирующего на видимый свет, не содержит линзы, и своей конструкцией напоминает камеру-обскуру (см. рис.). Диаметр термочувствительной мембраны, как правило, более чем в 2 раза превышает диаметр внешнего отверстия лицевой ямки. Это обеспечивает частичную фокусировку изображения на поверхности мембраны. Однако, каждая такая ямка обладает лишь примитивной фокусирующей способностью: она даёт возможность различать два отдельных инфракрасных источника только тогда, когда угол между направлениями на них составляет 30–60°. В то же время использование змеей одновременно нескольких таких ямок, имеющих различные перекрывающие друг друга зоны обзора, позволяет значительно лучше локализовать направление на цель после обработки мозгом информации от всех терморецепторов.

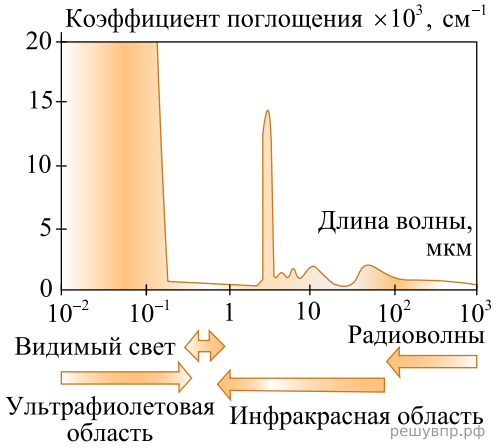
**33.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Что змея ночью обнаружит на более удалённом расстоянии: спящую кошку или чайник с кипятком? Все нагретые тела излучают _____ излучение. Чем выше температура, тем короче длина волны и выше интенсивность этого излучения. Змея ночью на более удаленном расстоянии сможет обнаружить чайник с кипятком, так как его температура _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Почему лёд прозрачный, а снег белый**

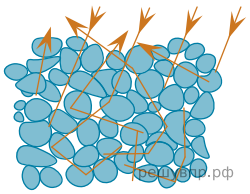
Человеческий глаз способен остро реагировать на электромагнитные волны видимой части спектра. На рисунке показаны результаты измерений коэффициента поглощения льдом электромагнитных излучений различных диапазонов.




В видимой области спектра коэффициент поглощения льда практически равен нулю, поэтому лёд прозрачен. Однако в инфракрасной и ультрафиолетовой областях коэффициент поглощения принимает очень большие значения.

Если бы лёд не был прозрачным, то и снег не выглядел бы белым. Рассматривая снег под микроскопом, можно убедиться, что он состоит из частиц прозрачного льда. Тем не менее комки снега имеют белый цвет.

Белизна снега объясняется тем, что свет, в котором представлены все длины волн, испытав многократное отражение и преломление на поверхностях снежинок, несмотря на сложный путь, почти не поглощается и вновь выходит на поверхность.




Если бы частицы, из которых состоит снег, хоть немного поглощали свет, снег не выглядел бы белым.

Вспомним, что эталоном абсолютно чёрного тела служит платиновая чернь, которая представляет собой порошок платины. Дело в том, что платиновая чернь обладает чрезвычайно высоким коэффициентом поглощения света на всех длинах волн. В результате из-за сильного поглощения падающий свет больше не возвращается на поверхность.

**34.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Абсолютно чёрное тело — физическое тело, которое при любой температуре _____ всё падающее на него электромагнитное излучение во всех диапазонах. Платиновая чернь обладает чрезвычайно высоким коэффициентом _____ света на всех длинах волн и является эталоном абсолютно чёрного тела.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Космические обсерватории**

С поверхности Земли человек издавна наблюдает космические объекты в видимой части спектра электромагнитного излучения (диапазон видимого света включает волны с длиной примерно от 380 нм до 760 нм).

При этом большой объём информации о небесных телах не доходит до поверхности Земли, т. к. большая часть инфракрасного и ультрафиолетового диапазона, а также рентгеновские и гамма-лучи космического происхождения недоступны для наблюдений с поверхности нашей планеты. Для изучения космических объектов в этих лучах необходимо вывести телескопы за пределы атмосферы. Результаты, полученные в космических обсерваториях, перевернули представление человека о Вселенной. Общее количество космических обсерваторий превышает уже несколько десятков.

