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. Определите длительность суток на Юпитере. Ответ выразите в часах и округлите до целого числа.

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
Δq, мКл	5	10	15	20

2. Вычислите чему равно сопротивление контура? Ответ запишите в Ом.

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. Определите длительность года на Марсе. Ответ выразите в днях и округлите до целого числа, за год на Земле считать не високосный.

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:

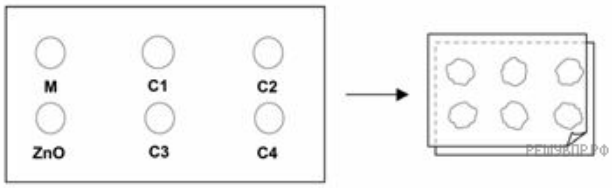
— две пластины прозрачного пластика, который не поглощает солнечный свет;

— один лист светочувствительной бумаги;

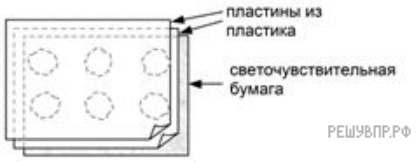
— минеральное масло (М) и крем, содержащий оксид цинка (ZnO);

— 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. Зачем нужно было прижимать вторую пластину из пластика?

В ответе заполните пропуск в предложении «Чтобы капли имели _____ толщину».

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.

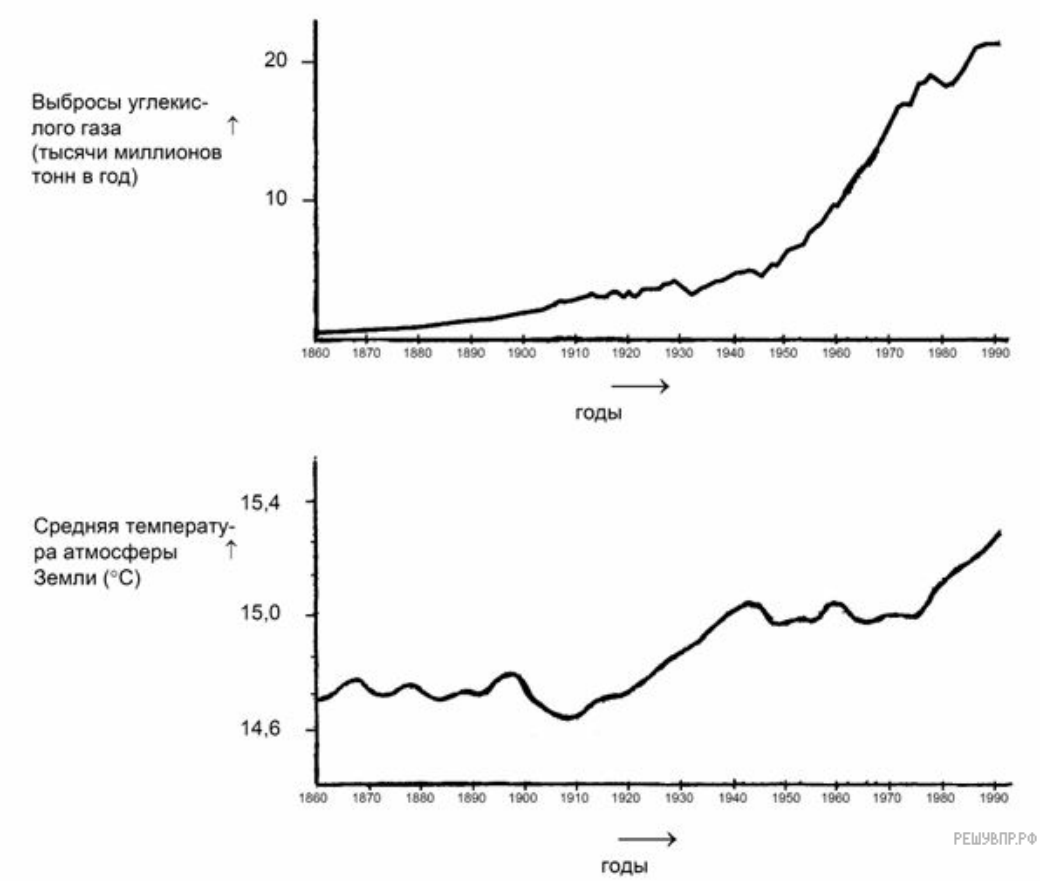
В результате этого средняя температура над земной поверхностью выше, чем она могла бы быть, если бы атмосферы не существовало. Атмосфера Земли действует как парник, отсюда и произошёл термин «парниковый эффект».

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.



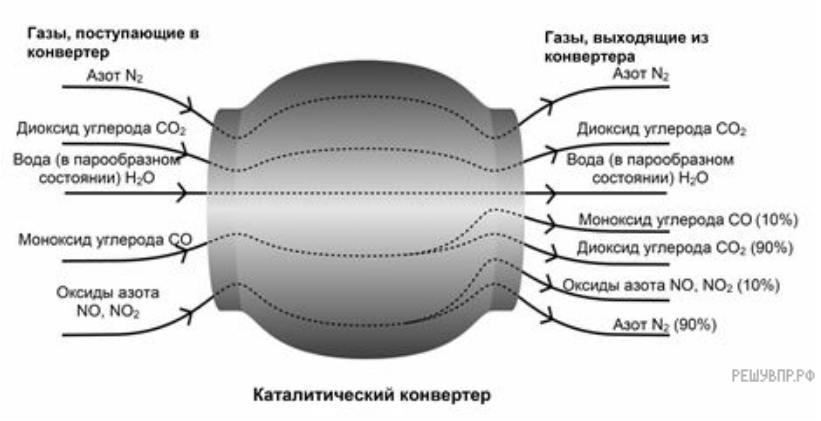
На основе этих двух графиков Андрей сделал вывод, что повышение средней температуры атмосферы Земли действительно происходит за счёт увеличения выбросов углекислого газа.

5. Другая школьница, Вика, не согласна с выводом Андрея. Она сравнивает два графика и говорит, что некоторые части графиков не подтверждают его вывод. Какие части графиков не подтверждают вывод Андрея? Приведите пример.

В ответе укажите начало и конец промежутка времени, которые подходят для ответа с точностью до десятилетия. Запишите их последовательно, без пробелов и иных знаков. Например, 17101830.

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. Определите из рисунка во сколько раз снижается количество вредных оксидов CO, NO и NO_2.

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. Чем сильнее ветер, тем быстрее вращаются лопасти ветряных мельниц и, таким образом, вырабатывается больше электроэнергии. Однако на самом деле между скоростью ветра и произведённой электроэнергией нет прямой связи. Ниже приведены четыре условия, при которых в действительности производится энергия с помощью ветра.

