

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Н.А. Антонова**

**ТЕКСТЫ  
ФИЗИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ  
И ЗАДАНИЯ К НИМ**

*Учебное пособие*

Челябинск  
2024

УДК 378 (076)  
ББК 74.480.267я7  
А53

**А 53 Антонова, Н. А.** Тексты физического содержания и задания к ним: учебное пособие / Н.А. Антонова; Министерство просвещения Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2024. – 346 с. – ISBN 978-5-907790-33-9. – Текст: непосредственный.

Данное пособие предназначено для подготовки обучающихся 9-х классов к Основному государственному экзамену (ОГЭ) по физике, а также повышения степени усвоения материала курса физики в целом.

Тексты физического содержания и задания к ним составлены с учетом планируемых результатов освоения программы основного общего образования по физике.

Учебное пособие адресовано школьникам, учителям физики, аспирантам, магистрантам и студентам педагогических вузов, обучающихся по специальности 44.03.05 «Педагогическое образование, получающих высшее образование в очной и заочной формах обучения.

УДК 378 (076)  
ББК 74.480.267я7

**Рецензенты: Е.В. Гнатышина, д-р пед. наук, доцент**  
**О.Р. Шефер, д-р пед. наук, доцент**

ISBN 978-5-907790-33-9

© Антонова Н.А., 2024  
© Издательство Южно-Уральского  
государственного гуманитарно-  
педагогического университета, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
I. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ .....	8
1.1. В метро .....	8
1.2. Цунами.....	10
1.3. Строительство египетских пирамид .....	13
1.4. Природа не терпит пустоты .....	16
1.5. Опыт Генри Кавендиша .....	19
1.6. Производство энергии за счет ветра.....	22
1.7. Часы и минуты .....	25
1.8. Звукоизоляция .....	30
1.9. Анализ звука.....	33
1.10. Звук.....	36
1.11. Воздухоплавание.....	39
1.12. Реактивное движение .....	42
1.13. Движение по песку .....	47
ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ I «МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ» .....	52
II. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ .....	59
2.1. Аморфные и кристаллические тела.....	59
2.2. Аморфные металлические сплавы.....	62
2.3. Тройная точка .....	66
2.4. Туман.....	70
2.5. Гейзеры .....	73
2.6. Вулканы .....	77
2.7. Лыжи.....	81
2.8. Погружение .....	83
2.9. Флотация.....	88
2.10. Как замерзают растворы .....	91
2.11. Охлаждающие смеси .....	94
2.12. Теплопроводность веществ.....	97
2.13. Парниковый эффект .....	100

2.14. Закон эквивалентности работы и тепла .....	103
2.15. Рост кристаллов .....	108
2.16. Климатические комбайны.....	111
2.17. Термос.....	118
2.18. Кто не провалиться под лёд? .....	122
2.19. Как уберечься от сосулек?.....	125
2.20. Непростое исследование простейшего прибора ....	129
ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ II «ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ» .....	133

III. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ .....	143
3.1. Коллайдер .....	143
3.2. Циклотрон .....	146
3.3. Электрическая дуга.....	150
3.4. Магнитная подвеска .....	153
3.5. Молния .....	156
3.6. Молния и гром.....	159
3.7. Токи Фуко .....	162
3.8. Термоэлементы .....	165
3.9. Принцип действия индукционной плиты .....	170
3.10. Магниты .....	173
3.11. Масс-спектрограф.....	178
3.12. Эффект Доплера для световых волн .....	182
3.13. Зимний водопровод на даче.....	185
3.14. Магнитные мины .....	189
3.15. Опыты Гильберта по магнетизму .....	193
3.16. Опыты Гальвани.....	197
3.17. Пьезоэлектричество .....	200
3.18. Голубая электростанция.....	204
3.19. Электрическая очистка газов .....	206
3.20. Индукционное ускорение.....	208
ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ III «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ» .....	211

IV. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ .....	219
4.1. Из истории увеличительных приборов .....	219
4.2. Микроскоп .....	225
4.3. Миражи.....	229

*Тексты физического содержания и задания к ним*

4.4. Опыты Птолема по преломлению света.....	234
4.5. Принципы оптической маскировки.....	239
4.6. Цвет предметов.....	242
4.7. Изучение спектров .....	244
4.8. Дальтонизм .....	248
4.9. Зеркальное отражение .....	250
ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ IV «ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ» .....	255
V. АСТРОНОМИЯ .....	258
5.1. Полярные сияния .....	258
5.2. Метеориты.....	263
5.3. Цвет неба и заходящего Солнца.....	266
5.4. Какая планета?.....	269
5.5. Московский планетарий.....	272
5.6. Млечный путь.....	278
5.7. История измерений размеров Земли.....	284
5.8. Солнечная система .....	291
5.9. Альbedo Земли.....	295
5.10. Солнечная активность .....	298
5.11. Прохождение солнечных лучей сквозь атмосферу Земли.....	301
5.12. Приливы и отливы на Земле.....	304
5.13. Закон Кеплера .....	307
5.14. Гало и венцы .....	311
5.15. Прохождение Венеры по диску Солнца.....	314
5.16. Метеороиды и кратеры .....	317
5.17. Звездный свет.....	319
5.18. Солнечная хромосфера .....	321
5.19. Внутреннее строение Солнца.....	324
5.20. Время .....	327
5.21. Космический мусор .....	330
ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ V «АСТРОНОМИЯ» .....	333
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	341
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	343

## ВВЕДЕНИЕ

Читательская грамотность проверяется в контрольных, диагностических, тематических, всероссийских проверочных работах, в КИМ ГИА при работе с текстом физического содержания и задания к нему [1–5].

Под текстом физического содержания понимают описание некоторой ситуации (физического явления/процесса, технического устройства) на естественнонаучном языке. Требования, предъявляемые к учебно-познавательной деятельности по работе с информацией, представленной в тексте физического содержания, направлены на выявление понимания сути информации, помещенной в тексте, ее перекодировки, сравнения и т.д. на основе знаний и умений, формируемых в курсе физики задач [16; 17].

В данном пособии приведены тексты физического содержания и задания к ним, в том числе задания на дополнение текста словами из предложенного списка, которые, необходимо использовать для подготовки к ОГЭ. Приступая к работе, внимательно прочитайте каждое задание, отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Тексты разделены на следующие разделы:

§ 1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ: «В метро»; «Цунами»; «Строительство египетских пирамид»; «Природа не терпит пустоты»; «Опыт Генри Кавендиша»; «Производство энергии за счет ветра»; «Часы и минуты»; «Звукоизоляция»; «Анализ звука»; «Звук»; «Воздухоплавание»; «Реактивное движение»; «Движение по песку»; «Наука и практика в походе».

§ 2. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ: «Аморфные и кристаллические тела»; «Аморфные металлические

сплавы»; «Тройная точка»; «Туман»; «Гейзеры»; «Вулканы»; «Льжи»; «Погружение»; «Флотация»; «Как замерзают растворы»; «Охлаждающие смеси»; «Теплопроводность веществ»; «Парниковый эффект»; «Закон эквивалентности работы и тепла»; «Рост кристаллов»; «Климатические комбайны»; «Термос»; «Кто не провалиться под лед?»; «Как уберечься от сосулек?»; «Непростое исследование простейшего прибора».

§ 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ: «Коллайдер»; «Циклотрон»; «Электрическая дуга»; «Магнитная подвеска»; «Молния»; «Молния и гром»; «Токи Фуко»; «Термоэлементы»; «Принцип действия индукционной плиты»; «Магниты»; «Масс-спектрограф»; «Эффект Доплера для световых волн»; «Зимний водопровод на даче»; «Магнитные мины»; «Опыты Гильберта по магнетизму»; «Опыты Гальвани»; «Пьезоэлектричество»; «Голубая электростанция»; «Электрическая очистка газов»; «Индукционное ускорение».

§ 4. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ: «Из истории увеличительных приборов»; «Микроскоп»; «Миражи»; «Опыты Птолемея по преломлению света»; «Принципы оптической маскировки»; «Цвет предметов»; «Изучение спектров»; «Дальтонизм»; «Зеркальное отражение».

§ 5. АСТРОНОМИЯ: «Полярные сияния»; «Метеориты»; «Цвет неба и заходящего Солнца»; «Какая планета?»; «Московский планетарий»; «Млечный путь»; «История измерений размеров Земли»; «Солнечная система»; «Альbedo Земли»; «Солнечная активность»; «Прохождение солнечных лучей сквозь атмосферу Земли»; «Приливы и отливы на Земле»; «Закон Кеплера»; «Гало и венцы»; «Прохождение Венеры по диску Солнца»; «Метеороиды и кратеры»; «Звездный свет»; «Солнечная хромосфера»; «Внутреннее строение Солнца»; «Время»; «Космический мусор».

# I. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

## 1.1. В метро

На уроке физики ученики изучали механическое движение. Возвращаясь домой на метро, два друга, Сережа и Артем, стали внимательно наблюдать за пассажирами на эскалаторе, движением поручня и лестницы. Ребята не раз пользовались метро, и были убеждены, что поручень и лестница движутся с одинаковой скоростью, но тут заметили, что при спуске эскалатора поручень движется чуть быстрее лестницы (рис. 1).



Рис. 1

пассажирами на эскалаторе, движением поручня и лестницы. Ребята не раз пользовались метро, и были убеждены, что поручень и лестница движутся с одинаковой скоростью, но тут заметили, что при спуске эскалатора поручень движется чуть быстрее лестницы (рис. 1).

### Задания к тексту «В метро»

1. Как ребята обнаружили, что поручень движется быстрее лестницы? Выберите один ответ.

А. Сравнивая движение двух пассажиров, которые бежали вниз по левой стороне лестницы.

Б. Наблюдая за пассажиром, который стоял на лестнице и держался рукой за поручень.

В. Наблюдая за двумя стоящими друг за другом пассажирами с правой стороны лестницы.

Г. Наблюдая за двумя пассажирами, один из которых стоял на лестнице, движущейся вниз, а другой – на лестнице, движущейся вверх.

2. Ребята решили определить, насколько именно скорость поручня отличается от скорости лестницы.



В распоряжении у них была рулетка и секундомер мобильного телефона.

Опишите, какие измерения они должны провести, находясь на эскалаторе, чтобы определить, насколько скорость поручня отличается от скорости лестницы.



Рис. 2

3. Очувтившись на платформе, ребята стали обсуждать, как им определить среднюю скорость поезда метро от момента, когда он трогается от платформы, до того момента, когда хвост поезда скроется в тоннеле.

*Объясните, как ребята могут использовать электронные часы над входом в тоннель (рис. 2) для решения этой задачи?*

4. Когда ребята сели в вагон, то услышали по радио следующее предупреждение: «Уважаемые пассажиры, в целях вашей безопасности держитесь за поручень не только при движении поезда, но и при его отходе от станции, а также при приближении к следующей станции».

Артём улыбнулся и сказал другу: «Если бы все знали об одном физическом явлении, то такое предупреждение было совершенно лишним».

*Какое физическое явление имел в виду Артём? Выберите один ответ:*

- А) Инерция;
- Б) Тяготение;
- В) Давление;
- Г) трение.

## **1.2. Цунами**

Цунами – это одно из наиболее мощных природных явлений – ряд морских волн длиной до 200 км, способных пересечь весь океан со скоростями до 900 км/ч. Наиболее частой причиной появления цунами следует считать землетрясения.

Амплитуда цунами, а значит, и её энергия зависят от силы подземных толчков, от того насколько близко к поверхности дна находится эпицентр землетрясения, от глубины океана в данном районе. Длина волны цунами определяется площадью и рельефом дна океана, на котором произошло землетрясение.

В океане волны цунами не превышают по высоте 60 см – их даже трудно определить с корабля или самолёта. Но их длина практически всегда значительно больше глубины океана, в котором они распространяются.

Все цунами характеризуются большим запасом энергии, которую они несут, даже в сравнении с самыми мощными волнами, образующимися под действием ветра.

Вся жизнь волны цунами может быть разделена на четыре последовательных этапа:

- 1) зарождение волны;
- 2) движение по просторам океана;
- 3) взаимодействие волны с прибрежной зоной;
- 4) обрушивание гребня волны на береговую зону.

Чтобы разобраться в природе цунами, рассмотрим мяч, плавающий на воде. Когда под ним проходит гребень, он устремляется вместе с ним вперёд, однако тут же соскальзывает с него, отстаёт и, попадая в ложбину, движется назад, пока его не подхватит следующий гребень. Затем всё повторяется, но не полностью: всякий

раз предмет немного смещается вперёд. В результате мяч описывает в вертикальной плоскости траекторию, близкую к окружности. Поэтому в волне частица поверхности воды участвует в двух движениях: движется по окружности некоторого радиуса, уменьшающегося с глубиной, и поступательно в горизонтальном направлении.

Наблюдения показали, что существует зависимость скорости распространения волн от соотношения длины волны и глубины водоёма.

Если длина образовавшейся волны меньше глубины водоёма, то в волновом движении принимает участие только поверхностный слой.

При длине волны в десятки километров для волн цунами все моря и океаны являются «мелкими», и в волновом движении принимает участие вся масса воды — от поверхности до дна. Трение о дно становится существенным. Нижние слои (придонные) сильно затормаживаются, не успевая за верхними слоями. Скорость распространения таких волн определяется только глубиной. Расчёт даёт формулу, по которой можно рассчитать скорость волн на «мелкой» воде:  $v = \sqrt{gH}$ .

Цунами бегут со скоростью, которая уменьшается с уменьшением глубины океана. Это означает, что их длина должна меняться при подходе к берегу.

Также при торможении придонных слоёв растёт амплитуда волн, т.е. увеличивается потенциальная энергия волны. Дело в том, что уменьшение скорости волны приводит к уменьшению кинетической энергии, и часть её превращается в потенциальную энергию. Другая часть уменьшения кинетической энергии тратится на преодоление силы трения и превращает

ся во внутреннюю. Несмотря на такие потери, разрушительная сила цунами остаётся огромной, что, к сожалению, нам приходится периодически наблюдать в различных районах Земли.

### Задания к тексту «Цунами»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_ – это одно из наиболее мощных природных явлений – ряд морских волн длиной до 200 км, способных пересечь весь океан со скоростями до 900 км/ч. Наиболее частой причиной появления цунами следует считать Б) \_\_\_\_\_.

Характеризуются большим запасом В) \_\_\_\_\_, которую они несут, даже в сравнении с самыми мощными волнами, образующимися под действием ветра.

Список слов и словосочетаний:

- 1) энергия;
- 2) цунами;
- 3) землетрясение;
- 4) мощность;
- 5) сила.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Движения частицы воды в цунами являются:

- 1) поперечными колебаниями;
- 2) суммой поступательного и вращательного движения;

3) продольными колебаниями;

4) только поступательным движением.

3. Почему при подходе цунами к берегу растёт амплитуда волн?

1) Скорость волны увеличивается, и внутренняя энергия волны частично превращается в кинетическую энергию;

2) скорость волны уменьшается, и внутренняя энергия волны частично превращается в потенциальную энергию;

3) скорость волны уменьшается, и кинетическая энергия волны частично превращается в потенциальную энергию;

4) скорость волны увеличивается, и внутренняя энергия волны частично превращается в потенциальную энергию.