Так, с помощью наблюдений в инфракрасном (ИК) диапазоне были открыты тысячи галактик с мощным инфракрасным излучением, в том числе такие, которые излучают в ИК-диапазоне больше энергии, чем во всех остальных частях спектра. Активно изучаются инфракрасные источники в газопылевых облаках. Интерес к газопылевым облакам связан с тем, что, согласно современным представлениям, в них рождаются и вспыхивают звёзды.

Ультрафиолетовый спектр разделяют на ультрафиолет-А (УФ-А) с длиной волны 315–400 нм, ультрафиолет-В (УФ-В) – 280–315 нм и ультрафиолет-С (УФ-С) – 100–280 нм. Практически весь УФ-С и приблизительно 90% УФ-В поглощаются озоновым слоем при прохождении лучей через земную атмосферу. УФ-А не задерживается озоновым слоем.

С помощью ультрафиолетовых обсерваторий изучались самые разные объекты: от комет и планет до удалённых галактик. В УФ-диапазоне исследуются звёзды, в том числе, с необычным химическим составом.

Гамма-лучи доносят до нас информацию о мощных космических процессах, связанных с экстремальными физическими условиями, в том числе и ядерных реакциях внутри звёзд. Детекторы рентгеновского излучения относительно легки в изготовлении и имеют небольшую массу. Рентгеновские телескопы устанавливались на многих орбитальных станциях и межпланетных космических кораблях. Оказалось, что рентгеновское излучение во Вселенной явление такое же обычное, как и излучение оптического диапазона. Большое внимание уделяется изучению рентгеновского излучения нейтронных звёзд и чёрных дыр, активных ядер галактик, горячего газа в скоплении галактик.

**35.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Большой объём информации о небесных телах не доходит до поверхности Земли, т. к. большая часть инфракрасного и ультрафиолетового диапазона, а также _____ и гамма-лучи космического происхождения недоступны для наблюдений с поверхности нашей планеты. С поверхности Земли мы в полной мере можем изучать _____, идущие от космических объектов.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

Рассмотрим некоторые погрешности (аберрации), которые дают оптические приборы, основанные на использовании линз: сферические и хроматические аберрации.

На практике часто приходится применять собирающие линзы большого диаметра, позволяющие собрать широкие световые потоки. Однако в этом случае не удаётся получить резкое изображение источника (рис. 1). Как бы мы ни перемещали экран (Э), на нём получается довольно расплывчатое изображение. И только ограничив пучки, падающие на линзу, с помощью диафрагмы Д (непрозрачного экрана с отверстием), можно получить достаточно резкое изображение источника (рис. 2). Погрешность, связанная с тем, что линза большого диаметра даёт изображение точечного источника S не в виде точки, а в виде расплывчатого светлого пятна, называется сферической аберрацией.

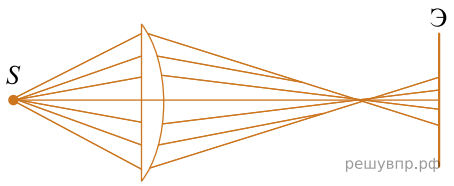



Рис. 1

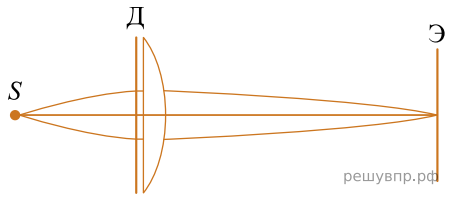



Рис. 2

Хроматическая аберрация связана с тем, что показатель преломления световых лучей в стекле зависит от длины волны: красные лучи преломляются слабее, чем зелёные, зелёные – слабее, чем фиолетовые. Из-за этого изображение в линзе получается окрашенным.

Рассмотрим, как можно убрать хроматическую аберрацию в оптических телескопах. Телескоп состоит из двух основных частей – объектива и окуляра. В первых телескопах (т. н. рефракторных) в качестве объектива использовалась

собирающая линза. В фокусе объектива формируется действительное изображение весьма удалённого источника света (например, звезды). Чтобы разглядеть полученное с помощью объектива изображение, используется окуляр. В качестве окуляра может использоваться собирающая линза, действующая как лупа. На рис. 3 представлен ход лучей в телескопе И. Кеплера (1611 г.).