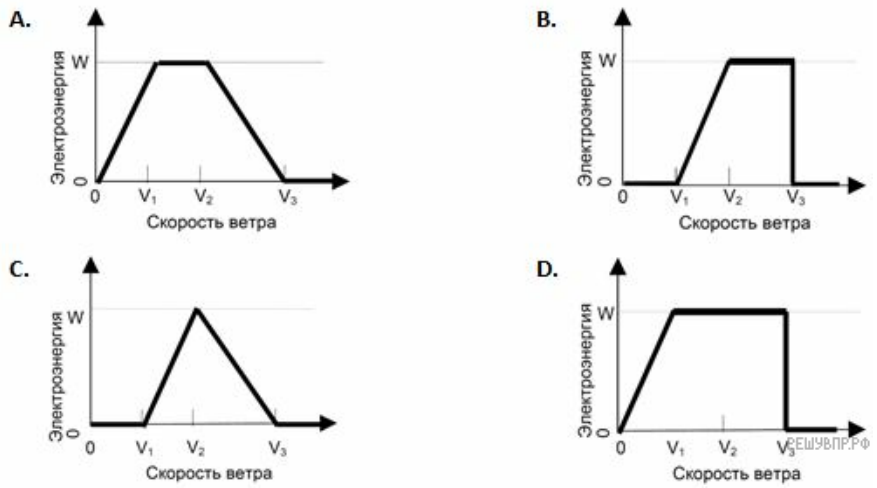
− Лопасти начнут вращаться, когда скорость ветра будет равна V_1.

− Из соображений безопасности скорость вращения лопастей не будет увеличиваться, когда скорость ветра станет больше V_2.

− При скорости ветра, равной V_2, электрическая энергия будет максимальной.

− Лопасти перестанут вращаться, когда скорость ветра будет равна V_3.

На каком из графиков лучше всего показана зависимость между скоростью ветра и вырабатываемой электроэнергией при соблюдении этих условий работы?



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.



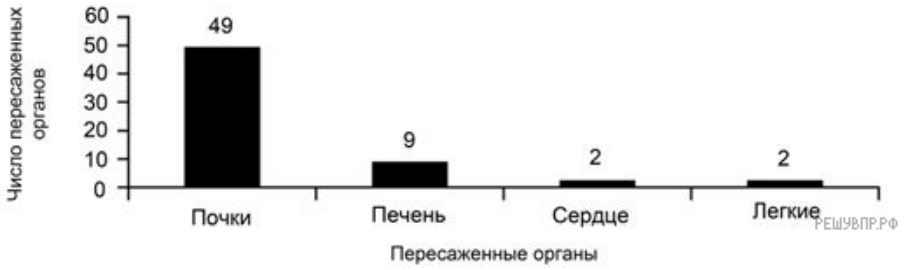
Врач держит датчик и водит им по животу матери. Ультразвуковые волны проходят в брюшную полость. Внутри брюшной полости волны отражаются от поверхности плода. Отражённые волны опять попадают на датчик и передаются в аппарат, который создаёт изображение плода.

8. Что можно определить ультразвуковым обследованием будущей матери о ребенке? *В ответе заполните пропуск в предложении «_____ детей, а также их _____». Запишите его без пробелов и иных 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. Во время проведения хирургической операции пациенты находятся под действием анестезии и поэтому вообще не чувствуют боли. В качестве анестезирующего препарата часто используется газ, который поступает через маску на лице больного, закрывающую нос и рот. На какие системы организма воздействуют анестезирующие газы? *В ответе заполните пропуск в предложении «Под действием анестезии задействованы _____ и _____ системы». Запишите его без пробелов и иных 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:

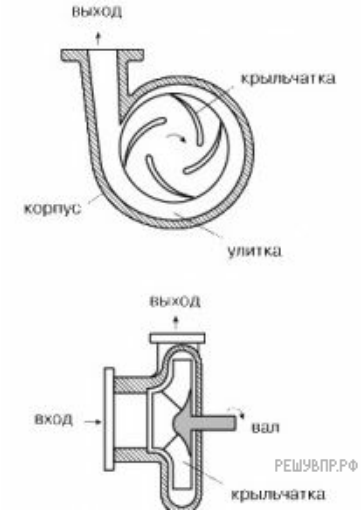
$$\text{Кинематическая вязкость } \nu = \frac{\text{Динамическая вязкость } \mu}{\text{Плотсонсть жидкости } \rho}$$

Вязкость и плотность жидкостей при $20°C$:

№ пп.	**Название жидкости**	**Динамическая вязкость** μ $10^{-3}[\text{Па} \cdot \text{с}]$, **сП**	**Плотность** ρ, **кг/м³**	**Кинематическая вязкость** ν, $10^{-6}\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, **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. По таблице определите во сколько раз динамическая вязкость тяжелой воды больше динамической вязкости бензина. Округлите до первого знака после запятой.

11. По таблице определите, во сколько раз динамическая вязкость этанола больше динамической вязкости метанола. Округлите до первого знака после запятой.

12. Во сколько раз давление водяного пара при 40 градусах больше давления водяного пара при 0 градусах? Округлите до целых значений.

Насыщенный пар — это пар , находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твёрдым телом того же состава .

Давление насыщенного пара связано определённой для данного вещества зависимостью от температуры . Когда внешнее давление падает ниже давления насыщенного пара, происходит кипение (жидкости) или возгонка (твёрдого тела); когда оно выше — напротив, конденсация или десублимация . Для воды и многих других веществ, имеющих твердую фазу, существует значительная разница в давлении насыщенных паров над поверхностью жидкости и твердой фазы.

Над поверхностью жидкости всегда есть пары этой жидкости, которые образуются из-за ее испарения. За счет диффузии часть молекул пара возвращается обратно в жидкость. Если число частиц, покидающих жидкость за единицу времени, больше числа частиц, возвращающихся в жидкость за тот же промежуток времени, то пар называется ненасыщенным. Если число частиц, покидающих жидкость за единицу времени, равно числу частиц, возвращающихся в жидкость за тот же промежуток времени, то пар называется насыщенным. При этом говорят, что пар находится в динамическом равновесии со своей жидкостью. Такая ситуация возможна, если, например, ограничить объем над поверхностью воды. Тогда испарение может происходить только до определенного предела.

Если пар жидкости стал насыщенным, то большей концентрации молекул (значит, и давления) насыщенного пара при той же температуре достичь нельзя. Это означает, что давление насыщенного пара имеет единственное значение, зависящее только от его температуры. Если объем, занимаемый насыщенным паром, начать уменьшать при постоянной температуре, то пар начнет конденсироваться в жидкость, так как концентрация его частиц и давление достигли предельного значения.

В таблице приведены следующие свойства насыщенного водяного пара в зависимости от температуры: давление, удельный объем, плотность, удельные энтальпии жидкости и пара, теплота парообразования.

Пересчет в СИ: 1 кгс/см^2 = 9.81·104 Па.