4. Что происходит с длиной волны цунами при подходе к берегу? Ответ поясните.

### **1.3. Строительство египетских пирамид**

Пирамида Хеопса является одним из семи чудес света. До сих пор остается много вопросов, как именно была построена пирамида. Транспортировать, поднять и установить камни, масса которых составляла десятки и сотни тонн, было делом нелегким.

Для того чтобы поднять каменные глыбы наверх, придумали очень хитрый способ. Вокруг места строительства воздвигали насыпные земляные пандусы. По мере того, как росла пирамида, пандусы поднимались все выше и выше, как бы опоясывая всю будущую постройку. По пандусу камни тащили на салазках таким же образом, как и по земле, помо-

гая себе при этом рычагами. Угол наклона пандуса был очень незначительным – 5 или 6 градусов, из-за этого длина пандуса выросла до сотен метров. Так, при строительстве пирамиды Хефрена пандус, соединявший верхний храм с нижним, при разнице уровней, составлявшей более 45 м, имел длину 494 м, а ширину 4,5 м.

В 2007 году французский архитектор Жан-Пьер Уден высказал предположение, что при строительстве пирамиды Хеопса древнеегипетские инженеры использовали систему как внешних, так и внутренних пандусов и тоннелей. Уден полагает, что с помощью внешних пандусов возводилась только нижняя, 43-метровая часть (общая высота пирамиды Хеопса составляет 146 метров). Для подъема и установки остальных глыб использовалась система внутренних пандусов, расположенных спиралеобразно. Для этого египтяне разбирали внешние пандусы и переносили их внутрь. Архитектор уверен, что обнаруженные в 1986 году полости в толще пирамиды Хеопса – это туннели, в которые постепенно превращались пандусы.

### **Задания к тексту «Строительство египетских пирамид»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для того чтобы поднять каменные глыбы наверх, придумали очень хитрый способ. Вокруг места строительства воздвигали насыпные земляные А) \_\_\_\_\_. По мере того, как росла пирамида, они поднимались все выше и выше, как бы опоясывая

всю будущую постройку. По нему камни тащили на салазках таким же образом, как и по земле, помогая себе при этом Б) \_\_\_\_\_.

Список слов и словосочетаний:

- 1) блок
- 2) пандус
- 3) рычаг
- 4) лифт
- 5) наклонная плоскость

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б

2. К какому виду простых механизмов относится пандус?

- 1) подвижный блок;
- 2) неподвижный блок;
- 3) рычаг;
- 4) наклонная плоскость.

3. К пандусам относится...

- 1) грузовой лифт в жилых домах;
- 2) стрела подъемного крана;
- 3) ворот для поднятия воды из колодца;
- 4) наклонная площадка для въезда автомашин.

4. Какой максимальный выигрыш в силе мог дать пандус, соединявший при строительстве пирамиды Хефрена верхний храм с нижним храмом?

## **1.4. Природа не терпит пустоты**

Герон Александрийский еще в III веке до н.э. описал устройство шприца для отсасывания гноя из ран больных. Считалось, что при вытягивании поршня жидкость заходит в шприц, потому что «природа не терпит пустоты».

В Средние века при строительстве шахт было обнаружено, что насос всасывающего типа (аналогичный шприцу, снабженному системой клапанов) не поднимает воду выше, чем на 10 м. Великий итальянский ученый Галилей впервые усомнился в мистической «боязни пустоты», которой пытались объяснить это ограничение. Его ученик Торричелли показал, что ограничение подъема связано с конечным атмосферным давлением, которое не может затолкнуть воду под поршень на большую высоту, когда при движении поршня вверх под ним образуется пустота. В своих опытах он заполнял ртутью трубку, запаянную с одной стороны, и, зажав открытый конец трубки рукой, переворачивал ее, погружал в открытый сосуд с ртутью и открывал отверстие в трубке. Жидкость выливалась не полностью: около 760 мм рт. ст. удерживалось атмосферным давлением, воздействующим на поверхность ртути в открытом сосуде.

Возможность откачки воздуха из стеклянных сосудов продемонстрировал Берти I – соотечественник Галилея. Высокая вертикальная труба крепилась на внешней стене здания, заполнялась водой через верхний кран, затем он закрывался. Затем открывался нижний кран, опущенный в бочку с водой. Столб воды опускался до момента, когда высота воды в трубке составляла около 10 м и в верхней части сосуда образовывался разреженный воздух.



А в 1652 году бургомистр Магдебурга Отто Герике создает первую «машину, предназначенную для создания пустоты», – вакуумный насос для откачивания воздуха из замкнутых сосудов. С помощью такого насоса Герике смог откачать воздух из двух прочных сомкнутых полушарий, после чего 8 пар лошадей не могли оторвать эти полушария друг от друга.

### **Задания к тексту «Природа не терпит пустоты»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Торричелли показал, что ограничение подъема связано с конечным А) \_\_\_\_\_, которое не может затолкнуть воду под поршень на большую высоту, когда при движении поршня вверх под ним образуется пустота. В своих опытах он заполнял трубку Б) \_\_\_\_\_, запаянную с одной стороны, и, зажав открытый конец трубки рукой, переворачивал ее, погружал в открытый сосуд с ртутью и открывал отверстие в трубке. Жидкость выливалась не полностью: около В) \_\_\_\_\_ удерживалось Г) \_\_\_\_\_, воздействующим на поверхность ртути в открытом сосуде.

Список слов и словосочетаний:

- 1) 1000 мм рт. ст.;
- 2) 760 мм рт. ст.;
- 3) 360 мм рт. ст.;
- 4) медь;
- 5) ртуть;
- 6) атмосферное давление;
- 7) давление.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Рассматриваются два явления.

А) При вытекании жидкости из закрытой в верхней части трубы в ней создается вакуум

Б) В трубку, запаянную сверху и имеющую кран внизу, через открытый кран втягивается вода из стакана, если из трубки предварительно откачан воздух

В каком из явлений существование вакуума является причиной явления, а в каком – следствием?

- 1) в обоих – причиной;
- 2) в обоих следствием;
- 3) в А – причиной, в Б – следствием;
- 4) в Б – причиной, в А – следствием.

3. Какой из описанных в тексте опытов ближе всего к опыту Торричелли по обнаружению атмосферного давления?

- 1) опыт Герона;
- 2) опыт Берти;
- 3) опыт Герики;
- 4) ни один из описанных опытов не имеет отношения к доказательству и измерению атмосферного давления.

4. Если в опыте Герики заменить полушария на «полупараллелепипеды» – кубы со стороной 0,5 м и без одной грани, то с какой силой они будут прижиматься друг к другу при атмосферном давлении 760 мм рт. ст.? Ответ поясните.

## 1.5. Опыт Генри Кавендиша

В 1798 г., через 71 год после смерти Ньютона, Генри Кавендиш впервые осуществил достаточно точное экспериментальное измерение гравитационной постоянной  $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н}/(\text{кг}^2 \cdot \text{м}^2)$ . Он использовал устройство, получившее название крутильных весов (рис. 3).

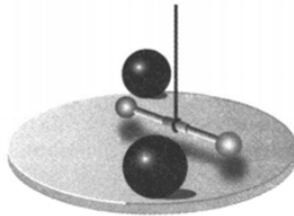


Рис. 3

Маленькие свинцовые шары укреплены на концах легкого стержня, который подвешен на тонкой нити. Большие шары можно было подкатывать к легким шарам с двух сторон, так что возникающие между парами больших и малых шаров силы притяжения приводили к повороту стержня и закручиванию нити. Предварительно было установлено соответствие между углом закручивания нити и малыми силами, которые нужно приложить к концам стержня, чтобы закрутить нить на определенный угол.

Для более точного измерения угла закручивания нити Кавендиш использовал световой луч, отражающийся от зеркальца, расположенного с середине стержня.

Поскольку Ньютон к тому времени доказал, что Земля и яблоко притягиваются друг к другу так же, как

Луна и Земля, то можно было, сравнивая силу тяжести яблока  $mg$  с силой его взаимодействия с Землей  $G \frac{mM_3}{R_3^2}$ , установить массу Земли. Радиус Земли к тому времени уже был измерен  $R_3 = 6400$  км. Поэтому Г. Кавендиша называют человеком, впервые взвесившим Землю.

### Задания к тексту «Опыт Генри Кавендиша»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В 1798 г. Генри Кавендиш впервые осуществил достаточно точное экспериментальное измерение А) \_\_\_\_\_  $G=6,7 \cdot 10^{-11}$  Н/(кг<sup>2</sup>·м<sup>2</sup>). Он использовал устройство, получившее название Б) \_\_\_\_\_ (см. рис. 4).

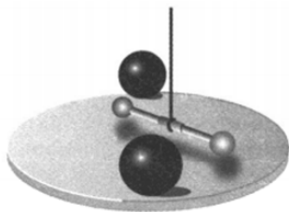


Рис. 4

Поскольку Ньютон к тому времени доказал, что Земля и яблоко притягиваются друг к другу так же, как Луна и Земля, то можно было, сравнивая В) \_\_\_\_\_ яблока  $mg$  с силой его взаимодействия с Землей  $G \frac{mM_3}{R_3^2}$ , установить Г) \_\_\_\_\_ Земли. Д) \_\_\_\_\_ Земли к тому времени уже был измерен  $R_3=6400$  км.

Поэтому Г. Кавендиша называют человеком, впервые взвесившим Землю.

Список слов и словосочетаний:

- 1) радиус;
- 2) масса;
- 3) гравитационная постоянная;
- 4) сила тяжести;
- 5) сила упругости;
- 6) сила трения;
- 7) крутильные весы;
- 8) электронные весы.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. Для определения гравитационной постоянной Г. Кавендиш использовал:

- 1) крутильные весы;
- 2) пружинные весы;
- 3) лазерный гравиметр;
- 4) акселерометр.

3. Г. Кавендиш использовал свинцовые шары, поэтому что у свинца

- 1) большая плотность;
- 2) большая пластичность;
- 3) малое электрическое сопротивление;
- 4) малая теплоемкость.

4. Используя данные, приведенные в тексте, и значение ускорение свободного падения, равное  $9,8 \text{ м/с}^2$ , рассчитайте массу Земли в килограммах и запишите

в ответ число, получающееся после умножения полученного результата на  $10^{24}$  и округления результата умножения до целых.

## 1.6. Производство энергии за счет ветра

Производство энергии за счет ветра рассматривается как альтернатива, которой можно заменить генераторы электроэнергии, работающие за счет сжигания нефти и угля. Сооружения на рисунке 5 – это ветряные мельницы с лопастями, которые вращаются за счет ветра. Благодаря этим вращениям генераторы производят электрический ток.



Рис. 5

### Задания к тексту «Производство энергии за счет ветра»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Производство энергии за счет ветра рассматривается как альтернатива, которой можно заменить генераторы электроэнергии, работающие за счет сжигания нефти и угля. Сооружения на рисунке – это А) \_\_\_\_\_ с лопастями, которые вращаются за счет ветра. Благодаря этим вращениям генераторы производят Б) \_\_\_\_\_.

Список слов и словосочетаний:

- 1) ветряные мельницы
- 2) мельницы
- 3) напряжение
- 4) энергия
- 5) электрический ток

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

2. На графиках (рис. 6), представленных ниже, показано среднее значение скорости ветра в четырех различных местах на протяжении года. Какой из графиков соответствует наиболее подходящему месту для сооружения генератора, производящего энергию за счет ветра?

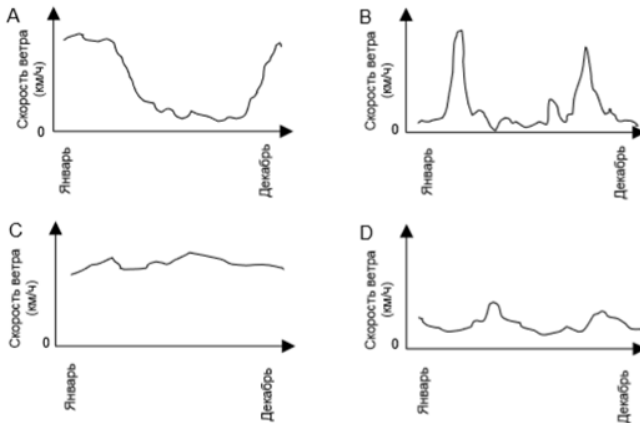


Рис. 6

3. Чем сильнее ветер, тем быстрее вращаются лопасти ветряных мельниц и, таким образом, вырабатывается больше электроэнергии. Однако на самом деле между скоростью ветра и произведенной 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 (рис. 7) лучше всего показана зависимость между скоростью ветра и вырабатываемой электроэнергией при соблюдении этих условий работы?

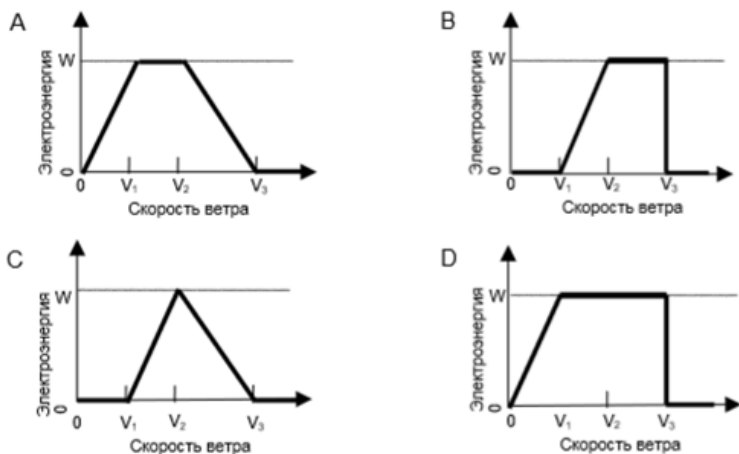


Рис. 7



4. Чем больше высота над уровнем моря, тем медленнее вращаются лопасти ветряных мельниц при одинаковой скорости ветра.

Какое из следующих утверждений лучше всего использовать для объяснения, почему лопасти ветряных мельниц, расположенных на большей высоте над уровнем моря, вращаются медленнее при одинаковой скорости ветра?

1) Чем выше над уровнем моря, тем меньше плотность воздуха.

2) Чем выше над уровнем моря, тем ниже температура.

3) Чем выше над уровнем моря, тем меньше сила тяжести.

4) Чем выше над уровнем моря, тем чаще идет дождь.

5. Опишите одно преимущество и один недостаток производства энергии за счет ветра по сравнению с производством электроэнергии, при котором используется ископаемое топливо, такое как уголь или нефть. Ответ поясните.

## **1.7. Часы и минуты**

«Который час?» – спрашиваем мы и не задумываемся о том, что время может быть очень разным. Биологическое время не зависит от места и часового пояса. Оно заставляет растения закрываться вечером и открываться по утрам, а человека, прилетевшего, скажем, из Европы в Америку, несколько суток засыпать в три часа дня, а просыпаться в четыре утра.

Психологическое время зависит от наших переживаний. Всем известно, что когда человек чего-то долго

ожидает, время тянется медленно, а, если спешит и не успевает, оно летит быстро. На уроках истории изучается историческое время. На циферблате часов мы наблюдаем земное повседневное время.