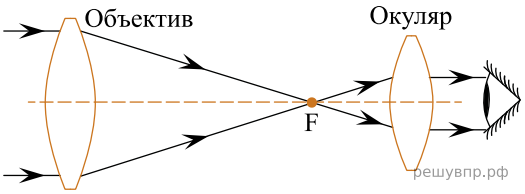



Рис. 3. Зрительная труба И. Кеплера. В её оптической схеме две собирающие линзы.

С помощью телескопа Кеплера яркие звёзды наблюдатель увидит как сине-зелёные точки (к сине-зелёной части спектра человеческий глаз наиболее чувствителен ночью), окружённые красной и синей каймой.

Чтобы устранить искажения изображения, связанные с хроматической аберрацией, И. Ньютон в 1668 году предложил новую модель телескопа – рефлекторный телескоп, в котором вместо собирающей линзы использовалось вогнутое зеркало (рис. 4).

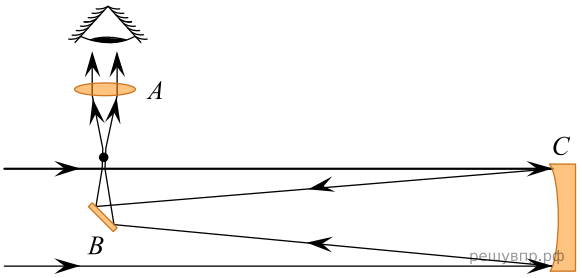



Рис. 4. Оптическая схема телескопа И. Ньютона (A - собирающая линза, B - плоское зеркало, C - вогнутое зеркало).

**36.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Для устранения хроматических _____ в качестве объектива в оптической схеме телескопа Ньютона использовалось _____ зеркало.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Космические обсерватории**

С поверхности Земли человек издавна наблюдает космические объекты в видимой части спектра электромагнитного излучения (диапазон видимого света включает волны с длиной примерно от 380 нм до 760 нм).

При этом большой объём информации о небесных телах не доходит до поверхности Земли, т. к. большая часть инфракрасного и ультрафиолетового диапазона, а также рентгеновские и гамма-лучи космического происхождения недоступны для наблюдений с поверхности нашей планеты. Для изучения космических объектов в этих лучах необходимо вывести телескопы за пределы атмосферы. Результаты, полученные в космических обсерваториях, перевернули представление человека о Вселенной. Общее количество космических обсерваторий превышает уже несколько десятков.

Так, с помощью наблюдений в инфракрасном (ИК) диапазоне были открыты тысячи галактик с мощным инфракрасным излучением, в том числе такие, которые излучают в ИК-диапазоне больше энергии, чем во всех остальных частях спектра. Активно изучаются инфракрасные источники в газопылевых облаках. Интерес к газопылевым облакам связан с тем, что, согласно современным представлениям, в них рождаются и вспыхивают звёзды.

Ультрафиолетовый спектр разделяют на ультрафиолет-А (УФ-А) с длиной волны 315–400 нм, ультрафиолет-В (УФ-В) – 280–315 нм и ультрафиолет-С (УФ-С) – 100–280 нм. Практически весь УФ-С и приблизительно 90% УФ-В поглощаются озоновым слоем при прохождении лучей через земную атмосферу. УФ-А не задерживается озоновым слоем.

С помощью ультрафиолетовых обсерваторий изучались самые разные объекты: от комет и планет до удалённых галактик. В УФ-диапазоне исследуются звёзды, в том числе, с необычным химическим составом.

Гамма-лучи доносят до нас информацию о мощных космических процессах, связанных с экстремальными физическими условиями, в том числе и ядерных реакциях внутри звёзд. Детекторы рентгеновского излучения относительно легки в изготовлении и имеют небольшую массу. Рентгеновские телескопы устанавливались на многих орбитальных станциях и межпланетных космических кораблях. Оказалось, что рентгеновское излучение во Вселенной явление такое же обычное, как и излучение оптического диапазона. Большое внимание уделяется изучению рентгеновского излучения нейтронных звёзд и чёрных дыр, активных ядер галактик, горячего газа в скоплении галактик.

**37.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Гамма-лучи доносят до нас информацию о мощных космических процессах, связанных с экстремальными физическими условиями, в том числе и _____ реакциях внутри звёзд. Большое внимание уделяется изучению _____ излучения нейтронных звёзд и чёрных дыр, активных ядер галактик, горячего газа в скоплении галактик.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Цветовое зрение**

Любой объект излучает электромагнитные волны в очень широком диапазоне частот. При этом интенсивность излучения напрямую зависит от температуры объекта (рис. 1).