Температура, °C	**Давление (абсолютное), кгс/см^3**	**Удельный объём, м^3/кг**	**Плотность, кг/м^3**	**Удельная энтапилия жидкости i' кДж/кг**	**Удельная энтапилия пара i'' кДж/кг**	**Удельная теплота парообразования r, кДж/кг**
0	0,0062	206,5	0,00484	0	2493,1	2493,1
5	0,0089	147,1	0,0068	20,95	2502,7	2481,7
10	0,0125	106,4	0,0094	41,9	2512,3	2470,4
15	0,0174	77,9	0,01283	62,85	2522,4	2459,5
20	0,0238	57,8	0,01729	83,8	2532	2448,2
25	0,0323	43,4	0,02304	104,75	2541,7	2436,9
30	0,0433	32,93	0,03036	125,7	2551,3	2425,6
35	0,0573	25,25	0,0396	146,65	2561	2414,3
40	0,0752	19,55	0,05114	167,6	2570,6	2403
45	0,0977	15,28	0,06543	188,55	2579,8	2391,3
50	0,1258	12,054	0,083	209,5	2589,5	2380
55	0,1605	9,589	0,1043	230,45	2598,7	2368,2
60	0,2031	7,687	0,1301	251,4	2608,3	2356,9
65	0,255	6,209	0,1611	272,35	2617,5	2345,2
70	0,3177	5,052	0,1979	293,3	2626,3	2333
75	0,393	4,139	0,2416	314,3	2636	2321

85	0,59	2,832	0,3531	356,2	2653	2297
90	0,715	2,365	0,4229	377,1	2662	2285
95	0,862	1,985	0,5039	398,1	2671	2273

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.

13. Какой электромагнитной волной является волна с длиной волны 20 нм? *В ответе заполните пропуск в предложении «По таблице можно определить, что такая волна является _____ излучением».*

14. Какой электромагнитной волной является волна с длиной 6 м? В ответе заполните пропуск в предложении *«По таблице можно определить, что такая волна является _____ радиоволной».*

Прочитайте текст и выполните задания 16—18.

Количество водяного пара, находящегося в воздухе, называется влажностью воздуха. Для характеристики влажности употребляются следующие величины:

1. Абсолютная влажность.
2. Относительная влажность.

Количество водяного пара, содержащегося в 1 $м^3$ воздуха называется абсолютной влажностью и измеряется или в весовых единицах (граммах), или выражается упругостью пара в миллиметрах (или миллибарах) ртутного столба. Относительная влажность представляет собой отношение упругости водяного пара, насыщающего пространство, к максимально возможной упругости водяного пара при данной температуре. Относительная влажность выражается в процентах. Для определения влажности воздуха метеорологи пользуются психрометром и волосяным гигрометром. Психрометр служит для измерения температуры и влажности воздуха. Психрометр состоит из двух термометров. Резервуар правого термометра обернут тканью. Левый термометр (сухой) служит для измерения температуры воздуха. Отсчет по правому (смоченному) термометру в соединении с отсчетами по сухому термометру служат для вычисления абсолютной и относительной влажности воздуха. Лоскуток ткани, охватывающий шарик термометра, должен быть всегда чистым. Если он загрязнился, его необходимо заменить новым. Менять его следует, возможно, чаще: при постоянной работе не реже, чем раз в две недели. Вблизи прибора не должно быть никаких посторонних предметов, которые, имея температуру, отличную от температуры воздуха, могут повлиять на показания прибора. Прибор следует устанавливать в тени.

Порядок наблюдений по психрометру:

1. За 5 минут до срочного часа смачивают ткань на термометре. Для этого берут дистиллированную воду. За неимением таковой можно пользоваться чистой снеговой водой или использовать дождевую воду, предварительно пропущенную через фильтровальную бумагу или вату.
2. Через 4 минуты производят отсчет сухого и смоченного термометров психрометра.

Наблюдения по психрометру при температуре воздуха около нуля имеют следующие особенности:

1. Ткань в этом случае смачивают за 30 минут до наступления срока наблюдения.
2. После отсчета термометров определяется состояние ткани – «лед» или «вода». Для этой цели неотточенным концом карандаша или тонкой деревянной палочкой осторожно касаются лоскутка ткани на смоченном термометре и в зависимости от того, мягкая или твердая ткань, отмечают «в» или «л».

Разность показаний сухого и влажного термометра (t сух–t вл)																			
t сух	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	91	80	67	53	36	18														
2	90	81	69	56	41	24	4													
3	90	79	72	59	45	29	11													
4	91	81	69	62	49	34	17													
5	92	82	71	59	52	39	23	5												
6	92	83	73	62	49	43	28	12												
7	93	84	75	64	52	38	33	18	1											
8	93	86	77	67	55	42	28	24	8											
9	94	86	78	69	58	46	33	17	14											
10	94	87	80	71	61	50	37	23	7											
11	94	88	81	73	64	53	41	28	13											
12	95	89	82	75	66	56	45	33	19	4										
13	95	90	83	76	68	59	49	38	25	10										
14	95	90	84	78	70	62	52	42	30	16	1									
15	96	91	85	79	72	64	55	45	34	22	8									
16	96	91	86	80	74	67	58	49	39	27	14									
17	96	92	87	82	76	69	61	52	43	32	19	6								
18	96	92	88	83	77	71	63	55	46	36	25	12								
19	97	93	89	84	79	73	66	58	50	40	30	18	5							
20	97	93	89	85	80	74	68	61	53	44	34	23	11							

	22	97	94	91	87	82	77	72	66	59	51	42	33	22	10				
	23	97	94	91	87	83	79	73	68	61	54	46	37	27	16	4			
	24	98	95	92	88	84	80	75	70	64	57	49	41	32	21	10			
	25	98	95	92	89	85	81	77	71	66	59	52	45	36	26	16	4		
	26	98	95	93	90	86	82	78	73	68	62	55	48	40	31	21	10		
	27	98	96	93	90	87	83	79	75	70	64	58	51	44	35	26	16	4	
	28	98	96	93	91	88	84	80	76	72	66	61	54	47	39	31	21	10	
	29	98	96	94	91	88	85	82	78	73	68	63	57	50	43	35	26	16	5
	30	98	96	94	92	89	86	83	79	75	70	65	60	53	47	39	30	21	11
	31	98	97	94	92	90	87	84	80	76	72	67	62	56	50	43	35	26	16	6
	32	98	97	95	93	90	88	85	81	78	74	69	64	59	53	46	39	31	22	12	1
	33	99	97	95	93	91	88	85	82	79	75	71	66	61	56	49	42	35	26	17	7
	34	99	97	95	93	91	89	86	83	81	77	73	68	64	58	52	46	39	31	22	13
	35	99	97	96	94	92	90	87	84	81	78	74	70	66	61	55	49	42	35	27	18
	36	99	97	96	94	92	90	88	85	82	79	76	72	68	63	58	52	46	39	31	23

15. Определите процент относительной влажности по таблице, если показатель сухого градусника равен 35, а показатель влажного градусника равен 15.

16. Определите процент относительной влажности по таблице, если показатель сухого градусника равен 16, а показатель влажного градусника равен 10

Прочитайте текст и выполните задания 16—18.

Одним из самых распространенных материалов, с которым всегда предпочитали работать люди, был металл. Все металлы имеют ряд свойств, которые позволяют объединять их в одну большую группу веществ. В свою очередь, эти свойства объясняет кристаллическое строение металлов. К специфическим свойствам рассматриваемых веществ относят следующие:

1. Металлический блеск. Все представители простых веществ им обладают, причем большинство одинаковым серебристо-белым цветом. Лишь некоторые (золото, медь, сплавы) отличаются.
2. Ковкость и пластичность - способность деформироваться и восстанавливаться достаточно легко. У разных представителей выражена в неодинаковой мере.
3. Электропроводность и теплопроводность - одно из основных свойств, которое определяет области применения металла и его сплавов.