Люди измеряют время с давних времён, и их первыми часами было Солнце. В солнечный день любой предмет отбрасывает тень. Чтобы узнать, сколько времени, люди мерили тень шагами. Утром она была длиннее, в полдень становилась совсем коротенькой, а к вечеру опять удлинялась.

Первый прибор для измерения времени был изобретён в Древнем Вавилоне три с половиной тысячи лет назад. Это были солнечные часы. Первому описанию солнечных часов примерно 3300 лет. Оно пришло к нам из Древнего Египта. Эти часы представляли собой прямоугольную пластину с делениями. На одном конце её был прикреплен невысокий брусок с длинной горизонтальной планкой, которая и отбрасывала тень. Конец пластины с планкой направлялся на восток. По меткам на прямоугольной пластине устанавливался час дня.

В Древнем Египте час определялся как  $1/12$  промежутка времени от восхода до заката.

Тень послужила прообразом часовой стрелки, появившейся на механических башенных часах. Первые башенные часы в Европе были построены в 1288 году английскими мастерами в Вестминстере. Часы, устанавливаемые на башнях, имели всего одну стрелку – часовую. Точность этих часов была очень относительная. В сутки часы могли отставать или убежать вперёд минут на тридцать. Но ритмы жизни в те времена были неспешными, и таким пустякам придавали мало значения. Время тогда текло неторопливо. Люди не задумывались о его скоротечности, и им хватало од-

ной стрелки. В привычных нам минутной, а тем более секундной стрелках просто не было необходимости. Часы с минутной стрелкой появились на свет только в 1577 году.

И в наше время в странах Европы можно встретить башенные часы-однострелочники. Все они входят в фонд всемирного наследия (природные или созданные человеком объекты, нуждающиеся в сохранении в силу особой культурной, исторической или экологической значимости) ЮНЕСКО (международная организация по вопросам образования, науки и культуры). В том числе часы 1389 года, которые находятся в городе Руан на севере Франции. Это самые первые часы, которые стали отбивать четверти часа.

С развитием общества отношение ко времени изменилось. С появлением машинного производства, крупных городов, с развитием науки и техники люди стали жить совсем в другом ритме. Времени стало постоянно не хватать. Сколько раз вам самим приходилось слышать или говорить: «Сейчас нет времени». Нет времени задержаться в классе после уроков, или почитать книжку, или помочь в чём-то дома родителям. «Вот когда освобожусь», – произносим мы.

Вся наша жизнь значительно ускорилась. В начале 20-го века путешествие из Европы в Америку составляло несколько недель. Сейчас туда можно долететь за 8–10 часов.

Быстро меняется мода, причёски, цвета и фасоны одежды, обуви, дизайн всего того, что нас окружает.

В современной науке, промышленности время дробят уже на сотые доли секунды. Это важно, например, если речь идёт о времени химической реакции или жизни элементарной частицы, с существованием которых вы познакомитесь в старших классах. Даже

музыканты стали играть длинные классические произведения (симфонии и оперы) на несколько минут быстрее, чем играли в прошлом веке.

Ритм современной жизни иногда сравнивают с ритмом машины. Сегодня в мире сотни миллионов людей примерно в одно и то же время просыпаются, встают, умываются, чистят зубы, завтракают, идут на учёбу или на работу. Все торопятся, все спешат и все мечтают когда-нибудь остановиться, задуматься, оглянуться. Но не у всех получается. Мы проживаем жизнь с такой интенсивностью, с таким количеством впечатлений, которых человеку прошлых эпох хватило бы на несколько жизней.

### Задания к тексту «Часы и минуты»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Первый прибор для измерения времени был изобретён в Древнем Вавилоне три с половиной тысячи лет назад. Это были А) \_\_\_\_\_. Эти часы представляли собой прямоугольную пластину с делениями. На одном конце её был прикреплён невысокий брусок с длинной горизонтальной планкой, которая и отбрасывала Б) \_\_\_\_\_. Конец пластины с планкой направлялся на В) \_\_\_\_\_. По меткам на прямоугольной пластине устанавливался час дня.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) механические часы;
- 2) солнечные часы;
- 3) полутень;
- 4) тень;
- 5) восток;
- 6) запад.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Рассмотрите фотографии часов. Укажите, под какими номерами представлены фотографии солнечных часов.

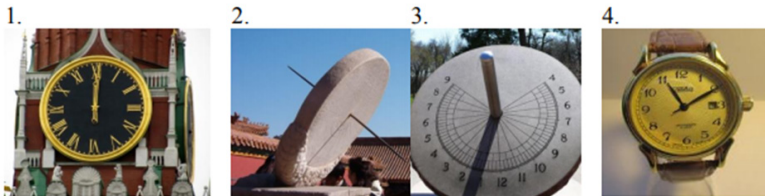


Рис. 8

3. Старинные часы в Гродно обслуживает единственный в республике смотритель и механик башенных часов. Уже четверть века он преодолевает 113 ступенек – уровень 10-го этажа жилого дома, поднимаясь на часовую башню, чтобы завести древний механизм. Почему профессия смотрителя и механика башенных часов – профессия редкая?

- 1) Эта профессия требует большого мастерства.
- 2) Трудно преодолевать столько ступенек.
- 3) Работающих башенных часов очень мало.
- 4) Мало кому удаётся обучиться этой профессии.

4. Древние греки и римляне, как и египтяне, пользовались солнечными часами и делили промежуток времени от восхода солнца до его заката на 12 часов. Час при таком измерении был различной длины в за-

висимости от времени года. Чем можно объяснить то, что в разное время года час был различной длины?

5. Какие часы надёжнее: солнечные или механические? Ответ поясните.

## 1.8. Звукоизоляция

Затеяв ремонт в квартире, родители поручили сыну найти информацию о том, как обеспечить хорошую звукоизоляцию стен при наименьших затратах. Сын нашел такой текст: «Излученная источником звуковых колебаний энергия, распространяясь в закрытом помещении, частично отражается разнообразными преградами, а частично поглощается ими. Ту часть энергии, которая по каким-либо причинам не отразилась от препятствий, считают поглощенной. Различные по характеру и свойствам преграды характеризуются коэффициентом поглощения звука, который представляет собой отношение поглощенной энергии к полной энергии, падающей звуковой волны. Коэффициенты поглощения звука для некоторых материалов на различных частотах приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Коэффициенты поглощения звука для некоторых материалов на различных частотах**

Материал	Коэффициент поглощения звука на данной частоте, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Шерсть (640 г на 1 м <sup>2</sup> )	0,04	0,07	0,18	0,22	0,32	0,35
Войлок толщиной 1 см	0,10	0,20	0,52	0,71	0,66	0,44
Ковер	0,09	0,07	0,20	0,35	0,43	0,44
Штукатурка на деревянной основе	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03

**Задания к тексту «Звукоизоляция»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Излученная источником звуковых колебаний энергия, распространяясь в закрытом помещении, частично отражается разнообразными преградами, а частично поглощается ими. Ту часть энергии, которая по каким-либо причинам не отразилась от препятствий, считают А) \_\_\_\_\_. Различные по характеру и свойствам преграды характеризуются Б) \_\_\_\_\_, который представляет собой отношение В) \_\_\_\_\_ поглощенной энергии к Г) \_\_\_\_\_, падающей звуковой волны.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) поглощенная энергия;
- 2) полная энергия;
- 3) коэффициент звука;
- 4) коэффициент поглощения звука.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Укажите цифру, обозначающую материал, который имеет наименьший коэффициент поглощения звука при частоте 2 кГц.

- 1) шерсть;
- 2) войлок;
- 3) ковер;
- 4) дерево.

3. Какой материал целесообразно выбрать, учитывая, что в квартире буду жить бабушка с дедушкой, диапазон звукового восприятия которых снижен, границами, указанными в таблице. Выбор ответа поясните.

- 1) шерсть;
- 2) войлок;
- 3) ковер;
- 4) дерево.

4. Необходимо учитывать, что, несмотря на одинаковую интенсивность звуков на разных частотах диапазонах, человеческое ухо воспринимает эти частоты с разной громкостью, что опять-таки обусловлено механизмом биологического устройства слухового аппарата. Природа этого явления так же объясняется во многом биологической необходимостью адаптации преимущественно к среднечастотному звуковому диапазону. Так на практике, звук, имеющий частоту 800 Гц при интенсивности в 50 дБ, будет восприниматься субъективно на слух как более громкий по сравнению со звуком той же силы, но с частотой 500 Гц.

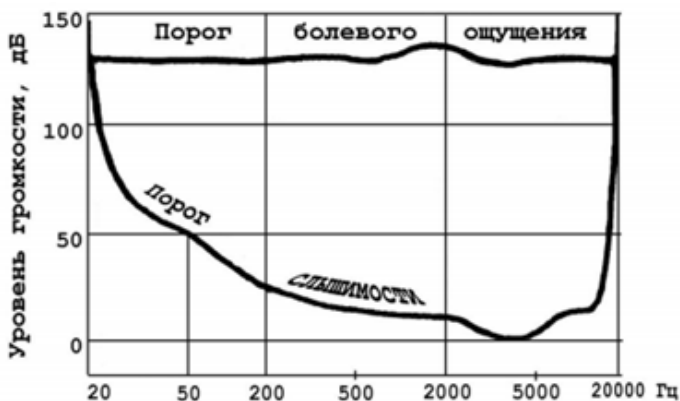


Рис. 9



Учитывая зависимость восприятия громкости звука от частоты (рис. 9), следует выбирать материал, из представленных в таблице, коэффициент поглощения которого максимален на частоте

- 1) 250 Гц;
- 2) 500 Гц;
- 3) 2 кГц;
- 4) 4 кГц.

## **1.9. Анализ звука**

При помощи наборов акустических резонаторов можно установить, какие тоны входят в состав данного звука и каковы их амплитуды. Такое установление спектра сложного звука называется его гармоническим анализом.

Раньше анализ звука выполнялся с помощью резонаторов, представляющих собой полые шары разного размера, имеющих открытый отросток, вставляемый в ухо, и отверстие с противоположной стороны. Для анализа звука существенно, что всякий раз, когда в анализируемом звуке содержится тон, частота которого равна частоте резонатора, последний начинает громко звучать в этом тоне.

Такие способы анализа, однако, очень неточны и кропотливы. В настоящее время они вытеснены значительно более совершенными, точными и быстрыми электроакустическими методами. Суть их сводится к тому, что акустическое колебание сначала преобразуется в электрическое колебание с сохранением той же формы, а следовательно, имеющее тот же спектр, а затем это колебание анализируется электрическими методами.

Один из существенных результатов гармонического анализа касается звуков нашей речи. По тембру мы можем узнать голос человека. Но чем различаются звуковые колебания, когда один и тот же человек поёт на одной и той же ноте различные гласные? Другими словами, чем различаются в этих случаях периодические колебания воздуха, вызываемые голосовым аппаратом при разных положениях губ и языка и изменениях формы полости рта и глотки? Очевидно, в спектрах гласных должны быть какие-то особенности, характерные для каждого гласного звука, сверх тех особенностей, которые создают тембр голоса данного человека. Гармонический анализ гласных подтверждает это предположение, а именно: гласные звуки характеризуются наличием в их спектрах областей обертонов с большой амплитудой, причём эти области лежат для каждой гласной всегда на одних и тех же частотах независимо от высоты пропетого гласного звука.

### Задания к тексту «Анализ звука»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

При помощи наборов акустических резонаторов можно установить, какие тоны входят в состав данного звука и каковы их амплитуды. Такое установление спектра сложного звука называется его А) \_\_\_\_\_.

Раньше анализ звука выполнялся с помощью Б) \_\_\_\_\_, представляющих собой полые шары разного размера, имеющих открытый отросток, вставляемый в ухо, и отверстие с противоположной стороны. Для анализа звука существенно, что всякий раз, когда в анализируемом звуке содержится тон,

частота которого равна частоте резонатора, последний начинает В) \_\_\_\_\_ звучать в этом тоне.

Список слов и словосочетаний:

- 1) резонатор;
- 2) гармонический анализ;
- 3) тихо;
- 4) громко.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Какое физическое явление лежит в основе электроакустического метода анализа звука?

- 1) Преобразование электрических колебаний в звуковые;
- 2) разложение звуковых колебаний в спектр;
- 3) резонанс;
- 4) преобразование звуковых колебаний в электрические.

3. Гармоническим анализом звука называют:

А. Установление числа тонов, входящих в состав сложного звука.

Б. установление частот и амплитуд тонов, входящих в состав сложного звука.

Правильный ответ:

- 1) только А;
- 2) только Б;
- 3) и А, и Б;
- 4) ни А, ни Б.

4. Можно ли, используя спектр звуковых колебаний, отличить один гласный звук от другого? Ответ поясните.

### **1.10. Звук**

Механические колебания, распространяющиеся в упругой среде: газе, жидкости или твёрдом, называются волнами или механическими волнами. Эти волны могут быть поперечными либо продольными.

Для того, чтобы в среде могла существовать поперечная волна, эта среда должна проявлять упругие свойства при деформациях сдвига. Примером такой среды являются твёрдые тела. Например, поперечные волны могут распространяться в горных породах при землетрясении или в натянутой стальной струне. Продольные волны могут распространяться в любых упругих средах, так как для их распространения в среде должны возникать только деформации растяжения и сжатия, которые присущи всем упругим средам. В газах и жидкостях могут распространяться только продольные волны, так как в этих средах отсутствуют жёсткие связи между частицами среды, и по этой причине при деформациях сдвига никакие упругие силы не возникают.

Человеческое ухо воспринимает как звук механические волны, имеющие частоты в пределах приблизительно от 20 Гц до 20 кГц (для каждого человека индивидуально). Звук имеет несколько основных характеристик. Амплитуда звуковой волны однозначно связана с интенсивностью звука. Частота же звуковой волны определяет высоту его тона. Поэтому звуки,

имеющие одну, вполне определённую, частоту, называются тональными.

Если звук представляет собой сумму нескольких волн с разными частотами, то ухо может воспринимать такой звук как тональный, но при этом он будет обладать своеобразным «окрасом», который принято называть тембром. Тембр зависит от набора частот тех волн, которые присутствуют в звуке, а также от соотношения интенсивностей этих волн. Обычно ухо воспринимает в качестве основного тона звуковую волну, имеющую наибольшую интенсивность. Например, одна и та же нота, воспроизведённая при помощи разных музыкальных инструментов (например, рояля, тромбона и органа), будет восприниматься ухом как звуки одного и того же тона, но с разным тембром, что и позволяет отличать «на слух» один музыкальный инструмент от другого.

Ещё одна важная характеристика звука — громкость. Эта характеристика является субъективной, то есть определяется на основе слухового ощущения. Опыт показывает, что громкость зависит как от интенсивности звука, так и от его частоты, то есть при разных частотах звуки одинаковой интенсивности могут восприниматься ухом как звуки разной громкости (а могут и как звуки одинаковой громкости!). Установлено, что человеческое ухо при восприятии звука ведёт себя как нелинейный прибор — при увеличении интенсивности звука в 10 раз громкость возрастает всего в 2 раза. Поэтому ухо может воспринимать звуки, отличающиеся друг от друга по интенсивности более чем в 100 тысяч раз!