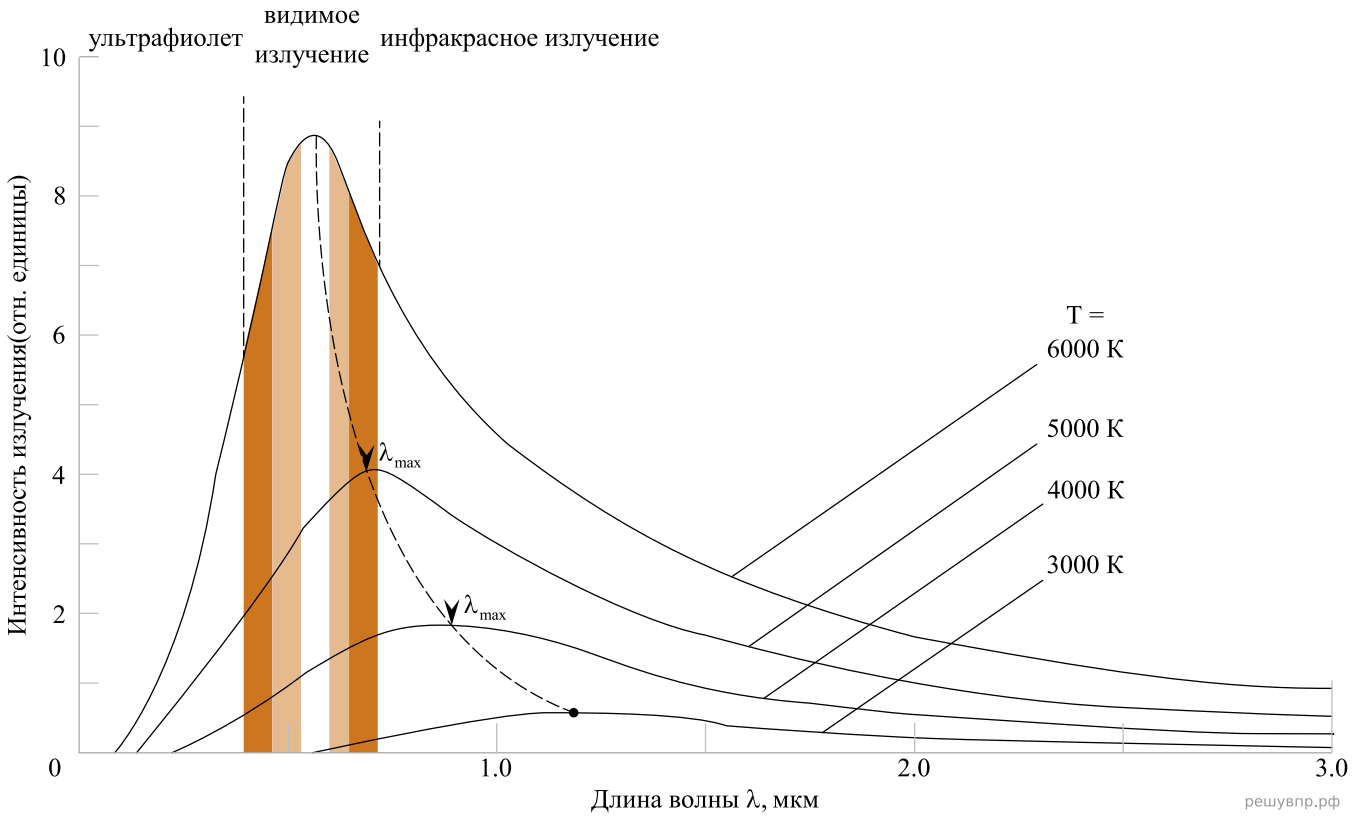



Рис. 1. Интенсивность излучения абсолютно чёрного тела.(Абсолютно чёрное тело обладает свойством поглощать всю падающую на его поверхность лучистую энергию любого спектрального состава.)

Максимум излучения Солнца, поверхность которого имеет температуру около 6000 К, приходится на диапазон длин волн, которые в процессе эволюции определили цветовое зрение человека.

Среди органов чувств глаз занимает особое место. На долю зрения приходится до 80% информации, воспринимаемой организмом извне. Человек с помощью зрения воспринимает размеры предметов, их форму, расположение в пространстве, движение, а, главное, цвет.