Кристаллическое строение металлов и сплавов объясняет причину каждого из обозначенных свойств и говорит о выраженности их у каждого конкретного представителя. Если знать особенности такого строения, то можно влиять на свойства образца и подстраивать его под нужные параметры, что и делают люди уже многие десятилетия.

Связь между коэффициентами линейного расширения, температурами плавления металлов и симметрией кристаллических решеток

Тип решетки	**Металл**	**$T_{пл}$ *K**	**коэф.лин. расширения**
Объемноцентрированная кубическая	Cs	301	2,90
	Rb	311	2,98
	K	335	2,86
	Na	370	2,75
	Li	459	2,80
	Fe_{δ}	1808	2,15
	Ti_{β}	2073	1,89
	Mo	2839	1,50
Гранецентрированная кубическая	Pb	600	1,71
	Al	933	2,06
	Ca	1083	2,51
	Ag	1233	2,32
	Au	1334	1,90
	Cu	1356	2,17
	Ni_{β}	1728	2,36
	Co_{β}	1753	2,17
	Pd	1826	2,08
	Pt	2046	1,81
	Pr	2623	1,71
Гексагональная	Cd	594	1,87
	Zn	693	2,10
	Mg	924	2,18
	Be	1623	2,16
	Os	2973	1,87

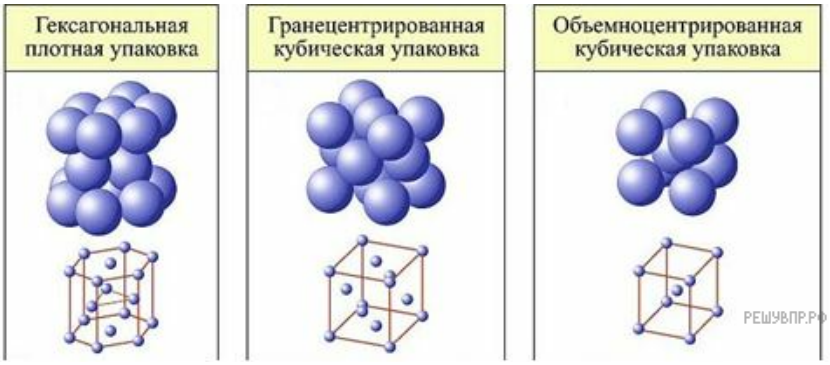
Кристалл — это условное графическое изображение, построенное путем пересечения воображаемых линий через атомы, которые выстраивают тело. Другими словами, каждый металл состоит из атомов. Они располагаются в нем не хаотично, а очень правильно и последовательно. Так вот, если мысленно соединить все эти частицы в одну структуру, то получится изображение в виде правильного геометрического тела какой-либо формы. Это и принято называть кристаллической решеткой металла. Она очень сложная и пространственно объемная, поэтому для упрощения показывают не всю ее, а лишь часть, элементарную ячейку. Совокупность таких ячеек, собранная вместе и отраженная в трехмерном пространстве, и образует кристаллические решетки.

Сама элементарная ячейка – это набор атомов, которые располагаются на определенном расстоянии друг от друга и координируют вокруг себя строго фиксированное число других частиц. Она характеризуется плотностью упаковки, расстоянием между составными структурами, координационным числом. В целом все эти параметры являются характеристикой и всего кристалла, а значит, отражают и проявляемые металлом свойства. Существует несколько разновидностей кристаллических решеток. Объединяет их все одна особенность – в узлах находятся атомы, а внутри располагается облако электронного газа, которое формируется путем свободного передвижения электронов внутри кристалла.

Четырнадцать вариантов строения решетки принято объединять в три основных типа. Они следующие:

1. Объемно-центрированная кубическая.
2. Гексагональная плотноупакованная.

3. Гранецентрированная кубическая.



В зависимости от типа кристаллической решетки меняется коэффициент линейного расширения, а также температура плавления металлов. При увеличении температуры происходит расширение твердого тела, которое называют тепловым расширением. Его делят на линейное и объемное тепловое расширение. Коэффициентом линейного расширения называют физическую величину характеризующую изменение линейных размеров твердого тела при изменении его температуры. Оперируют, обычно средним коэффициентом линейного расширения. Он приведен в четвертом столбце таблицы. Коэффициент линейного расширения относят к характеристикам теплового расширения материала.

17. Найдите по таблице два металла с гексагональной и гранецентрированной упаковкой с близкими температурами плавления (максимальное отличие 8 градусов). Посчитайте отношение их коэффициентов линейного расширения. Значение запишите с точностью до второго знака после запятой.

18. Найдите по таблице два металла с объемно-центрированной и гранецентрированной упаковкой с близкими температурами плавления (максимальное отличие 20 градусов). Посчитайте отношение их коэффициентов линейного расширения. Значение запишите с точностью до второго знака после запятой.

Прочитайте текст и выполните задания 16—18.

Ковалентная связь (от лат. co — «совместно» и vales — «имеющий силу») — химическая связь, образованная перекрытием (обобществлением) пары валентных электронных облаков. Обеспечивающие связь электронные облака (электроны) называются общей электронной парой.

Термин "ковалентная связь" был впервые введён лауреатом Нобелевской премии Ирвингом Ленгмюром в 1919 году. Этот термин относился к химической связи, обусловленной совместным обладанием электронами, в отличие от металлической связи, в которой электроны были свободными, или от ионной связи, в которой один из атомов отдавал электрон и становился катионом, а другой атом принимал электрон и становился анионом.

Характерные свойства ковалентной связи — направленность, насыщаемость, полярность, поляризуемость — определяют химические и физические свойства соединений.

Направленность связи обусловлена молекулярным строением вещества и геометрической формы их молекулы. Углы между двумя связями называют валентными.

Насыщаемость — способность атомов образовывать ограниченное число ковалентных связей. Количество связей, образуемых атомом, ограничено числом его внешних атомных орбиталей.

Полярность связи обусловлена неравномерным распределением электронной плотности вследствие различий в электроотрицательностях атомов. По этому признаку ковалентные связи подразделяются на неполярные и полярные (неполярные — двухатомная молекула состоит из одинаковых атомов (H_2, Cl_2, N_2) и электронные облака каждого атома распределяются симметрично относительно этих атомов; полярные — двухатомная молекула состоит из атомов разных химических элементов, и общее электронное облако смещается в сторону одного из атомов, образуя тем самым асимметрию распределения электрического заряда в молекуле, порождая дипольный момент молекулы).

Поляризуемость связи выражается в смещении электронов связи под влиянием внешнего электрического поля, в том числе и другой реагирующей частицы. Поляризуемость определяется подвижностью электронов. Полярность и поляризуемость ковалентных связей определяет реакционную способность молекул по отношению к полярным реагентам.

Таблица иллюстрирует свойства веществ с ковалентной неполярной связью.