**Задания к тексту «Звук»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для того, чтобы в среде могла существовать А) \_\_\_\_\_, эта среда должна проявлять упругие свойства при деформациях сдвига. Примером такой среды являются твёрдые тела. Например, Б) \_\_\_\_\_ могут распространяться в горных породах при землетрясении или в натянутой стальной струне.

В) \_\_\_\_\_ могут распространяться в любых упругих средах, так как для их распространения в среде должны возникать только деформации растяжения и сжатия, которые присущи всем упругим средам. В газах и жидкостях могут распространяться только Г) \_\_\_\_\_, так как в этих средах отсутствуют жёсткие связи между частицами среды, и по этой причине при деформациях сдвига никакие упругие силы не возникают.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) продольная волна;
- 2) поперечная волна.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Какие механические волны могут распространяться в твёрдых телах?

- 1) только продольные;
- 2) только поперечные;

3) и продольные, и поперечные;

4) никакие.

3. Два звука представляют собой механические волны, имеющие одинаковые амплитуды, но разные частоты. Эти звуки обязательно имеют одинаковую:

1) интенсивность;

2) громкость;

3) высоту тона;

4) интенсивность и высоту тона.

4. Громкость звука, при которой человеческое ухо начинает испытывать болезненные ощущения, называется болевым порогом. Некоторая звуковая волна имеет интенсивность, соответствующую половине болевого порога. Будет ли превышен болевой порог, если интенсивность этой звуковой волны увеличится в 5 раз? Ответ поясните.

## **1.11. Воздухоплавание**

Первый в истории России полет на воздушном шаре произошел 6 октября 1805 года на территории Нескучного сада. Аэростат был создан по проекту и на деньги штабс-доктора Лефортовского госпиталя Ивана Григорьевича Каинского (1772–1846). Отдельные попытки взлететь с последующим падением были в России и до него, однако именно Кашинский, став первым человеком в России, самостоятельно поднявшимся в небо с помощью летательного аппарата, удостоился чести войти в историю как первый русский воздухоплаватель.

До полета Каинского в небо над Россией успешно поднимались лишь иностранные летательные аппараты: иностранцы, поднимаясь на воздушном шаре,

заполненном водородом, перед состоятельной публикой в Москве и Петербурге, зарабатывали деньги на необычном для той поры зрелище. По свидетельствам специалистов того времени, аэростат Кашинского был ничуть не хуже иностранных моделей и не отставал от них технически.

Чтобы воздушный шар поднимался выше, его надо наполнить газом, плотность которого меньше, чем у воздуха. Это может быть водород, гелий или нагретый воздух. Если выталкивающая сила станет больше силы тяжести, действующей на тело, то оно поднимется, оторвавшись от земли. Летательные аппараты, которые реализуют этот принцип называют аэростатами.

В июне 2016 года из Австралии совершил кругосветное путешествие на шаре «МОРТОН» российский путешественник Федор Конюхов. Физические характеристики шара, на котором совершал кругосветный полет Ф. Конюхов: вес на старте – 10 тонн, вес на финише – 4 тонны, объем шара – 15500 м<sup>3</sup>, плотность гелия – 0,18 кг/м<sup>3</sup>.

Для подсчета подъемной силы воздушного шара необходимо знать силу Архимеда, силу тяжести оболочки, груза и газа внутри воздушного шара:

$$F_{\text{под}} = F_A - (F_T \text{ оболочки} + F_T \text{ газа внутри} + F_T \text{ груза}).$$

При подсчете подъемная сила шара «Мортон» составила 86000 Н, что определило вес балласта, который мог поднять шар.



### Задания к тексту «Воздухоплавание»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Чтобы воздушный шар поднимался выше, его надо наполнить газом, плотность которого А) \_\_\_\_\_, чем у воздуха. Это может быть водород, гелий или нагретый воздух. Если выталкивающая сила станет Б) \_\_\_\_\_ силы тяжести, действующей на тело, то оно поднимется, оторвавшись от земли. Летательные аппараты, которые реализуют этот принцип называют В) \_\_\_\_\_.

Список слов и словосочетаний:

- 1) больше;
- 2) меньше;
- 3) аэростатами.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Что нужно сделать, чтобы воздушный шар поднимался выше?

3. На рисунке 10 изображен шар «Мортон». Что происходило с воздухом в шаре по мере его подъема?



Рис. 10

4. От чего зависит подъемная сила? Ответ поясните.

## 1.12. Реактивное движение

Реактивным называется движение, которое происходит под действием силы реакции, действующей на движущееся тело со стороны струи вещества, выбрасываемого из двигателя. Пояснить принцип реактивного движения можно на примере движения ракеты.

Пусть в двигателе, установленном на ракете, происходит сгорание топлива и продукты горения (горячие газы) под высоким давлением выбрасываются из сопла двигателя. На каждую порцию газов, выброшенных из сопла, со стороны двигателя действует некоторая сила, которая приводит эту порцию газов в движение. В соответствии с третьим законом Ньютона, на двигатель со стороны выбрасываемых газов действует сила, такая же по модулю и противоположная по направлению. Эта сила называется реактивной. Под её действием ракета приобретает ускорение и разгоняется в направлении, противоположном направлению выбрасывания газов. Модуль  $F$  реактивной силы может быть вычислен при помощи простой формулы:  $F = \mu u$ , где  $u$  — модуль скорости истечения газов из сопла двигателя относительно ракеты, а  $\mu$  — скорость расхода топлива (масса вещества, выбрасываемого двигателем в единицу времени, измеряется в кг/с). Направлена реактивная сила всегда в направлении, противоположном направлению истечения газовой струи. Реактивное движение также можно объяснить и при помощи закона сохранения импульса.

Принцип реактивного движения широко используется в технике. Помимо ракет реактивные двигатели приводят в движение самолёты и водные катера. На основании этого принципа конструируют различные приспособления — поливальные устройства с вертуш-

ками, называемыми «сегнеровым» колесом, игрушки и т. п. Реактивное движение встречается и в живой природе. Некоторые морские организмы (кальмары, каракатицы) двигаются, выбрасывая предварительно засосанные внутрь себя порции воды. В качестве любопытного примера из мира растений можно привести так называемый «бешеный огурец». После созревания семян из плода этого растения под большим давлением выбрасывается жидкость, в результате чего огурец отлетает на некоторое расстояние от места своего произрастания.

При реактивном движении ракеты её масса непрерывно уменьшается из-за сгорания топлива и выбрасывания наружу продуктов сгорания. По этой причине модуль ускорения ракеты всё время изменяется, а скорость ракеты нелинейно зависит от массы сгоревшего топлива. Впервые задача об отыскании модуля конечной скорости  $v$  ракеты, масса которой изменилась от значения  $m_0$  до величины  $m$ , была решена русским учёным, пионером космонавтики К. Э. Циолковским. График зависимости, иллюстрирующей полученную им формулу, показан на рисунке 11.

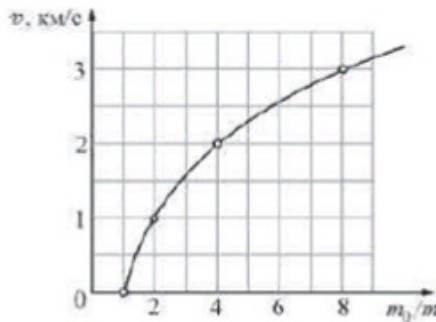


Рис. 11

Зависимость модуля конечной скорости  $v$  ракеты от изменения ее массы

Из графика видно, что полученная Циолковским закономерность может быть кратко сформулирована следующим образом: если скорость истечения газов из сопла двигателя постоянна, то при уменьшении массы ракеты в геометрической прогрессии модуль скорости ракеты возрастает в арифметической прогрессии. Иными словами, если при уменьшении массы ракеты в 2 раза ( $\frac{m_0}{m} = 2$ ) модуль скорости ракеты увеличивается на 1 км/с, то при уменьшении массы ракеты в 4 раза ( $\frac{m_0}{m} = 2$ ) модуль скорости ракеты возрастёт ещё на 1 км/с. Из-за такой закономерности разгон ракеты до высокой скорости требует очень большого расхода топлива.

### Задания к тексту «Реактивное движение»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Реактивным называется движение, которое происходит под действием А) \_\_\_\_\_, действующей на движущееся тело со стороны струи вещества, выбрасываемого из двигателя. Пояснить принцип реактивного движения можно на примере движения ракеты.

Пусть в двигателе, установленном на ракете, происходит сгорание топлива и продукты горения (горячие газы) под высоким давлением выбрасываются из сопла двигателя. На каждую порцию газов, выброшенных из сопла, со стороны двигателя действует некоторая сила, которая приводит эту порцию газов в движение.

В соответствии с Б) \_\_\_\_\_ законом Ньютона, на двигатель со стороны выбрасываемых газов действует сила, такая же по модулю и противоположная по направлению. Эта сила называется реактивной. Под её действием ракета приобретает ускорение и разгоняется в направлении, В) \_\_\_\_\_ выбрасывания газов.

При реактивном движении ракеты её масса непрерывно уменьшается из-за сгорания топлива и выбрасывания наружу продуктов сгорания. По этой причине модуль ускорения ракеты всё время Г) \_\_\_\_\_, а скорость ракеты нелинейно зависит от массы сгоревшего топлива. Впервые задача об отыскании модуля конечной скорости  $v$  ракеты, масса которой изменилась от значения  $m_0$  до величины  $m$ , была решена русским учёным, пионером космонавтики К. Э. Циолковским.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) сила реакции;
- 2) сила тяжести;
- 3) первый;
- 4) второй;
- 5) третий;
- 6) противоположное направление;
- 7) совпадающий с направлением;
- 8) изменяется;
- 9) остаётся постоянным.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Модуль реактивной силы зависит:

1) только от скорости истечения газов из сопла двигателя;

2) только от скорости расхода топлива;

3) от скорости истечения газов из сопла двигателя и от скорости расхода топлива;

4) от направления истечения газовой струи из сопла двигателя.

3. Ракета начальной массой 800 т, стартовав из неподвижного положения, сожгла половину топлива, в результате чего ею была достигнута скорость 2,5 км/с. Чему будет равна масса ракеты в момент, когда её скорость достигнет значения 7,5 км/с?

1) 400 т;

2) 300 т;

3) 200 т;

4) 100 т.

4. Реактивная сила направлена:

1) в сторону истечения газовой струи из сопла двигателя;

2) противоположно направлению истечения газовой струи из сопла двигателя;

3) перпендикулярно направлению истечения газовой струи из сопла двигателя;

4) в направлении скорости движения ракеты.

5. Ракетный двигатель выбрасывает из сопла газы со скоростью 3 км/с относительно ракеты. Можно ли при помощи этого двигателя разогнать ракету до скорости 8 км/с относительно стартового стола? Ответ поясните.

### 1.13. Движение по песку

Летом Максим целую неделю отдыхал на побережье Финского залива и все дни проводил на большом песчаном пляже: играл с друзьями в футбол, катался на велосипеде и квадроцикле по песку и, конечно, купался. Он обратил внимание на то, что в том месте, где песок был влажный, двигаться по нему было немного тяжелее, чем по твердой поверхности. Но по сухому рыхлому песку ходить, бегать и ездить было еще труднее. Максим решил попытаться объяснить причину затруднения движения по песку, применив знания о внутренней энергии тел.

Максим нашел информацию с расчетами энергетических затрат человека за 1 мин при ходьбе со скоростью 4,7 км/ч при наличии различного груза (см. табл. 2).

**Таблица 2 – Расчет энергетических затрат человека**

Вид грунта	Энергетические затраты		
	груз 1–2 кг	груз 24 кг	груз 36 кг
	кДж	кДж	кДж
Ровная твердая поверхность	20,48	22,57	28,01
Мягкий грунт (песок)	48,91	–	62,70
Подъем по твердой поверхности	81,93	–	–

#### Задания к тексту «Движение по песку»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_ – это величина, характеризующая быстроту движения тел. Обозначается буквой Б) \_\_\_\_\_. В Международной системе (СИ) измеряют в В) \_\_\_\_\_.

Г) \_\_\_\_\_ тела при равномерном движении – это величина, равная отношению Д) \_\_\_\_\_, за которое этот путь пройден.

Список слов и словосочетаний:

- 1) скорость;
- 2) путь;
- 3)  $v$ ;
- 4)  $S$ ;
- 5)  $t$ ;
- 6) метры в секунду (м/с);
- 7) километры в секунду (км/с);
- 8) километры в час (км/ч);
- 9) пути ко времени;
- 10) времени к пути.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. Проанализировав таблицу, сделайте выводы об энергетических затратах при ходьбе по ровной поверхности, соответствующие полученным данным.

3. Выдвинете предположение: почему при ходьбе по песку затрачиваемая энергия увеличивается больше чем в 2 раза по сравнению с движением по ровной твердой поверхности?



4. Бежать по песку тоже значительно тяжелее, чем по твердой поверхности. При беге человек еще больше расходует дополнительной энергии, чем при ходьбе на то же расстояние. Как это можно объяснить?

5. Кто проедет большее расстояние по песку до полной остановки (при одинаковой начальной скорости): велосипедист, если перестанет крутить педали, или квадроциклист после остановки двигателя? Ответ поясните.

### 1.14. Наука и практика в походе

Летом Илья впервые отправился в многодневный туристическо-краеведческий поход. В походе Илью интересовало не только что и как нужно делать, но и почему это нужно делать.

Еще перед походом инструктор объяснял главное правило распределения вещей и продуктов в рюкзаке: «Тяжелые вещи располагать ближе к спине».

Сила тяжести создает момент силы, стремящийся повернуть рюкзак в противоположную сторону от спины (на рис. 12 по часовой стрелке). Противодействует этому повороту сила, действующая на рюкзак со стороны верхних лямок. Чтобы противодействовать повороту, эта сила должна тянуть рюкзак по направлению к спине (на рис. 12 против часовой



Рис. 12



Рис. 13

стрелки). Соответственно лямки рюкзака будут тянуть человека назад, т.е. стремиться опрокинуть человека на спину.

Преодолевая небольшой участок вдоль болота, группа ребят встретила местного жителя, идущего им навстречу через болото. На его ногах была необычная обувь, немного напоминающая ласты (см. рис. 13). Инструктор по-

яснил, что это болотоступы и их используют для того, чтобы ноги не проваливались в болото.

### Задания к тексту «Наука и практика в походе»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_ создает момент силы, стремящийся повернуть рюкзак в противоположную сторону от спины (на рис. 13) Б) \_\_\_\_\_). Противодействует этому повороту сила, действующая на рюкзак со стороны верхних лямок. Чтобы противодействовать повороту, эта сила должна тянуть рюкзак по направлению к спине (на рис. 13) В) \_\_\_\_\_). Соответственно лямки рюкзака будут тянуть человека назад, т.е. стремиться опрокинуть человека на спину.

Список слов и словосочетаний:

- 1) против часовой стрелки;
- 2) по часовой стрелке;
- 3) сила тяжести;
- 4) сила упругости;
- 5) Архимедова сила.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Почему тяжелые вещи нужно располагать ближе к спине? Ответ поясните.