Приемниками светового излучения человека служат колбочки (фоторецепторы трёх типов) и палочки (фоторецепторы одного типа).

Колбочки, в зависимости от их спектральной чувствительности, подразделяются на три типа и обозначаются греческими буквами ρ, γ и β. Максимумы спектральной чувствительности этих типов колбочек находятся в трёх разных спектральных участках: красном, зелёном и синем (рис. 2).

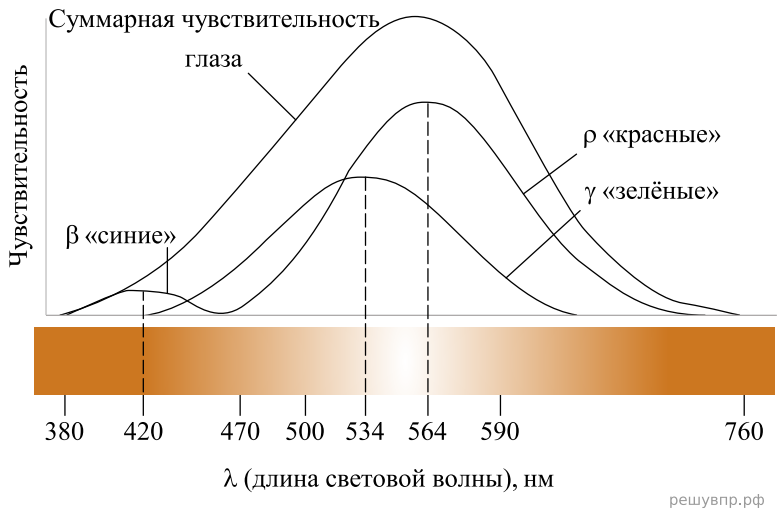



Рис. 2

Спектры поглощения показывают вероятность поглощения фотона для данной длины волны. Спектры поглощения перекрываются, а это означает, что зрительная система в состоянии различить частоту волны, сравнивая количества поглощения энергии разных видов колбочек.

Палочки, расположенные по периферии сетчатки, играют основную роль в создании ахроматических зрительных образов. Палочки обладают высокой чувствительностью к свету, воспринимают волны с малой амплитудой, но не умеют различать их длину, то есть результат восприятия волн разной длины у всех палочек одинаков.

**38.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Максимум излучения тела, нагретого до температуры 4500 К лежит в _____ диапазоне, а максимум излучения тела, нагретого до температуры 6000 К лежит в _____ диапазоне.

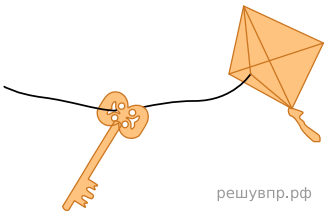
*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Бенджамин Франклин**



Бенджамин Франклин, американский учёный, дипломат и политический деятель, внёс огромный вклад в изучение электрических явлений. Именно Франклин ввёл в науку новые термины, которые используются и в современной электротехнике. Речь идёт о «положительном» и «отрицательном» электричестве, или, как он пишет, «предпочтительнее – «плюсе» и «минусе». Среди многих замечательных исследований Франклина наибольшую славу принесли ему знаменитые опыты по изучению атмосферного электричества, позволившие экспериментально доказать тождественность явлений «обыкновенного» электричества и молнии.

Для этого Франклин решил воспользоваться результатами своих наблюдений о свойствах остроконечных предметов притягивать «электрическую субстанцию». Тогда и молния должна притягиваться к остриям. Он предположил, что для отвода удара молнии в землю можно использовать «заостренные железные пруты».




Франклин изготовил воздушного змея, но вместо бумаги натянул на деревянные планки шёлковый платок, поскольку шёлк не намокает от дождя так быстро, как бумага. Он писал: «К верхнему концу деревянной крестовины змея
нужно прикрепить кусок проволоки с острым концом, чтобы он выступал за край не меньше, чем на фут. Конец бечёвки следует подвязать шёлковой лентой, за которую берутся рукой, а в месте соединения бечёвки с лентой нужно привязать ключ. Во время грозы необходимо следить за тем, чтобы шёлковая лента не намокла, а бечёвка не касалась дверного косяка или оконной рамы. Как только грозовая туча окажется над змеем, заостренная проволока станет извлекать из неё электрический огонь, и змей вместе с бечёвкой наэлектризуется. А когда дождь смочит бечёвку, сделав её способной проводить электрический огонь, Вы увидите, как он обильно стекает с ключа при приближении вашего пальца. При этом от ключа можно зарядить банку..., воспламенить спирт и проводить прочие электрические опыты, которые обычно ставятся при помощи натертого стеклянного шара или трубки».