Вещество	**Химическая формула**	**Относительная молекулярная масса**	$t_{кин}$, °C	$t_{пл}$, °C
Водород (г)	H_2	2	−253	−259
Азот (г)	N_2	28	−196	−210
Кислород (г)	O_2	32	−183	−219
Фтор (г)	F_2	38	−188	−220
Озон (г)	O_3	48	−112	−193
Хлор (г)	Cl_2	71	−34	−101
Бром (ж)	Br_2	160	+59	−7

19. Во сколько раз абсолютное значение температуры кипения фтора (в К) меньше абсолютного значения температуры кипения хлора (в К)? Округлите до второго знака после запятой.

20. Во сколько раз абсолютное значение температуры плавления брома меньше абсолютного значения температуры плавления водорода?

Ковалентная связь (от лат. co — «совместно» и vales — «имеющий силу») — химическая связь, образованная перекрытием (обобществлением) пары валентных электронных облаков. Обеспечивающие связь электронные облака (электроны) называются общей электронной парой. Термин "ковалентная связь" был впервые введён лауреатом Нобелевской премии Ирвингом Ленгмюром в 1919 году. Этот термин относился к химической связи, обусловленной совместным обладанием электронами, в отличие от металлической связи, в которой электроны были свободными, или от ионной связи, в которой один из атомов отдавал электрон и становился катионом, а другой атом принимал электрон и становился анионом.

Характерные свойства ковалентной связи — направленность, насыщаемость, полярность, поляризуемость — определяют химические и физические свойства соединений.

Направленность связи обусловлена молекулярным строением вещества и геометрической формы их молекулы. Углы между двумя связями называют валентными.

Насыщаемость — способность атомов образовывать ограниченное число ковалентных связей. Количество связей, образуемых атомом, ограничено числом его внешних атомных орбиталей.

Полярность связи обусловлена неравномерным распределением электронной плотности вследствие различий в электроотрицательностях атомов. По этому признаку ковалентные связи подразделяются на неполярные и полярные (неполярные — двухатомная молекула состоит из одинаковых атомов (H_2, Cl_2, N_2) и электронные облака каждого атома распределяются симметрично относительно этих атомов; полярные — двухатомная молекула состоит из атомов разных химических элементов, и общее электронное облако смещается в сторону одного из атомов, образуя тем самым асимметрию распределения электрического заряда в молекуле, порождая дипольный момент молекулы).

Поляризуемость связи выражается в смещении электронов связи под влиянием внешнего электрического поля, в том числе и другой реагирующей частицы. Поляризуемость определяется подвижностью электронов. Полярность и поляризуемость ковалентных связей определяет реакционную способность молекул по отношению к полярным реагентам. Таблица иллюстрирует свойства веществ с ковалентной неполярной связью.

Вещество	**Химическая формула**	**Относительная молекулярная масса**	$t_{кип}$, °C	$t_{пл}$, °C
Водород (г)	H_2	2	−253	−259
Азот (г)	N_2	28	−196	−210
Кислород (г)	O_2	32	−183	−219
Фтор (г)	F_2	38	−188	−220
Озон (г)	O_3	48	−112	−193
Хлор (г)	Cl_2	71	−34	−101
Бром (ж)	Br_2	160	+59	−7

21. Во сколько раз показатель теплового объемного расширения этилового эфира больше показателя глицерина? Ответ запишите с точностью до второго знака после запятой.

Жидкое состояние обычно считают промежуточным между твёрдым телом и газом: газ не сохраняет ни объём, ни форму, а твёрдое тело сохраняет и то, и другое. Форма жидких тел может полностью или отчасти определяться тем, что их поверхность ведёт себя как упругая мембрана. Так, вода может собираться в капли. Но жидкость способна течь даже под своей неподвижной поверхностью, и это тоже означает несохранение формы (внутренних частей жидкого тела). Молекулы жидкости не имеют определённого положения, но в то же время им недоступна полная свобода перемещений. Между ними существует притяжение, достаточно сильное, чтобы удержать их на близком расстоянии. Вещество в жидком состоянии существует в определённом интервале температур, ниже которого переходит в твердое состояние (происходит кристаллизация либо превращение в твердотельное аморфное состояние — стекло), выше — в газообразное (происходит испарение). Границы этого интервала зависят от давления. В таблице приведены термодинамические показатели некоторых жидкостей. β - это коэффициент объемного теплового расширения.

Вещество	**Формула**	ρ, **кг/м³**	$t_{пл}$, °C	$t_{кип}$, °C	$t_{кр}$, °C	$P_{кр}$, **атм**	**c, Дж/(г·К)**	β, $10^{-5}К^{-1}$
Анилин	C_6H_7N	1021 (15)	−6	184	426	52,4	2,156	85
Ацетон	C_3H_6O	792	−95	56,5	235	47	2,18	143
Бензол	C_6H_6	897	5,5	80,1	290,5	50,1	1,72	122
Вода	H_2O	998,2	0	100	374	218	4,14	21
Глицерин	$C_3H_8O_3$	1260	20	290	—	—	2,43	47
Метиловый спирт	CH_4O	792,8	−93,9	61,1	240	78,7	2,39	119
Нитробензол	$C_6H_5O_2N$	1173,2 (25)	5,9	210,9	—	—	1,419	—
Сероуглерод	CS_2	1293	−111	46,3	275	77	1	—
Спирт этиловый	C_2H_6O	789,3	−117	78,5	243,5	63,1	2,51	108
Толуол	C_7H_8	867	−95,0	110,6	320,6	41,6	1,616 (0)	107
Углерод четырёххлористый	CCl_4	1595	−23	76,7	283,1	45	—	122
Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$	1049	16,7	118	321,6	57,2	260 (1—8)	107
Фенол	C_6H_6O	1073	40,1	181,7	419	60,5	—	—
Хлороформ	$CHCl_3$	1498,5 (15)	−63,5	61	260	54,9	0,96	—
Эфир этиловый	$C_4H_{10}O$	714	−116	34,5	193,8	35,5	2,34	163

Твсп – важный показатель пожарной опасности жидкости. По ней все жидкости разделяются на классы:

1 класс — температура вспышки до 28оС в закрытом тигле (ацетальдегид, бензол, гексан, диэтиловый эфир, изопропиловый спирт).

2 класс — температура вспышки от 29 до 61оС (бутиловый спирт, кумол, стирол).

Жидкости 1 и 2 классов относятся к ЛВЖ (легковоспламеняющиеся жидкости).

3 класс — температура вспышки от 62 до 120оС (анилин, этиленгликоль).

4 класс — температура вспышки выше 120оС (глицерин, трансформаторное масло).

Жидкости 3 и 4 классов относятся к ГЖ (горючая жидкость).