3. Во время похода приходилось преодолевать различные препятствия. Например, переходить ручей с илистым дном, где ноги увязали в иле, так что на каждом шагу приходилось с трудом их вытаскивать. Выберите из списка силу, которая тянет ногу вниз, и напишите обоснование своего выбора.

- 1) Сила тяжести;
- 2) сила атмосферного давления;
- 3) сила со стороны частичек ила;
- 4) архимедова сила.

4. Почему болотоступы имеют такую необычную форму? Ответ поясните.

## ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ I «МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ»

### 1.1. В метро

1	2	3	4
Б	С помощью рулетки измеряется, насколько перемещается рука, лежащая на поручне, относительно тела этого же человека, за отрезок времени, измеренный с помощью секундомера	По часам над входом в тоннель можно отмечать время, когда поезд трогается с платформы, и время, когда он полностью скрывается в тоннеле, а потом определить разность этих времен; электронный таймер над входом в тоннель сразу показывает нужный отрезок времени, который понадобится для определения средней скорости	А

### 1.2. Цунами

1	2	3	4
231	2	3	Длина волны цунами при подходе к берегу уменьшается. Т.к. скорость распространения волн цунами зависит от глубины. При подходе к берегу глубина уменьшается, следовательно, уменьшается скорость распространения волны. Поскольку длина волны прямо пропорциональна скорости распространения волны, то при ее уменьшении длина волны тоже уменьшается

### 1.3. Строительство египетских пирамид

1	2	3	4
23	4	4	Примерно в 11 раз. В пренебрежении силой трения выигрыш в силе равен $mg/(mg \cdot \sin\alpha) = 1/\sin\alpha = Al/h = 494/45 = 11$

### 1.4. Природа не терпит пустоты

1	2	3	4
6526	4	2	Около 26 кН

### 1.5. Опыт Генри Кавендиша

1	2	3	4
37421	1	1	6

### 1.6. Производство энергии за счет ветра

1	2	3	4	5
15	С	В	1	<p><i>Преимущество:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не выделяется углекислый газ (<math>\text{CO}_2</math>);</li> <li>• не расходуются полезные ископаемые;</li> <li>• энергия ветра неисчерпаема;</li> <li>• стоимость электрической энергии, произведенной за счет ветра, меньше;</li> <li>• от производства энергии за счет ветра нет отходов и/или не выделяются токсичные вещества;</li> <li>• используются силы природы или «чистая» энергия;</li> <li>• не влияет на окружающую среду и работает очень долго.</li> </ul> <p><i>Недостаток:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• производство требуемого количества энергии невозможно (потому что невозможно проконтролировать скорость ветра);</li> </ul>

1	2	3	4	5
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• ограничено количество площадей, подходящих для размещения ветряных мельниц;</li> <li>• ветряные мельницы могут быть повреждены слишком сильным ветром;</li> <li>• количество энергии, вырабатываемой каждой ветряной мельницей, относительно невелико;</li> <li>• в некоторых случаях много шума от ветряных мельниц;</li> <li>• при попадании в лопасти иногда гибнут птицы;</li> <li>• видоизменяется естественный природный пейзаж (визуальные изменения окружающей среды);</li> <li>• высокая стоимость установки</li> </ul>

### 1.7. Часы и минуты

1	2	3	4	5
245	23	3	В разное время года день и ночь становятся либо короче, либо длиннее; летом позднее темнеет и раньше светает, а зимой наоборот; летом солнце садится гораздо позже, чем зимой	Механические. Солнечные показывают время только днём, а не ночью; Из-за плохой погоды солнца может быть не видно, а механические работают всегда

### 1.8. Звукоизоляция

1	2	3	4
1412	4	2, т.к. на всем диапазоне воспринимаемых звуковых частот он имеет наибольший коэффициент поглощения	4

### 1.9. Анализ звука

1	2	3	4
214	4	2	Можно, гласные звуки характеризуются наличием в их спектрах областей обертонов с большой амплитудой, причём эти области лежат для каждой гласной всегда на одних и тех же частотах независимо от высоты пропетого гласного звука. Каждый конкретный гласный звук характеризуется уникальным, только ему присущим, набором обертонов и их амплитуд. По наличию или отсутствию этих обертонов можно отличить один гласный звук от другого

### 1.10. Звук

1	2	3	4
2211	3	1	Нет. Громкость звука возрастает в 2 раза при увеличении его интенсивности в 10 раз. При возрастании же интенсивности в 5 раз громкость вырастет менее, чем в 2 раза. Поэтому болевой порог не будет превышен.

**1.11. Воздухоплавание**

1	2	3	4
213	Воздушный шар надо наполнить газом, плотность которого меньше, чем у воздуха	Воздух в шаре по мере подъема охлаждается, его плотность уменьшается, сила Архимеда становится меньше	Подъемная сила воздушного шара зависит от объема шара и плотности газа, которым наполнен шар, так же от силы тяжести (или массы) оболочки, груза и газа внутри воздушного шара: $F_{\text{под}} = F_A - (F_{\text{т оболочки}} + F_{\text{т газа внутри}} + F_{\text{т груза}})$

**1.12. Реактивное движение**

1	2	3	4	5
1568	3	4	2	Да, можно. Конечная скорость ракеты при заданной скорости истечения газов из сопла двигателя зависит только от массы сожжённого топлива. Поэтому при любой скорости и истечения газов ракету можно разогнать до любой скорости, в том числе и превышающей $u$ . Для этого лишь нужно сжечь достаточную массу топлива



1.1.3. Движение по песку

1	2	3	4	5
<p>1; 3; 6; 1; 9</p>	<p>Основная энергия тратится на подъем центра тяжести. Энергетические затраты возрастают с увеличением массы. При подъеме совершается дополнительная работа, идущая на увеличение потенциальной энергии и требующая увеличения энергетических затрат</p>	<p>В процессе ходьбы при отталкивании от песка нога сжимает и деформирует песок. Дополнительная энергия затрачивается на эту деформацию и переходит во внутреннюю энергию песка</p>	<p>При беге человек сильнее отталкивается от поверхности, чем при ходьбе, поскольку он подпрыгивает. Так как сила, действующая со стороны ноги на песок, становится больше, происходит большая деформация песка, и следовательно, на это расходуется большая энергия</p>	<p>Квадроцикл, т.к. ширина колес квадроцикла значительно больше, чем велосипеда. Значит, они оказывают меньшее давление на песок, следовательно, песок меньше деформируется и меньшая энергия переходит в тепло</p>

**1.14. Наука и практика в походе**

1	2	3	4
3; 2; 1	Центр тяжести рюкзака должен быть ближе к спине. Чем ближе центр тяжести к спине, тем меньше момент силы тяжести и соответственно добавочная сила, действующая на верхние лямки	2, т.к. ил препятствует проникновению воды под ступню, вследствие этого вода не давит на ступню снизу и не компенсирует силу атмосферного давления	Площадь поверхности болотоступов больше площади ступни, поэтому давление, оказываемое болотоступами на болото, становится меньше и у человека меньше шансов увязнуть в болоте

## II. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 2.1. Аморфные и кристаллические тела

По своим физическим свойствам и молекулярной структуре твёрдые тела разделяются на два класса – аморфные и кристаллические тела.

Твёрдые тела, в которых атомы или молекулы расположены упорядоченно и образуют периодически повторяющуюся внутреннюю структуру, называются кристаллами (см. рис. 14а). Физические свойства кристаллических тел неодинаковы в различных направлениях (это свойство кристаллов называется анизотропностью), но совпадают в параллельных направлениях. Анизотропия механических, тепловых, электрических и оптических свойств кристаллов объясняется тем, что при упорядоченном расположении атомов, молекул или ионов силы взаимодействия между ними и межатомные расстояния оказываются неодинаковыми по различным направлениям.

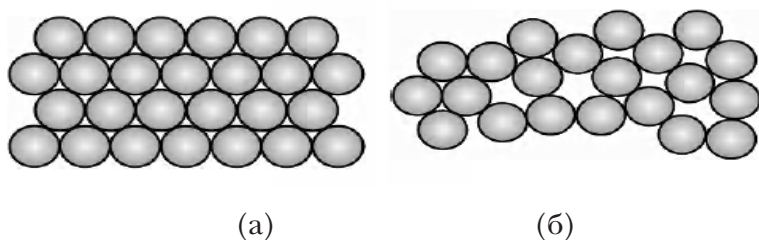


Рис. 14

Характерной особенностью аморфных тел является их изотропность, т. е. независимость всех физических свойств (механических, оптических и т. д.) от на-

правления. Молекулы и атомы в изотропных твёрдых телах располагаются хаотично (см. рис. 14). По своей структуре аморфные тела очень близки к жидкостям. Примерами аморфных тел могут служить стекло, различные затвердевшие смолы (янтарь), пластики и т. д. У аморфных тел нет определённой температуры плавления. Если аморфное тело нагревать, то оно постепенно размягчается, и переход в жидкое состояние занимает значительный интервал температур.

### Задания к тексту «Аморфные и кристаллические тела»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_ это твердые тела, в которых атомы или молекулы расположены упорядоченно и образуют периодически повторяющуюся внутреннюю структуру. Б) \_\_\_\_\_ это способность кристаллических тел проявлять различные свойства в различных направлениях, но совпадают в В) \_\_\_\_\_ направлениях. Характерной особенностью аморфных тел является их Г) \_\_\_\_\_, то есть независимость всех физических свойств от направления.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) анизотропность;
- 2) кристаллы;
- 3) изотропность;
- 4) параллельные;
- 5) перпендикулярные.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Физические свойства кристаллического тела, представленного на рисунке 15, совпадают в направлениях:

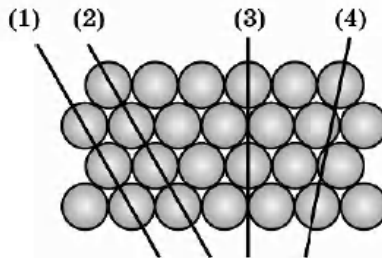


Рис. 15

- 1) 1 и 2;      2) 1 и 3;      3) 2 и 3;      4) 3 и 4.

3. Изотропия физических свойств аморфных тел объясняется тем, что в аморфном теле:

- 1) межатомные расстояния неодинаковы по различным направлениям;
- 2) межатомные расстояния в среднем одинаковы по различным направлениям;
- 3) межатомное взаимодействие больше межатомного взаимодействия в кристаллах;
- 4) межатомное взаимодействие меньше межатомного взаимодействия в кристаллах.

4. На рисунке 16 представлен переход в жидкое состояние при нагревании четырёх веществ, первоначально находившихся в твёрдом состоянии. Какой график соответствует аморфному состоянию твердого тела? Ответ поясните.

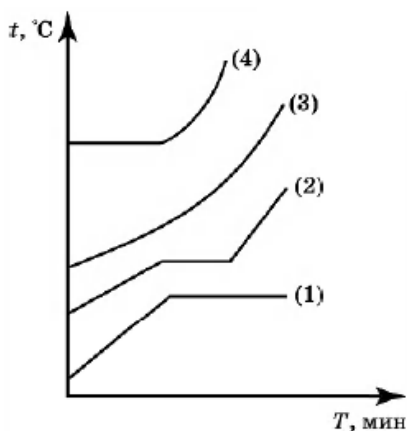


Рис. 16

1) 1;            2) 2;            3) 3;            4) 4.

## 2.2. Аморфные металлические сплавы

Внимание материаловедов давно привлекают так называемые аморфные металлы, или металлические стёкла. В этих соединениях, состоящих из металлических элементов – например, циркония, титана, меди, никеля, – отсутствует какая-либо упорядоченная кристаллическая структура.

Каким образом можно заставить металлический расплав перейти в твёрдое, но не кристаллическое, а аморфное состояние, то есть получить металлическое «стекло»? Для этого надо расплав заставить затвердеть настолько быстро, чтобы атомы вещества остались «замороженными» в тех положениях, которые они занимали, будучи в жидком состоянии, и не успели перестроиться в кристаллическую решётку.

Использование специальных методов позволяет достигать скорости охлаждения более  $10^6$  град/с и получать металл в стеклообразном аморфном состоянии. Следствием такой аморфной структуры являются необычные магнитные, механические, электрические свойства и коррозионная стойкость аморфных металлических сплавов.

Одним из промышленных способов получения аморфных металлических лент является охлаждение (закалка) тонкой струи жидкого металла на внешней поверхности охлаждаемого вращающегося барабана (рис. 17) или прокатка расплава между холодными вращающимися валками. Различие состоит в том, что в методе закалки на диске расплав быстрее охлаждается со стороны, прилегающей к барабану. Метод прокатки расплава позволяет получить хорошее качество обеих поверхностей ленты.

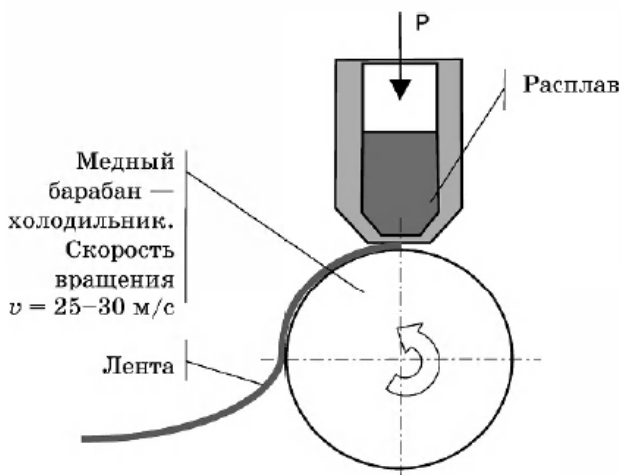


Рис. 17

Аморфные сплавы находятся в неравновесном состоянии: при нагреве в них может проходить кристаллизация. Поэтому для стабильной работы изделий из аморфных сплавов необходимо, чтобы их температура не превышала некоторой заданной для каждого сплава рабочей температуры.

### Задания к тексту «Аморфные металлические сплавы»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Одним из промышленных способов получения аморфных металлических лент является А) \_\_\_\_\_ (закалка) тонкой струи жидкого металла на внешней поверхности охлаждаемого вращающегося Б) \_\_\_\_\_ (рис. 17) или прокатка расплава между холодными вращающимися валками. Различие состоит в том, что в методе закалки на диске расплав В) \_\_\_\_\_ охлаждается со стороны, прилегающей к барабану. Метод прокатки расплава позволяет получить хорошее качество обеих поверхностей ленты. Аморфные сплавы находятся в Г) \_\_\_\_\_ неравновесном состоянии: при нагреве в них может проходить кристаллизация.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) барабан;
- 2) охлаждение;
- 3) быстрее;
- 4) медленнее;
- 5) неравновесном;
- 6) равновесном.



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Металлические стёкла:

1) имеют упорядоченную кристаллическую структуру и находятся в равновесном состоянии;

2) имеют неупорядоченную структуру и находятся в равновесном состоянии;

3) имеют упорядоченную кристаллическую структуру и находятся в неравновесном состоянии;

4) имеют неупорядоченную структуру и находятся в неравновесном состоянии.