Франклин пытался проникнуть в сущность природы электричества. С современной точки зрения, важное значение имело его утверждение о том, что «электрическую субстанцию» нельзя создать или уничтожить, а можно только перераспределить.

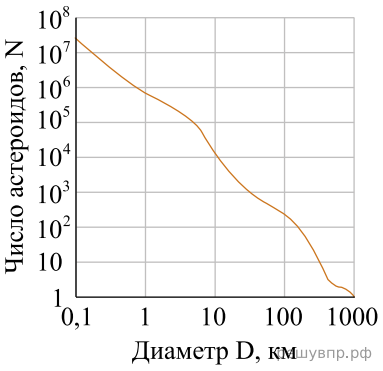
**39.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста.

Опыты Франклина были направлены на то, чтобы доказать что _____ имеет ту же природу, что и «обычное» электричество. Исходя из этого молния должна притягиваться к остриям. Впоследствии данная технология была применена для создания _____.

*В ответ запишите слова (сочетания слов) по порядку, без дополнительных символов.*

**Прочитайте текст и выполните задания 16–18.**

**Размеры астероидов**




Астероид — это относительно небольшое (диаметром более 30 м) небесное тело Солнечной системы, движущееся по орбите вокруг Солнца. Астероиды значительно уступают по массе и размерам большим планетам, имеют неправильную форму
и не имеют атмосферы. Ещё меньшего размера тела относятся к метеороидам.

В настоящий момент в Солнечной системе обнаружены сотни тысяч астероидов. Большинство известных на данный момент астероидов сосредоточены в пределах главного пояса астероидов, расположенного между орбитами Марса и Юпитера.

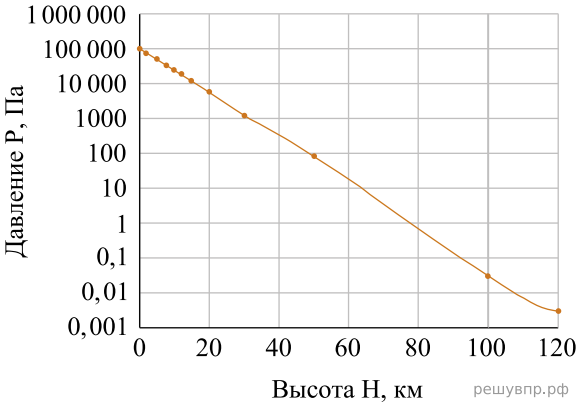
Количество астероидов заметно уменьшается с ростом их размеров. Зависимость, представленная на графике, в целом соответствует степенному закону (обе шкалы логарифмические).

Считается, что планетезимали (предшественники планет) в поясе астероидов эволюционировали в первые десятки миллионов лет жизни Солнечной системы так же, как и в других областях солнечной туманности, до того времени, пока Юпитер не достиг своей текущей массы. После этого из пояса астероидов было выброшено более 99 % планетезималей, так как огромная гравитация Юпитера нарушила процесс гравитационного укрупнения планетезималей. Астероиды диаметром более 120 км образовались в результате аккреции (падения на тяжёлое тело мелких тел) в эту раннюю эпоху, в то время как меньшие тела являются осколками от столкновений между астероидами во время или после рассеивания изначального пояса гравитацией Юпитера.

**40.** В какой области Солнечной системы находится бóльшая часть астероидов?

**Прочитайте текст и выполните задания 16–18.**

### АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ



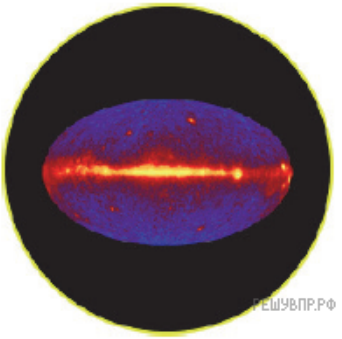

С высотой атмосферное давление падает. Это связано с двумя причинами. Во-первых, чем выше мы находимся, тем меньше высота столба воздуха над нами. Во-вторых, с высотой плотность воздуха уменьшается, следовательно, он имеет меньший вес на единицу высоты. Земля притягивает тела, в том числе и молекулы воздуха. Хаотичное движение молекул заставляет их разлетаться. Однако больше молекул воздуха находится в нижних слоях атмосферы.