Температура воспламенения — наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

Пусковые жидкости — это вспомогательные средства, позволяющие улучшить воспламеняемость топлив. Необходимость в них может возникнуть в холодное время года при недостаточной испаряемости бензина или неудовлетворительных теплофизических свойствах горючей смеси дизельного топлива с воздухом. Пусковые жидкости вводятся в топливо при помощи специальных устройств. Наиболее удобны аэрозольные баллоны, из которых смесь распыливается на воздушный фильтр. В двигателях, использующих бензин и дизельное топливо, принцип действия пусковых жидкостей различен. Проблема возникающая при холодном пуске бензинового двигателя, заключается в недостаточной испаряемости бензина при низкой температуре, в результате чего состав образующейся горючей смеси далек от оптимального. Из-за этого продолжительность пуска возрастает. Это приводит к повышению пусковых износов, росту расхода топлива и увеличению эмиссии токсичных продуктов неполного сгорания, характерных для пускового периода. Если концентрация бензина в горючей смеси ниже нижнего концентрационного предела воспламенения (КПВ), то смесь вообще не воспламенится. Поэтому в основу составов для пуска холодных карбюраторных двигателей входят легколетучие жидкости с широкими КПВ.

22. Во сколько раз показатель теплового объемного расширения ацетона больше показателя уксусной кислоты? Ответ запишите с точностью до второго знака после запятой.

Жидкое состояние обычно считают промежуточным между твёрдым телом и газом: газ не сохраняет ни объём, ни форму, а твёрдое тело сохраняет и то, и другое. Форма жидких тел может полностью или отчасти определяться тем, что их поверхность ведёт себя как упругая мембрана. Так, вода может собираться в капли. Но жидкость способна течь даже под своей неподвижной поверхностью, и это тоже означает несохранение формы (внутренних частей жидкого тела). Молекулы жидкости не имеют определённого положения, но в то же время им недоступна полная свобода перемещений. Между ними существует притяжение, достаточно сильное, чтобы удержать их на близком расстоянии. Вещество в жидком состоянии существует в определённом интервале температур, ниже которого переходит в твердое состояние (происходит кристаллизация либо превращение в твердотельное аморфное состояние — стекло), выше — в газообразное (происходит испарение). Границы этого интервала зависят от давления. В таблице приведены термодинамические показатели некоторых жидкостей; β — коэффициент объемного теплового расширения.

Вещество	**Формула**	ρ, **кг/м^3**	$t_{пл}$, °C	$t_{кип}$, °C	$t_{кр}$, °C	$P_{кр}$, **атм**	**c, Дж/(г·К)**	β, 10^{-5} K^{-1}
Анилин	C_6H_7N	102 (15)	−6	184	426	52,4	2,156	85
Ацетон	C_3H_6O	792	−95	56,5	235	47	2,18	143
Бензол	C_6H_6	897	5,5	80,1	290,5	50,1	1,72	122
Вода	H_2O	998,2	0	100	374	218	4,14	21
Глицерин	$C_3H_8O_3$	1260	20	290	—	—	2,43	47
Метиловый спирт	CH_4O	792,8	−93,9	61,1	240	78,7	2,39	119
Нитробензол	$C_6H_5O_2N$	1173,2 (25)	5,9	210,9	—	—	1,419	—
Сероуглерод	CS_2	1293	−111	46,3	275	77	1	—
Спирт этиловый	C_2H_6O	789,3	−117	78,5	243,5	63,1	2,51	108
Толуол	C_7H_8	867	−95,0	110,6	320,6	41,6	1,616 (0)	107
Углерод четырёххлористый	CCl_4	1595	−23	76,7	283,1	45	—	122
Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$	1049	16,7	118	321,6	57,2	260 (1—8)	107
Фенол	C_6H_6O	1073	40,1	181,7	419	60,5	—	—
Хлороформ	$CHCl_3$	1498,5 (15)	−63,5	61	260	54,9	0,96	—
Эфир этиловый	$C_4H_{10}O$	714	−116	34,5	193,8	35,5	2,34	163

Твсп — важный показатель пожарной опасности жидкости. По ней все жидкости разделяются на классы:

1 класс — температура вспышки до 28°C в закрытом тигле (ацетальдегид, бензол, гексан, диэтиловый эфир, изопропиловый спирт).

2 класс — температура вспышки от 29 до 61оС (бутиловый спирт, кумол, стирол).

Жидкости 1 и 2 классов относятся к ЛВЖ (легковоспламеняющиеся жидкости).

3 класс — температура вспышки от 62 до 120оС (анилин, этиленгликоль).

4 класс — температура вспышки выше 120оС (глицерин, трансформаторное масло).

Жидкости 3 и 4 классов относятся к ГЖ (горючая жидкость).

Температура воспламенения — наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

Пусковые жидкости — это вспомогательные средства, позволяющие улучшить воспламеняемость топлив. Необходимость в них может возникнуть в холодное время года при недостаточной испаряемости бензина или неудовлетворительных теплофизических свойствах горючей смеси дизельного топлива с воздухом. Пусковые жидкости вводятся в топливо при помощи специальных устройств. Наиболее удобны аэрозольные баллоны, из которых смесь распыливается на воздушный фильтр. В двигателях, использующих бензин и дизельное топливо, принцип действия пусковых жидкостей различен. Проблема возникающая при холодном пуске бензинового двигателя, заключается в недостаточной испаряемости бензина при низкой температуре, в результате чего состав образующейся горючей смеси далек от оптимального. Из-за этого продолжительность пуска возрастает. Это приводит к повышению пусковых износов, росту расхода топлива и увеличению эмиссии токсичных продуктов неполного сгорания, характерных для пускового периода. Если концентрация бензина в горючей смеси ниже нижнего концентрационного предела воспламенения (КПВ), то смесь вообще не воспламенится. Поэтому в основу составов для пуска холодных карбюраторных двигателей входят легколетучие жидкости с широкими КПВ.

23. Во сколько раз удельное объемное сопротивление трансформаторного масла больше фарфора? Ответ округлите до целых.

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}

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.

24. Во сколько раз удельное объемное сопротивление стекла больше удельного объемного сопротивления слюды? Приведите ответ с точностью до целых.

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}

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.

25. Во сколько раз давление водяного пара при 85 градусах больше давления водяного пара при 60 градусах? Округлите до целых значений.

Насыщенный пар — это пар , находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твёрдым телом того же состава .

Давление насыщенного пара связано определённой для данного вещества зависимостью от температуры . Когда внешнее давление падает ниже давления насыщенного пара, происходит кипение (жидкости) или возгонка (твёрдого тела); когда оно выше — напротив, конденсация или десублимация . Для воды и многих других веществ, имеющих твердую фазу, существует значительная разница в давлении насыщенных паров над поверхностью жидкости и твердой фазы.

Над поверхностью жидкости всегда есть пары этой жидкости, которые образуются из-за ее испарения. За счет диффузии часть молекул пара возвращается обратно в жидкость. Если число частиц, покидающих жидкость за единицу времени, больше числа частиц, возвращающихся в жидкость за тот же промежуток времени, то пар называется ненасыщенным. Если число частиц, покидающих жидкость за единицу времени, равно числу частиц, возвращающихся в жидкость за тот же промежуток времени, то пар называется насыщенным. При этом говорят, что пар находится в динамическом равновесии со своей жидкостью. Такая ситуация возможна, если, например, ограничить объем над поверхностью воды. Тогда испарение может происходить только до определенного предела.