3. При постепенном увеличении толщины струи расплава, подаваемой на вращающийся холодный барабан, рост микрокристаллов в первую очередь может начаться:

1) на прилегающей к барабану стороне ленты;

2) на внешней к барабану стороне ленты;

3) в средних слоях ленты;

4) по всей толщине ленты.

4. На рисунке представлены графики изменения температуры от времени для расплава, подаваемого на вращающийся барабан. Какой график соответствует образованию ленты в аморфном состоянии? Ответ поясните.

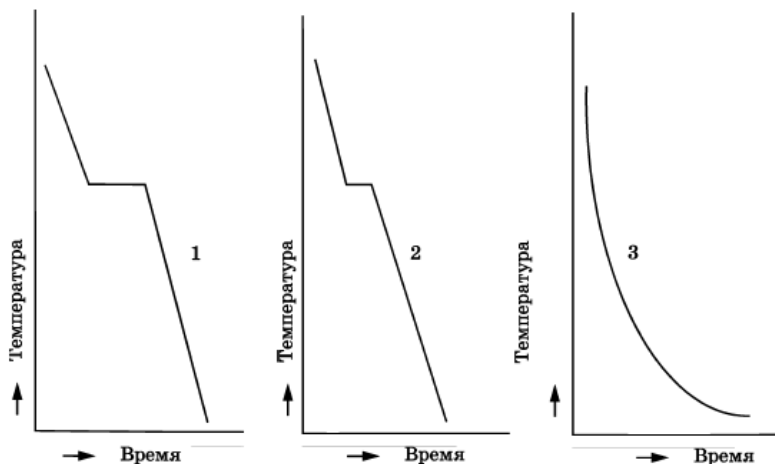


Рис. 18

- 1) только график 1;                      3) только график 3;  
2) только график 2;                      4) графики 1 и 2.

### 2.3. Тройная точка

Можно создать условия, при которых пар, жидкость и твёрдое состояние могут попарно существовать в равновесии. Могут ли находиться в равновесии все три состояния? Такая точка на диаграмме давление – температура существует, её называют тройной.

Если поместить в закрытый сосуд, в котором создан вакуум, при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  воду с плавающим льдом, то в свободное пространство начнут поступать водяные (и «ледяные») пары.

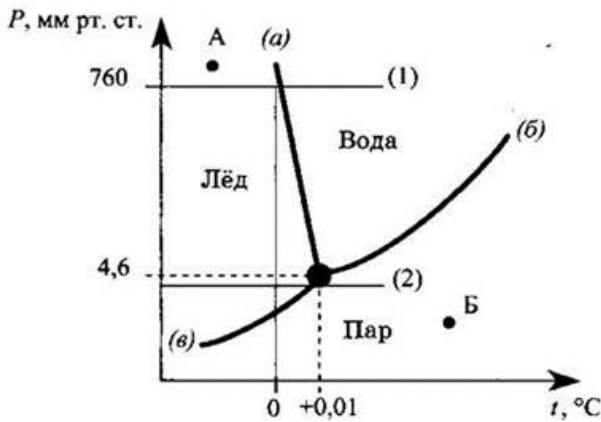


Рис. 19

При давлении 4,6 мм рт. ст. испарение прекратится, и наступит состояние насыщения. Теперь три фазы – лёд, вода и пар – будут в состоянии равновесия. Эта и есть тройная точка.

Соотношения между различными состояниями наглядно показывает диаграмма для воды, изображённая на рисунке 19.

Кривые на рисунке – это кривые равновесия между льдом и паром (кривая (в)), льдом и водой (кривая (а)), водой и паром (кривая (б)). По вертикали, как обычно, откладывается давление, по горизонтали – температура.

Три кривые пересекаются в тройной точке и делят диаграмму на три области: лёд, вода и водяной пар.

Диаграмма состояния позволяет дать ответ на вопрос, какое агрегатное состояние вещества достигается в равновесии при определённом давлении и определённой температуре.

Если в условия, соответствующие области «лёд» на графике, поместить воду или пар, то они станут льдом. Если для жидкости или твёрдого тела создать условия, соответствующие области «пар», то получится пар, а условия области «вода» приведут к тому, что пар будет конденсироваться, а лёд – плавиться.

Диаграмма существования фаз позволяет сразу же ответить на вопрос, что произойдет с веществом при нагревании или сжатии.

На рисунке 19 изображены две такие линии, одна из них (линия (1)) – это нагревание при нормальном давлении. Линия лежит выше тройной точки. Поэтому она пересечёт сначала кривую плавления, а затем, за пределами чертежа, и кривую испарения. Лёд при нормальном давлении расплавится при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а образовавшаяся вода закипит при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Иначе будет обстоять дело для льда, нагреваемого при очень небольшом давлении, скажем, чуть ниже  $4,6\text{ мм рт. ст.}$

Процесс нагревания изобразится линией, идущей ниже тройной точки. Кривые плавления и кипения не пересекаются этой линией. При таком незначительном давлении нагревание приведёт к непосредственному переходу льда в пар, твёрдое вещество будет прямо превращаться в пар.

### **Задания к тексту «Тройная точка»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Если поместить в закрытый сосуд, в котором создан вакуум, при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  воду с плавающим льдом,

то в свободное пространство начнут поступать А) \_\_\_\_\_ (и «ледяные») пары. При давлении 4,6 мм рт. ст. испарение прекратится, и наступит состояние Б) \_\_\_\_\_. Теперь три фазы – лёд, вода и пар – будут в состоянии В) \_\_\_\_\_. Эта и есть Г) \_\_\_\_\_ точка.

Список слов и словосочетаний:

- 1) равновесие;
- 2) водяные;
- 3) насыщения;
- 4) пресыщения;
- 5) неравновесия;
- 6) двойная;
- 7) тройная.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Тройной точкой воды называют такие значения температуры и давления, при которых вода находится одновременно:

- 1) только в жидком и газообразном состояниях;
- 2) только в твёрдом и газообразном состояниях;
- 3) только в жидком и твёрдом состояниях;
- 4) в твёрдом, жидком и газообразном состояниях.

3. Что произойдет со льдом при температуре и давлении, заданных точкой Б на диаграмме состояния воды?

- 1) Останется льдом;
- 2) превратится в пар;
- 3) превратится в жидкость;
- 4) превратится частично в пар, частично в жидкость.

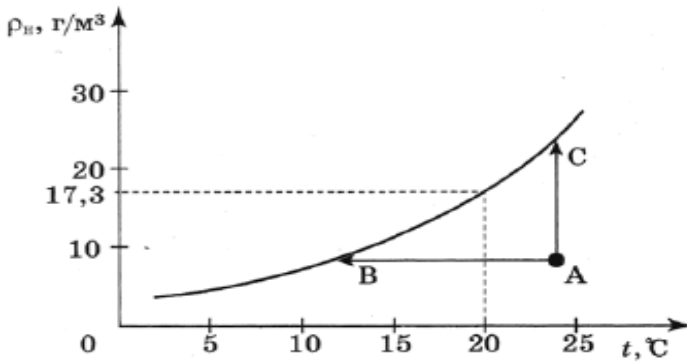
4. Какая (-ие) линия(-и) на диаграмме характеризует(-ют) процесс плавления? Ответ поясните.

## **2.4. Туман**

При определенных условиях водяные пары, находящиеся в воздухе, частично конденсируются, в результате чего и возникают водяные капельки тумана. Капельки воды имеют диаметр от 0,5 мкм до 100 мкм.

Возьмем сосуд, наполовину заполним водой и закроем крышкой. Наиболее быстрые молекулы воды, преодолев притяжение со стороны других молекул, выскакивают из воды и образуют пар над поверхностью воды. Этот процесс называется испарением воды. С другой стороны, молекулы водяного пара, сталкиваясь друг с другом и с другими молекулами воздуха, случайным образом могут оказаться у поверхности воды и перейти обратно в жидкость. Это конденсация пара. В конце концов, при данной температуре процессы испарения и конденсации взаимно компенсируются, то есть устанавливается состояние термодинамического равновесия. Водяной пар, находящийся в этом случае над поверхностью жидкости, называется насыщенным.

Если температуру повысить, то скорость испарения увеличивается и равновесие устанавливается при большей плотности водяного пара. Таким образом, плотность насыщенного пара возрастает с увеличением температуры (рис. 20).



Зависимость плотности насыщенного  
водяного пара от температуры

Рис. 20

Для возникновения тумана необходимо, чтобы пар стал не просто насыщенным, а пересыщенным. Водяной пар становится насыщенным (и пересыщенным) при достаточном охлаждении (процесс АВ) или в процессе дополнительного испарения воды (процесс АС). Соответственно, выпадающий туман называют туманом охлаждения и туманом испарения.

Второе условие, необходимое для образования тумана – это наличие ядер (центров) конденсации. Роль ядер могут играть ионы, мельчайшие капельки воды, пылинки, частички сажи и другие мелкие загрязнения. Чем больше загрязненность воздуха, тем большей плотностью отличаются туманы.

### Задания к тексту «Туман»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Возьмем сосуд, наполовину заполним водой и закроем крышкой. Наиболее быстрые молекулы воды, преодолев притяжение со стороны других молекул, выскакивают из воды и образуют пар над поверхностью воды. Этот процесс называется А) \_\_\_\_\_ воды. Молекулы водяного пара, сталкиваясь друг с другом и с другими молекулами воздуха, случайным образом могут оказаться у поверхности воды и перейти обратно в жидкость. Это Б) \_\_\_\_\_ пара. При данной температуре процессы испарения и конденсации взаимно компенсируются, то есть устанавливается состояние термодинамического В) \_\_\_\_\_. Водяной пар, находящийся в этом случае над поверхностью жидкости, называется Г) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) равновесие;
- 2) испарение;
- 3) неравновесие;
- 4) конденсация;
- 5) насыщенный;
- 6) ненасыщенный.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Из графика на рисунке видно, что при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  плотность насыщенного водяного пара равна  $17,3\text{ г/м}^3$ . Это означает, что при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

1) масса насыщенных паров воды в  $1\text{ м}^3$  составляет  $17,3\text{ г}$ ;

2) в  $17,3\text{ м}^3$  воздуха находится  $1\text{ г}$  насыщенного водяного пара;

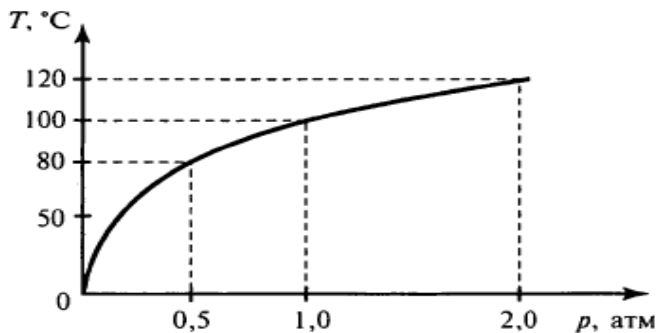


- 3) относительная влажность воздуха равна 17,3 %;  
4) плотность воздуха равна 17,3 г/м<sup>3</sup>;
3. При каком процессе, указанном на графике, можно наблюдать туман испарения?
- 1) Только АВ;  
2) только АС;  
3) АВ и АС;  
4) ни АВ, ни АС.
4. Какие туманы более плотные: в городе или горных районах? Ответ обоснуйте.
5. Можно ли наблюдать туман, если известно, что температура и давление воздуха не изменились? Ответ обоснуйте.

## 2.5. Гейзеры

Гейзеры располагаются вблизи действующих или недавно уснувших вулканов. Для извержения гейзеров необходима теплота, поступающая от вулканов.

Чтобы понять физику гейзеров, напомним, что температура кипения воды зависит от давления (рис. 21).



Зависимость температуры кипения воды от давления (1 атм  $\approx$  105Па)

Рис. 21

Представим себе 20-метровую гейзерную трубку, наполненную горячей водой. По мере увеличения глубины температура воды растет. Одновременно возрастает и давление – оно складывается из атмосферного давления и давления столба воды в трубке. При этом везде по длине трубки температура воды оказывается несколько ниже температуры кипения, соответствующей давлению на той или иной глубине. Теперь предположим, что по одному из боковых протоков в трубку поступила порция пара. Пар вошел в трубку и поднял воду до некоторого нового уровня, а часть воды вылилась из трубки в бассейн. При этом температура поднятой воды может оказаться выше температуры кипения при новом давлении, и вода немедленно закипает.

При кипении образуется пар, который еще выше поднимает воду, заставляя ее выливаться в бассейн. Давление на нижние слои воды уменьшается, так что закипает вся оставшаяся в трубке вода. В этот момент образуется большое количество пара; расширяясь, он с огромной скоростью устремляется вверх, выбрасывая остатки воды из трубки – происходит извержение гейзера.

Но вот и весь пар вышел, трубка постепенно вновь заполняется охладившейся водой. Время от времени внизу слышатся взрывы – это в трубку из боковых протоков попадают порции пара. Однако очередной выброс воды начнется только тогда, когда вода в трубке нагреется до температуры, близкой к температуре кипения.

**Задания к тексту  
«Гейзеры»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

20-метровая гейзерная трубка, наполнена горячей водой. По мере увеличения глубины температура воды А) \_\_\_\_\_. Так же Б) \_\_\_\_\_ и давление – оно складывается из атмосферного давления и давления столба воды в трубке. При этом везде по длине трубки температура воды оказывается несколько В) \_\_\_\_\_ температуры кипения, соответствующей давлению на той или иной глубине. Предположим, что по одному из боковых протоков в трубку поступила порция пара. Пар вошел в трубку и поднял воду до некоторого нового уровня, а часть воды вылилась из трубки в бассейн. При этом температура поднятой воды может оказаться Г) \_\_\_\_\_ температуры кипения при новом давлении, и вода немедленно закипает.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) ниже;
- 4) выше.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. В гейзерную трубку из бокового протока поступила порция пара. Над паром остался столб воды высотой 10 м. Вода на этой глубине находится при температуре 121 °С. Атмосферное давление  $10^5$  Па. При этом вода в трубке:

1) будет перемещаться вниз под действием атмосферного давления;

2) останется в равновесии, так как ее температура ниже температуры кипения;

3) быстро охладится, так как ее температура ниже температуры кипения на глубине 10 м;

4) закипит, так как ее температура выше температуры кипения при внешнем давлении  $2 \cdot 10^5$  Па.

3. В каком агрегатном состоянии находится вода при температуре 110 °С?

1) Только в твердом;

2) только в жидком;

3) только в газообразном;

4) ответ зависит от внешнего давления.

4. Какие утверждения справедливы?

А. Жидкость можно заставить закипеть, увеличивая внешнее давление при неизменной температуре.

Б. Жидкость можно заставить закипеть, увеличивая ее температуру при неизменном давлении.

1) только А;

2) только Б;

3) и А, и Б;

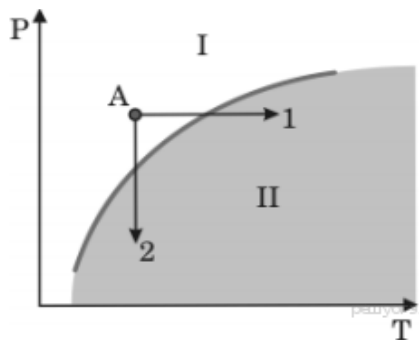
4) ни А, ни Б.