Нижний слой атмосферы — тропосфера — содержит 80% массы воздуха и составляет всего 8-18 км высоты. Здесь можно пренебречь изменением плотности воздуха с высотой, считая её постоянной. Кроме того, для тропосферы характерны мощные вертикальные конвективные потоки воздуха, что уравнивает плотность по высоте. С учётом этого допущения можно рассчитывать атмосферное давление на небольших высотах по вертикальному барическому коэффициенту: при изменении высоты на 100 м атмосферное давление изменяется на 12,5 гПа=1250 Па.

Что касается более высоких слоёв атмосферы, то давление в них резко убывает с высотой. Здесь не происходит вертикальной конвекции воздуха, газовый состав изменяется в сторону более лёгких молекул, отсутствуют водяные пары. Поэтому зависимость давления от высоты становится нелинейной.

**41.** Каково давление на высоте 1000 м над уровнем моря? Считайте нормальное атмосферное давление равным $10^5$ Па. Округлите до целых

### Гамма-излучение



Гамма-излучение было открыто в начале XX в. при изучении радиоактивного излучения радия. Гамма-излучение — широкий диапазон электромагнитного спектра, поскольку он не ограничен со стороны высоких энергий. Мягкое гамма-излучение с энергией от 100 кэВ образуется при энергетических переходах внутри атомных ядер. Более жёсткое, с энергией от 10 МэВ, — при ядерных реакциях. Существуют космические гамма-лучи, которые почти полностью задерживаются атмосферой Земли, поэтому наблюдать их можно только из космоса. На рисунке — фотография неба в гамма-лучах с энергией 100 МэВ. Обзор в диапазоне жёсткого гамма-излучения выполнен космической гамма-обсерваторией «Комптон», которая была запущена по программе NASA «Великие обсерватории» и с 1991 по 2000 г. вела наблюдения в диапазоне от жёсткого рентгена до жёсткого гамма-излучения. На фотографии отчётливо видна плоскость Галактики, где излучение формируется в основном остатками сверхновых. Яркие источники вдали от плоскости Галактики имеют в основном внегалактическое происхождение. Гамма-кванты сверхвысоких энергий (от 100 ГэВ) рождаются при столкновении заряженных частиц, разогнанных мощными электромагнитными полями космических объектов или земных ускорителей элементарных частиц. В атмосфере они разрушают ядра атомов, порождая каскады частиц, летящих с околосветовой скоростью. При торможении эти частицы испускают свет, который наблюдают с помощью специальных телескопов на Земле. Где и как образуются гамма-лучи ультравысоких энергий (от 100 ТэВ[1]), пока не вполне ясно. Земным технологиям такие энергии недоступны. Самые энергичные наблюдаемые кванты ($10^{20}$–$10^{21}$ эВ) приходят из космоса крайне редко — примерно один квант в 100 лет на квадратный километр. Гамма-кванты негативно воздействуют на организм человека и являются мутагенным фактором. Обладая высокой проникающей способностью, они ионизуют и разрушают молекулы, которые, в свою очередь, начинают ионизировать следующую порцию молекул. Происходит трансформация клеток и появление мутированных клеток, которые не способны исполнять свойственные им функции. Несмотря на опасность таких лучей, их используют в различных областях, соблюдая необходимые меры защиты, например для стерилизации продуктов, обработки медицинского инструментария и техники, контроля над внутренним состоянием ряда изделий, а также для культивирования растений. В последнем случае мутации сельскохозяйственных культур позволяют использовать их для выращивания на территории стран, изначально к этому не приспособленных. Применяются гамма-лучи и при лечении различных онкологических заболеваний. Метод получил название лучевой терапии.



[1] 1 ТэВ = $10^{12}$ эВ; 1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

**42.** Вставьте в предложение пропущенные слова (сочетания слов), используя информацию из текста. Земные организмы защищены от воздействия космических гамма-квантов, так как они задерживаются _____. Для наблюдения этого гамма-излучения используют гамма-телескопы, расположенные _____.