Если пар жидкости стал насыщенным, то большей концентрации молекул (значит, и давления) насыщенного пара при той же температуре достичь нельзя. Это означает, что давление насыщенного пара имеет единственное значение, зависящее только от его температуры. Если объем, занимаемый насыщенным паром, начать уменьшать при постоянной температуре, то пар начнет конденсироваться в жидкость, так как концентрация его частиц и давление достигли предельного значения.

В таблице приведены следующие свойства насыщенного водяного пара в зависимости от температуры: давление, удельный объем, плотность, удельные энтальпии жидкости и пара, теплота парообразования.

Пересчет в СИ: 1 кгс/см^2 = 9.81·104 Па.

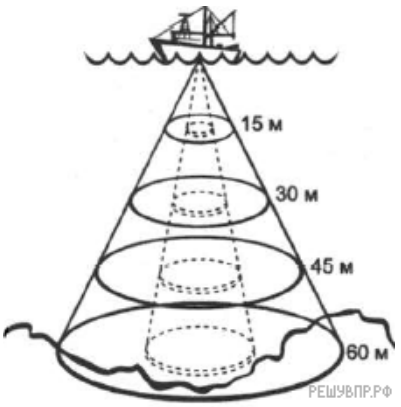
Температура, °C	**Давление (абсолютное), кгс/см^3**	**Удельный объём, м^3/кг**	**Плотность, кг/м^3**	**Удельная энтапилия жидкости i' кДж/кг**	**Удельная энтапилия пара i'' кДж/кг**	**Удельная теплота парообразования r, кДж/кг**
0	0,0062	206,5	0,00484	0	2493,1	2493,1
5	0,0089	147,1	0,0068	20,95	2502,7	2481,7
10	0,0125	106,4	0,0094	41,9	2512,3	2470,4
15	0,0174	77,9	0,01283	62,85	2522,4	2459,5
20	0,0238	57,8	0,01729	83,8	2532	2448,2
25	0,0323	43,4	0,02304	104,75	2541,7	2436,9
30	0,0433	32,93	0,03036	125,7	2551,3	2425,6
35	0,0573	25,25	0,0396	146,65	2561	2414,3
40	0,0752	19,55	0,05114	167,6	2570,6	2403
45	0,0977	15,28	0,06543	188,55	2579,8	2391,3
50	0,1258	12,054	0,083	209,5	2589,5	2380
55	0,1605	9,589	0,1043	230,45	2598,7	2368,2
60	0,2031	7,687	0,1301	251,4	2608,3	2356,9
65	0,255	6,209	0,1611	272,35	2617,5	2345,2
70	0,3177	5,052	0,1979	293,3	2626,3	2333
75	0,393	4,139	0,2416	314,3	2636	2321

85	0,59	2,832	0,3531	356,2	2653	2297
90	0,715	2,365	0,4229	377,1	2662	2285
95	0,862	1,985	0,5039	398,1	2671	2273

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

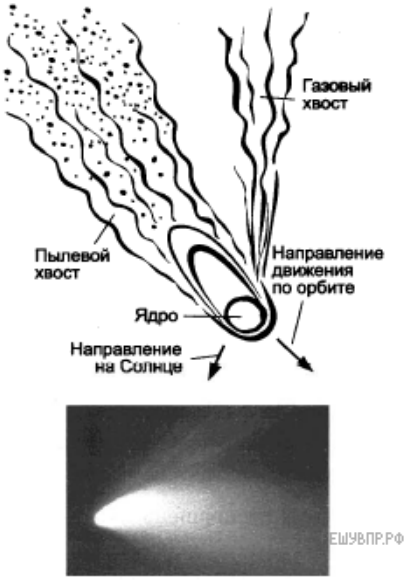
Сравнительная таблица эхолотов

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*	—

26. В каких веществах быстрее всего распространяется продольная ультразвуковая волна? *Приведите общее название группы веществ в именительном падеже.*

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

27. Как направлен хвост кометы при её движении от Солнца?

Приведите ответ в виде: «от Солнца», «к Солнцу», «перпендикулярно движению кометы»

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, °С	**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.

28. Что можно сказать об изменении погоды, если слышимость отдалённых звуков ухудшается?
Ответ приведите заполнив пропуск в предложении «наступает _____»

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

29. Как изменяется скорость звука в зависимости от агрегатного состояния?

Запишите агрегатные состояния веществ в порядке убывания скоростей звука в них без пробелов и иных дополнительных символов. Используйте следующие названия агрегатных состояний: жидкое, твёрдое, газообразное.

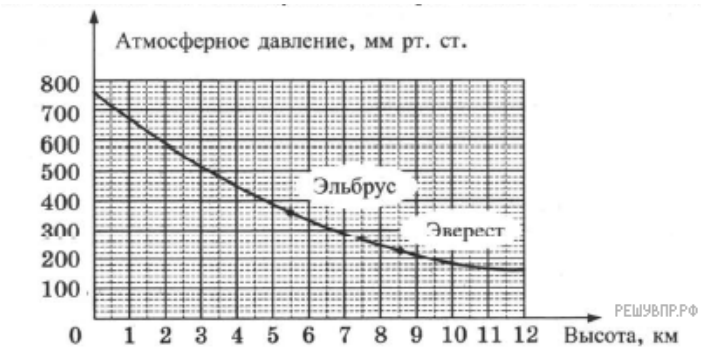
Атмосферное давление

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.



30. С помощью графика определите величину атмосферного давления на вершине горы Эверест. *Ответ укажите в мм рт. ст.*

Звук в живой природе

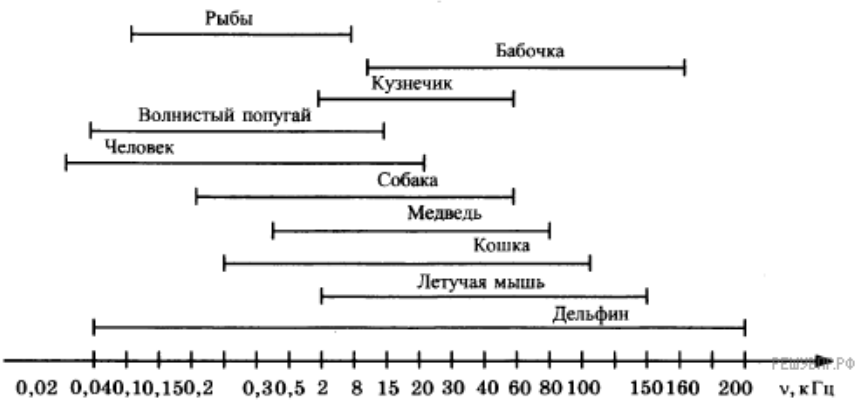
Мы живём в мире звуков. Везде — в окружающем нас воздухе, воде, земле — распространяются звуки. Эти звуки различны по частоте, громкости, тембру, источнику. Для живых существ звуковая картина мира является одним из важнейших источников информации о внешнем мире. Аборигены Австралии, прикладывая ухо к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



31. Из приведённой схемы перечислите тех живых существ, звуковой диапазон которых больше всего пересекается со звуковым диапазоном человека.

Перечислите их в порядке сверху вниз по схеме. Запишите названия этих существ подряд без пробелов и иных 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 °С.