5. Закипит ли вода, находящаяся при температуре 90 °С, если внешнее давление понижается от  $10^5$  Па до  $5 \cdot 10^4$  Па? Ответ поясните.

6. Можно ли воду, имеющую температуру 80 °С, заставить кипеть, не нагревая ее? Ответ поясните.

## 2.6. Вулканы

Известно, что по мере спуска в недра Земли температура постепенно повышается. Это обстоятельство и сам факт извержения вулканами жидкой лавы невольно наталкивали на мысль, что на определенных глубинах вещество земного шара находится в расплавленном состоянии. Однако на самом деле все не так просто. Одновременно с повышением температуры растет давление в земных глубинах. А ведь чем больше давление, тем выше температура плавления (рис. 22).



Кривая плавления ( $P$  – давление,  $T$  – температура)

Рис. 22

Согласно современным представлениям большая часть земных недр сохраняет твердое состояние. Однако вещество астеносферы (оболочка Земли от 100 км до 300 км в глубину) находится в почти расплавленном состоянии. Так называют твердое состояние, которое легко переходит в жидкое (расплавленное) при небольшом повышении температуры (процесс 1) или понижении давления (процесс 2).

Источником первичных расплавов магмы является астеносфера. Если в каком-то районе снижается давление (например, при смещении участков литосферы), то твердое вещество астеносферы тотчас превращается в жидкий расплав, т.е. есть в магму.

Но какие физические причины приводят в действие механизм извержения вулкана?

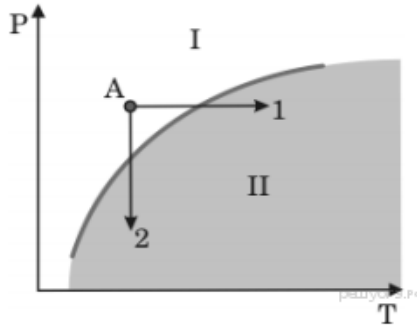
В магме наряду с парами воды содержатся различные газы (углекислый газ, хлористый и фтористый водород, оксиды серы, метан и другие). Концентрация растворенных газов соответствует внешнему давлению. В физике известен закон Генри: концентрация газа, растворенного в жидкости, пропорциональна его давлению над жидкостью. Теперь представим, что давление на глубине уменьшилось. Газы, растворенные в магме, переходят в газообразное состояние. Магма увеличивается в объеме, вспенивается и начинает подниматься вверх. По мере подъема магмы давление падает еще больше, поэтому процесс выделения газов усиливается, что, в свою очередь, приводит к ускорению подъема.

### Задания к тексту «Вулканы»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Известно, что по мере спуска в недра Земли температура постепенно А) \_\_\_\_\_. Это обстоятельство и сам факт извержения вулканами Б) \_\_\_\_\_ лавы невольно наталкивали на мысль, что на определенных глубинах вещество земного шара находится в расплавленном состоянии.

Однако на самом деле всё не так просто. Одновременно с повышением температуры растет давление в земных глубинах. А ведь чем больше давление, тем  $B$ ) \_\_\_\_\_ температура плавления (см. рис. 23).



Кривая плавления ( $P$  – давление,  $T$  – температура)

**Рис. 23**

Согласно современным представлениям большая часть земных недр сохраняет  $\Gamma$ ) \_\_\_\_\_ состояние. Однако вещество астеносферы (оболочка Земли от 100 км до 300 км в глубину) находится в почти расплавленном состоянии. Так называют твёрдое состояние, которое легко переходит в жидкое (расплавленное) при небольшом повышении температуры (процесс 1) или понижении давления (процесс 2).

Источником первичных расплавов магмы является  $D$ ) \_\_\_\_\_. Если в каком-то районе  $E$ ) \_\_\_\_\_ давление (например, при смещении участков литосферы), то  $Ж$ ) \_\_\_\_\_ вещество превращается в  $З$ ) \_\_\_\_\_ расплав, т.е. есть в магму.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) повышается;
- 2) понижается;

- 3) выше;
- 4) ниже;
- 5) газообразный;
- 6) жидкий;
- 7) твёрдый;
- 8) астеносфера.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З

2. В каких агрегатных состояниях находится вещество астеносферы в областях I и II на диаграмме (см. рисунок)?

- 1) I – в жидком, II – в твердом;
- 2) I – в твердом, II – в жидком;
- 3) I – в жидком, II – в жидком;
- 4) I – в твердом, II – в твердом.

3. Какая сила заставляет расплавленную вспенившуюся магму подниматься вверх?

- 1) сила тяжести;
- 2) сила упругости;
- 3) сила Архимеда;
- 4) сила трения.

4. Как быстро или медленно должен всплывать аквалангист из глубины на поверхность? Ответ поясните.

5. На глубине 200 м ниже уровня моря вода содержит примерно 1,5 % растворенного в ней воздуха. Возможно ли извлечь воздух из воды? Ответ поясните.



## **2.7. Лыжи**

Денис и Андрей увлекаются беговыми лыжами, но Андрей обычно опережает Дениса на дистанции. Денис объясняет это тем, что он крупнее и тяжелее Андрея, и поэтому лыжи под ним скользят по лыжне хуже, чем лыжи под Андреем (рис. 24).



**Рис. 24**

### **Задания к тексту «Лыжи»**

1. Согласны ли вы с тем, что лыжи под Денисом должны скользить хуже, чем лыжи под Андреем, при условии, что сами лыжи у ребят совершенно одинаковые? Выберите «Да» или «Нет» и объясните свой выбор.

2. Всё-таки ребята решили проверить, кто из них на своих лыжах скользит лучше. Для этого они выбрали два способа.

*Способ 1:* Они встают перед одной чертой на две соседние одинаковые лыжи и изо всех сил один раз толкаются палками. Кто дальше проедет в результате этого толчка, у того и лыжи скользят лучше.

*Способ 2:* Они просят своего друга Ваню некоторое время тянуть их по очереди по лыжне на крепкой строппе, на каких буксируют автомобили. Кого Ване будет тянуть труднее, под тем лыжи скользят хуже.

Какой из способов более надёжно покажет, кто из ребят на своих лыжах скользит лучше? Объясните свой выбор.

А) Способ 1;

Б) способ 2.

3. Каждый, кто катался на лыжах, знает, что у лыж иногда бывает отдача. Когда лыжник, делая очередной шаг на лыжне, отталкивается ногой, то лыжа, вместо того чтобы скользить вперед, проскальзывает назад, мешая лыжнику быстро бежать. Это и есть отдача. Для того чтобы уменьшить или даже совсем устранить отдачу, используют так называемую лыжную мазь держания. Ее наносят на лыжу в области максимального прогиба, как показано на рисунке 25.

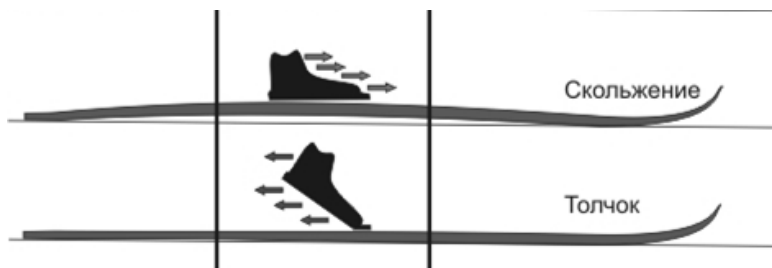


Рис. 25

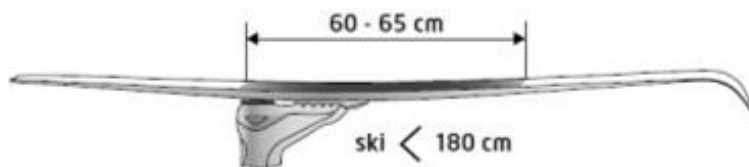


Рис. 26

Каково должно быть действие мази держания? Выберите один ответ.

А. Уменьшение трения между лыжей и снегом во время свободного скольжения лыжника по лыжне.

Б. Увеличение трения между лыжей и снегом во время свободного скольжения лыжника по лыжне.

В. Уменьшение трения между лыжей и снегом во время отталкивания от лыжни.

Г. Увеличение трения между лыжей и снегом во время отталкивания от лыжни.

## 2.8. Погружение

*Джеймс Кэмерон: «Без российской науки моё развитие как режиссёра и как исследователя было бы невозможно».*

26 марта 2012 года известный режиссер Джеймс Кэмерон, снявший такие фильмы, как «Терминатор», «Титаник» и «Аватар», совершил третье в истории человечества погружение в самую глубокую часть мирового океана – Марианскую впадину (Марианский жёлоб). Легендарный режиссёр стал первым человеком, кто совершил это погружение в одиночку. Ему удалось обследовать около полутора километров дна Бездны Челледжера. Кэмерон оставался на дне до тех

пор, пока у его аппарата Deepsea Challenger не отказал последний двигатель. О своих ощущениях Джеймс Кэмерон рассказал газете «Аргументы и Факты».

*«АиФ»:* Господин Кэмерон, какие ощущения вы испытывали, оказавшись в самой глубокой впадине мира?

Джеймс Кэмерон (Д.К.): Это сложно передать словами! Я чувствовал себя так, будто бы побывал на другой планете и вернулся обратно.

*«АиФ»:* А что вы пытаетесь найти или узнать, совершая глубоководные погружения, что вами движет?

Д.К.: В первую очередь любопытство естествоиспытателя! Несмотря на то что я не учёный, мною во многом движет научный интерес, желание увидеть то, чего раньше ни я, ни другие не видели. Иногда это удаётся. Например, со дна Марианской впадины удалось взять уникальные образцы грунта, запечатлеть морские организмы. И это здорово! Я чувствую себя настоящим первопроходцем!

*«АиФ»:* До вас никто на такой глубине не вёл съёмки в формате 3D. Что будете делать с отснятым материалом?

Д.К.: Действительно, всё время, что я провёл на дне, велись съёмки специальной камерой. Отснятый материал ляжет в основу документального фильма. Очень хочу, чтобы зрители всего мира увидели всё то, что видел я.

*«АиФ»:* Глубоководные погружения возникли в вашей жизни вместе с идеей снять фильм «Титаник»?

Д.К.: Когда я загорелся идеей погрузиться к обломкам «Титаника» – самый большой на момент постройки пароход, считавшийся непотопляемым,

затонул при столкновении с айсбергом 15 апреля 1912 года), меня уверяли, что это невозможно. Тогда судьба меня свела с российским учёным-океанографом Анатолием Сагалевичем. Его лаборатория, её техническое оснащение позволили мне осуществить свою мечту. Без российской науки моё развитие как режиссёра и как исследователя было бы невозможно. Я почти 9 месяцев провёл на судне «Академик Мстислав Келдыш», совершив более 50 погружений на глубину от двух до пяти километров. Из них более 30 погружений – к обломкам «Титаника» (Съёмки, выполненные в это время, вошли в художественный фильм «Титаник» и четыре документальных фильма).

*«АиФ»:* Собираетесь ли вы и дальше исследовать океанское дно и нет ли желания попробовать себя в других видах экстрима?

*Д.К.:* У меня нет задачи получить острые ощущения. Я, например, никогда не думал о том, чтобы прыгнуть с парашютом или увлечься гоночным спортом.

Это всё неоправданные риски. Они ничего не дают, кроме ощущений, не открывают для тебя ничего нового. Погружаясь в батискафах (самоходный аппарат для глубоководных исследований), я рискую, но это просчитанный и обоснованный риск. Попусту рисковать собой я не имею права. Всё-таки у меня 5 детей. Надеюсь, мой опыт подтолкнёт и других. Нам нужно понимать природу океана, чтобы его не погубить. А сейчас мы его губим! Относимся к нему как к источнику продовольствия и помойке одновременно.



Рис. 27

### Задания к тексту «Погружение»

1. На какую максимальную глубину погружался Джеймс Кэмерон с корабля «Академик Мстислав Келдыш»? Запишите ответ в числовом виде.

Ответ: \_\_\_\_\_ км.

2. Какая из целей Джеймса Кэмерона при погружении в Марианскую впадину была целью режиссера, а не учёного? Выпишите из текста интервью предложение, где он её называет.

3. В интервью Джеймс Кэмерон говорит о том, что в погружениях им движет прежде всего научный ин-

терес. Какой факт подтверждает это? Отметьте ОДИН правильный ответ.

А) Погружение Кэмерона на дно Марианской впадины было одиночным;

Б) Кэмерон использовал снятый на глубине материал в документальных фильмах;

В) В Марианской впадине Кэмерон собирал образцы, пока не отказали все двигатели;

Г) Дж. Кэмерону помогал российский учёный-океанограф Анатолий Сагалевич.

4. Почему Джеймс Кэмерон считает прыжки с парашютом и гоночный спорт неоправданным риском?

5. Джеймс Кэмерон говорит: «Надеюсь, мой опыт подтолкнёт и других».

Отметьте ОДИН ответ, который лучше всего поясняет смысл этой фразы.

А) И другие люди будут интересоваться затонувшими кораблями;

Б) Другие люди будут совершать глубоководные погружения;

В) Другие люди продолжают исследовать мировой океан;

Г) Другие люди не будут попусту рисковать собой.

6. На какой глубине начинается зона абсолютной темноты? Запишите ответ в числовом виде.

На глубине более \_\_\_\_\_ м.

7. Что показывает самый маленький квадрат, на который указывает стрелка, в левом верхнем углу карты?

8. Что показывает самый маленький квадрат, на который указывает стрелка, в левом верхнем углу карты?

Артём: «Бездна Челленджера – это один из участков Марианской впадины. Посмотри на карту вверху».

Инна: «А я думаю, что Бездна Челленджера – это просто другое название».

Марианского жёлоба. Посмотри на схему внизу». Кто из ребят прав? Объясните свой ответ.

9. На схеме указано: «Рисунки не в масштабе», однако соотношение некоторых объектов и величин на ней соответствует реальности. Верно ли передано соотношение? В каждой строке данной ниже таблицы обведите ответ «Верно» или «Неверно».

Таблица 3 — Соотношение объектов и величин

Утверждение	Верно ли на схеме передано соотношение?	
А) Размеры аппарата Deepsea Challenger и человека внутри него	Верно	Неверно
Б) Размеры корабля на поверхности океана и размеры Марианской впадины	Верно	Неверно
В) Глубина погружения кита и глубина Марианской впадины	Верно	Неверно
Г) Длина кита и ширина Марианской впадины	Верно	Неверно

10. В интервью Дж. Кэмерон выступает против загрязнения океана. В чём его собственное погружение неизбежно будет расходиться с этим принципом?

## 2.9. Флотация

Чистая руда почти никогда не встречается в природе. Почти всегда полезное ископаемое перемешано с «пустой», ненужной горной породой. Процесс отде-



ления пустой породы от полезного ископаемого называют обогащением руды.

Одним из способов обогащения руды, основанным на явлении смачивания, является флотация. Сущность флотации состоит в следующем. Раздробленная в мелкий порошок руда взбалтывается в воде. Туда же добавляется небольшое количество вещества, обладающего способностью смачивать одну из подлежащих разделению частей, например крупницы полезного ископаемого, и не смачивать другую часть — крупницы пустой породы. Кроме того, добавляемое вещество не должно растворяться в воде. При этом вода не будет смачивать поверхность крупницы руды, покрытую слоем добавки. Обычно применяют какое-нибудь масло.