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

32. Лучи какого цвета сильнее всего преломляются в воде?

Запишите ответ в именительном падеже, множественном числе. Например, «зелёные».

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).

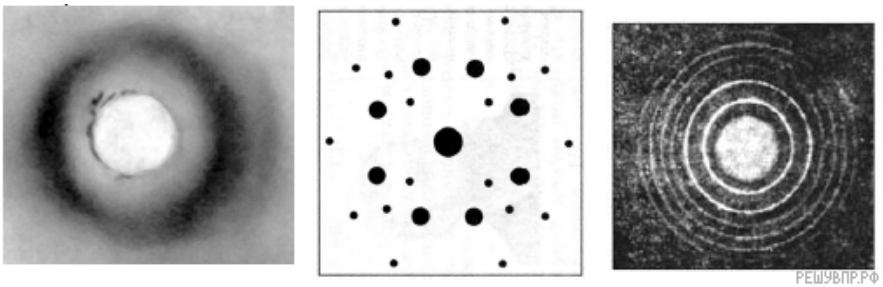
Есть два типа рентгеновского излучения: тормозное и характеристическое. Тормозное рентгеновское излучение не является монохроматическим, оно характеризуется разнообразием длин волн, которое может быть представлено сплошным (непрерывным) спектром.

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.

33. На рисунках представлены дифракционные картины, полученные на монокристалле, металлической фольге и воде. Какая из картин соответствует дифракции на монокристалле?



(1) (2) (3)

Теплообмен

Теплообмен тела человека с окружающей средой может осуществляться, путём всех трёх видов теплопередачи (теплопроводности, конвекции и излучения), а также за счёт испарения воды с поверхности тела.

Перенос тепла в случае теплопроводности прямо пропорционален разности температуры тела и температуры окружающей среды. Чем больше разность температур, тем интенсивнее происходит теплоотдача энергии живым организмом в окружающую среду. Кроме того, большое значение имеет коэффициент теплопроводности окружающей среды, который показывает, какое количество теплоты переносится через поверхности площадью 1 м^2, отстоящими друг от друга на расстоянии 1 м за единицу времени (час), при разности температур между ними 1 ºС. Известно, что коэффициент теплопроводности для воды (при 20 °С) равен 2,1 кДж/(ч·м·°С), а для сухого воздуха — примерно 0,08 кДж/(ч·м·°С). Поэтому для человека теплопроводность через воздух составляет очень незначительную величину.

Теплоотдача излучением для человека в состоянии покоя составляет 43–50% всей потери тепла. Излучение человеческого тела характеризуется длиной волны от 5 до 40 мкм с максимальной длиной волны в 9 мкм.

Испарение позволяет охлаждать тело даже в том случае, когда температура окружающей среды выше, чем температура тела. При низкой температуре воздуха конвенция и излучение с поверхности тела человека составляют около 90% общей суточной теплоотдачи, а испарение при дыхании – 9–10%. При температуре 18–20 °С теплоотдача за счёт конвенции и излучения уменьшается, а за счёт испарения увеличивается до 25–27%.

При температуре воздуха 34–35 °С испарение пота становится единственным путём, с помощью которого организм освобождается от избыточного тепла. На каждый литр испарившегося пота кожа теряет количество теплоты, равное 2400 кДж, она становится холоднее, охлаждается и протекающая через неё кровь.

Если при температуре окружающей среды 37–39 °С потеря воды с потом составляет около 300 г/ч, то при температуре 42 °С и более она повышается до 1–2 кг/ч. Испарение эффективно только тогда, когда воздух сухой и подвижный. Если воздух влажный и неподвижный, испарение происходит очень медленно. Вот почему особенно тяжело переносится жара во влажных субтропиках.

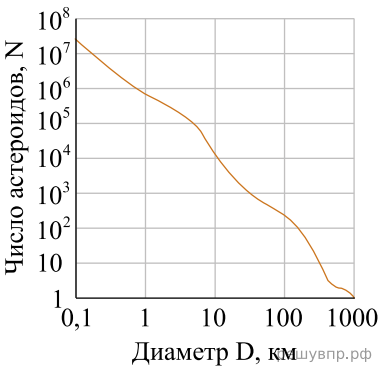
Самый простой и наиболее эффективный способ охлаждения организма путём испарения (при невысокой физической активности) – усиление дыхания. Ведь лёгкие работают ещё и в качестве холодильника. Выдыхаемый воздух всегда имеет стопроцентную влажность, а на испарение воды с громадной поверхности лёгких уходит большое количество избыточного тепла. Именно так охлаждают свой организм многие животные.

34. Какое примерно количество теплоты отдаёт тело человека каждый час в процессе испарения пота при температуре окружающей среды 37–39 °C? Ответ запишите в килоджоулях.

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).

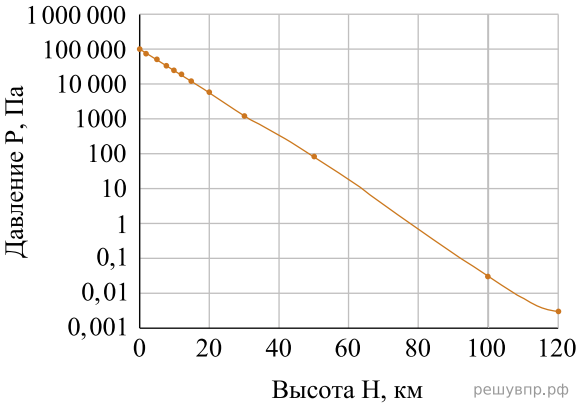
Считается, что планетезимали (предшественники планет) в поясе астероидов эволюционировали в первые десятки миллионов лет жизни Солнечной системы так же, как и в других областях солнечной туманности, до того времени, пока Юпитер не достиг своей текущей массы. После этого из пояса астероидов было выброшено 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.

35. Во сколько раз, по данным графика, отличается количество астероидов диаметром около 10 км от количества астероидов диаметром около 1000 км (с точностью до порядка)? Напишите в виде целого числа без степени.

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.

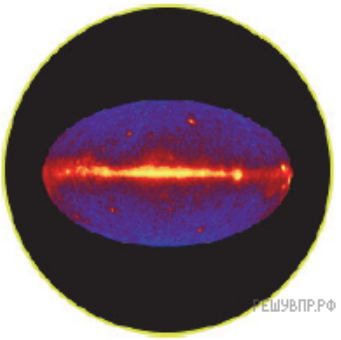


Нижний слой атмосферы — тропосфера — содержит 80% массы воздуха и составляет всего 8-18 км высоты. Здесь можно пренебречь изменением плотности воздуха с высотой, считая её постоянной. Кроме того, для тропосферы характерны мощные вертикальные конвективные потоки воздуха, что уравнивает плотность по высоте. 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.

36. Во сколько раз, по данным графика, давление атмосферы на уровне моря больше, чем давление на высоте 45 км? Сосчитайте с точностью до порядка величины.

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.

37. Энергия кванта определяется по формуле $E = h\nu$. Оцените частоту гамма-излучения, образующегося при энергетических переходах внутри атомных ядер. Ответ дайте в виде числа, умноженного на 10^{19} Гц.