В результате перемешивания крупницы полезного ископаемого обволакиваются тонкой пленкой масла, а крупницы пустой породы остаются свободными. В получившуюся смесь очень мелкими порциями вдувают воздух. Пузырьки воздуха, пришедшие в соприкосновение с крупницей полезной породы, покрытой слоем масла и потому не смачиваемой водой, прилипают к ней. Это происходит потому, что тонкая пленка воды между пузырьками воздуха и не смачиваемой ею поверхностью крупницы стремится уменьшить свою площадь, подобно капле воды на промасленной бумаге, и обнажает поверхность крупницы.

Крупницы полезной руды с пузырьками воздуха поднимаются вверх, а крупницы пустой породы опускаются вниз. Таким образом происходит более или менее полное отделение пустой породы и получается так называемый концентрат, богатый полезной рудой.

**Задания к тексту**  
**«Флотация»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Одним из способов обогащения А) \_\_\_\_\_, основанным на явлении смачивания, является Б) \_\_\_\_\_. Сущность состоит в следующем. Раздробленная в мелкий порошок руда взбалтывается в воде. Туда же добавляется небольшое количество вещества, обладающего способностью смачивать одну из подлежащих разделению частей, например крупички полезного ископаемого, и не смачивать другую часть – крупички пустой породы. Кроме того, добавляемое вещество В) \_\_\_\_\_ растворяться в воде. При этом вода не будет смачивать поверхность крупички руды, покрытую слоем добавки. Обычно применяют какое-нибудь масло.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) флотация;
- 2) руда;
- 3) должно;
- 4) не должно;
- 5) вода.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Что такое флотация?

1) Способ обогащения руды, в основе которого лежит явление плавания тел;

2) плавание тел в жидкости;

3) способ обогащения руды, в основе которого лежит явление смачивания;

4) способ получения полезных ископаемых.

3. Почему крупницы полезной руды с пузырьками воздуха поднимаются вверх из смеси воды и руды?

1) На них действует выталкивающая сила, меньшая, чем сила тяжести;

2) на них действует выталкивающая сила, большая или равная силе тяжести;

3) действующая на них сила тяжести уменьшается;

4) на них действует сила поверхностного натяжения слоя воды между масляной пленкой и пузырьком воздуха.

4. Можно ли, используя флотацию, сделать так, чтобы пустая порода всплывала вверх, а крупницы руды оседали на дно? Ответ поясните.

## **2.10. Как замерзают растворы**

Если охладить раствор какой-либо соли в воде, то обнаружится, что температура кристаллизации понизилась. Кристаллики появятся в жидкости лишь при температуре на несколько градусов ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Температура кристаллизации зависит от концентрации раствора. Она тем ниже, чем выше концентрация раствора. Например, при растворении 45 кг поваренной соли в  $1\text{ м}^3$  воды температура кристаллизации уменьшается до  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Самую низкую температуру

имеет насыщенный раствор, т. е. раствор, содержащий максимально возможное количество растворённой соли. При этом уменьшение температуры достаточно существенное. Так, насыщенный раствор поваренной соли в воде кристаллизуется при температуре  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а насыщенный раствор хлористого кальция – при температуре  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Рассмотрим, как идёт процесс кристаллизации. После того как в растворе появятся первые кристаллики льда, концентрация раствора повысится. Возрастет относительное число молекул соли, увеличатся помехи процессу кристаллизации воды, и температура кристаллизации понизится. Если дальше не понижать температуру, то кристаллизация остановится. При дальнейшем понижении температуры кристаллики воды продолжают образовываться, и раствор станет насыщенным. Дальнейшее обогащение раствора растворённым веществом (солью) становится невозможным, и раствор застывает сразу. Если рассмотреть замёрзшую смесь в микроскоп, то можно увидеть, что она состоит из кристалликов льда и кристалликов соли.

Таким образом, раствор замерзает не так, как простая жидкость. Процесс замерзания растягивается на большой температурный интервал.

Если посыпать лёд солью, то лёд начнёт таять. Конечно, это будет иметь место, если температура замерзания насыщенного раствора соли ниже температуры воздуха. При этом лёд будет плавиться, а соль – растворяться в образовавшейся воде. Процесс плавления требует энергии, которую лёд потребляет из окружающего воздуха. В результате температура воздуха понижается.

**Задания к тексту**  
**«Как замерзают растворы»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Рассмотрим, как идёт процесс кристаллизации. После того как в растворе появятся первые кристаллики льда, концентрация раствора А) \_\_\_\_\_. Возрастёт относительное число молекул соли, увеличатся помехи процессу кристаллизации воды, и температура кристаллизации Б) \_\_\_\_\_. Если дальше не понижать температуру, то кристаллизация остановится. При дальнейшем понижении температуры кристаллики воды продолжают образовываться, и раствор станет В) \_\_\_\_\_. Дальнейшее обогащение раствора растворённым веществом (солью) становится невозможным, и раствор застывает сразу. Если рассмотреть замёрзшую смесь в микроскоп, то можно увидеть, что она состоит из кристалликов льда и кристалликов соли.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) понизится;
- 2) повысится;
- 3) ненасыщенный;
- 4) насыщенный.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Температура кристаллизации раствора соли в воде:

- 1) ниже температуры кристаллизации воды;
- 2) равна температуре кристаллизации воды;
- 3) зависит от температуры окружающего воздуха;
- 4) выше температуры кристаллизации воды.

3. Пользуясь текстом, выберите из приведенных ниже утверждений верное утверждение и укажите его номер.

1) Температура кристаллизации раствора соли в воде не зависит от химического состава соли.

2) Насыщенный раствор соли имеет самую низкую температуру кристаллизации.

3) Замерзший раствор соли состоит только из кристалликов соли.

4) Процесс плавления льда не требует затрат энергии извне.

4. Что произойдет с процессом кристаллизации воды в растворе, если не понижать температуру раствора? Ответ поясните.

## **2.11. Охлаждающие смеси**

Возьмём в руки кусок сахара и коснёмся им поверхности кипятка. Кипяток втянется в сахар и дойдёт до наших пальцев. Однако мы не почувствуем ожога, как почувствовали бы, если бы вместо сахара был кусок ваты. Это наблюдение показывает, что растворение сахара сопровождается охлаждением раствора. Если бы мы хотели сохранить температуру раствора неизменной, то должны были бы подводить к раствору энергию. Отсюда следует, что при растворении сахара

внутренняя энергия системы «сахар – вода» увеличивается.

То же самое происходит при растворении большинства других кристаллических веществ. Во всех подобных случаях внутренняя энергия раствора больше, чем внутренняя энергия кристалла и растворителя при той же температуре, взятых в отдельности.

В примере с сахаром необходимое для его растворения количество теплоты отдаёт кипяток, охлаждение которого заметно даже по непосредственному ощущению.

Если растворение происходит в воде при комнатной температуре, то температура получившейся смеси в некоторых случаях может оказаться даже ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , хотя смесь и остаётся жидкой, поскольку температура застывания раствора может быть значительно ниже нуля. Этот эффект используют для получения сильно охлажденных смесей из снега и различных солей.

Снег, начиная таять при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , превращается в воду, в которой растворяется соль; несмотря на понижение температуры, сопровождающее растворение, получившаяся смесь не затвердевает. Снег, смешанный с этим раствором, продолжает таять, забирая энергию от раствора и, соответственно, охлаждая его. Процесс может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнута температура замерзания полученного раствора. Смесь снега и поваренной соли в отношении 2 : 1 позволяет, таким образом, получить охлаждение до  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; смесь снега с хлористым кальцием ( $\text{CaCl}_2$ ) в отношении 7 : 10 до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Задания к тексту**  
**«Охлаждающие смеси»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Снег, начиная таять при А) \_\_\_\_\_, превращается в воду, в которой растворяется соль; несмотря на Б) \_\_\_\_\_ температуры, сопровождающее растворение, получившаяся смесь В) \_\_\_\_\_. Снег, смешанный с этим раствором, продолжает таять, забирая энергию от раствора и, соответственно, охлаждая его. Процесс может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнута Г) \_\_\_\_\_ заморозания полученного раствора.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1)  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 2)  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) понижение;
- 4) повышение;
- 5) затвердевает;
- 6) не затвердевает;
- 7) температура.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Внутренняя энергия раствора по сравнению с суммой внутренней энергии кристалла и растворителя при той же температуре в большинстве случаев:

- 1) больше;
- 2) меньше;



- 3) такая же;
- 4) пренебрежимо мала.

3. Где ноги будут мерзнуть меньше: на заснеженном тротуаре или на таком же тротуаре, посыпанном солью, при такой же температуре?

- 1) на заснеженном тротуаре;
- 2) на тротуаре, посыпанном солью;
- 3) одинаково на заснеженном тротуаре и на тротуаре, посыпанном солью;
- 4) ответ зависит от атмосферного давления.

4. Во что лучше поместить ёмкость с мороженым при его приготовлении для наилучшего охлаждения: в чистый лёд или смесь льда и соли? Ответ поясните.

## 2.12. Теплопроводность веществ

Теплопроводность материалов количественно характеризуют, измеряя энергию, передаваемую за секунду от одного слоя единичной толщины к другому через площадку заданного размера при перепаде температур между слоями в  $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ K}$ .

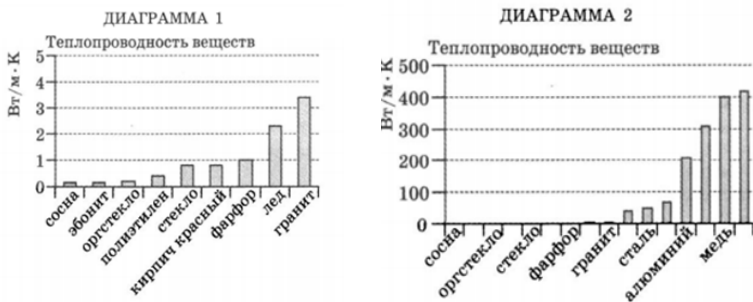


Рис. 28

Если взять пластину толщиной 1 мм и площадью  $10 \text{ см}^2$  и создать перепад температур по разные стороны пластины, равный  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ , то, измеряя количество энергии  $Q$ , передаваемое с одной стороны на другую за время 1 с, можно измерить так называемый коэффициент теплопроводности, характеризующий материал пластины. Наоборот, можно измерять время, которое требуется для передачи заданного количества энергии, например 1 Дж, с одной стороны пластины на другую. Чем короче это время, тем больше будет коэффициент теплопроводности, тем лучше теплопроводность материала.

Коэффициенты теплопроводности некоторых веществ приведены на диаграммах 1 и 2.

Хорошую теплопроводность веществ отражают термином – «вещество с хорошей теплопроводностью», плохую теплопроводность – термином «хороший теплоизолятор».

Среди твердых веществ к первому типу можно отнести многие металлы, среди которых рекордсменам являются медь и серебро. Теплопроводность меди  $400 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$  означает, например, что через пластину толщиной 1 мм и размерами примерно  $3 \times 3 \text{ см}$  за секунду может быть передано 400 Дж энергии, что достаточно для нагревания 100 г воды примерно на  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Через алюминиевую пластину такого же размера такое количество энергии будет передаваться примерно в 2 раза медленнее.

### **Задания к тексту «Теплопроводность веществ»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Если взять пластину толщиной 1 мм и площадью  $10 \text{ см}^2$  и создать перепад температур по разные стороны пластины, равный  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ , то, измеряя А) \_\_\_\_\_, передаваемое с одной стороны на другую за время 1 с., можно измерить так называемый Б) \_\_\_\_\_, характеризующий материал пластины. Наоборот, можно измерять В) \_\_\_\_\_, которое требуется для передачи заданного количества энергии, например 1 Дж, с одной стороны пластины на другую. Чем короче это время, тем Г) \_\_\_\_\_ будет коэффициент теплопроводности, тем лучше теплопроводность материала.

Список слов и словосочетаний:

- 1) больше;
- 2) меньше;
- 3) коэффициент теплопроводности;
- 4) время;
- 5) количество энергии Q.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Имеются две тонкие пластинки одинаковой площади из разных материалов. Если коэффициент теплопроводности материала первой пластинки в 2 раза выше, то для нее количество энергии, передаваемой за 1 секунду с одной стороны на другую:

- 1) будет в 2 раза больше, чем для второй;
- 2) будет в 2 раза меньше, чем для второй;
- 3) будет такой же, как и для второй;

4) может быть и больше и меньше, чем для второй, в зависимости от формы пластин (квадратная, круглая и т.д.).

3. Во сколько раз коэффициент теплопроводности для меди больше, чем для фарфора?

- 1) 40;
- 2) 100;
- 3) 200;
- 4) 400.

4. Используя диаграммы, поясните, почему чайник для кипячения воды делают чаще всего из металла, а чайник для заварки – из фарфора.

### **2.13. Парниковый эффект**

Для определения температуры нагреваемого Солнцем объекта важно знать его расстояние от Солнца. Чем ближе планета Солнечной системы к Солнцу, тем выше её средняя температура. Для объекта, удалённого от Солнца как Земля, значение средней температуры на поверхности должно быть примерно равным  $-15^{\circ}\text{C}$ .

В действительности климат Земли значительно более мягкий. Её средняя температура на поверхности составляет около  $18^{\circ}\text{C}$  за счёт так называемого парникового эффекта.

Эффект «парника» известен всем, имевшим дело с этим незамысловатым огородным сооружением. В атмосфере он выглядит так. Часть видимого излучения Солнца, не отразившаяся от облаков, проходит через атмосферу, исполняющую роль стекла или пленки, и нагревает земную поверхность. Нагретая поверхность остывает, испуская тепловое излучение, но это

уже другое излучение – инфракрасное. Атмосфера поглощает восходящий от поверхности планеты поток инфракрасного излучения, нагревается и, в свою очередь, нагревает поверхность Земли.

Пары воды поглощают около 62 % инфракрасного излучения, что способствует нагреву нижних слоёв атмосферы. За водяным паром в списке парниковых газов следует углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), поглощающий в прозрачном воздухе 22 % инфракрасного излучения Земли. То есть водяные пары поглощают большую часть инфракрасного излучения.

### **Задания к тексту «Парниковый эффект»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для определения температуры нагреваемого Солнцем объекта важно знать его А) \_\_\_\_\_ от Солнца. Чем ближе планета Солнечной системы к Солнцу, тем Б) \_\_\_\_\_ её средняя температура. Для объекта, удалённого от Солнца как Земля, значение средней температуры на поверхности должно быть примерно равным  $-15^\circ\text{C}$ .

В действительности климат Земли значительно более мягкий. Её средняя температура на поверхности составляет около  $18^\circ\text{C}$  за счёт так называемого В) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) парниковый эффект;
- 2) расстояние;
- 3) ниже;
- 4) выше.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Благодаря парниковому эффекту:

1) в холодную пасмурную погоду шерстяная одежда предохраняет тело человека от переохлаждения;

2) чай в термосе остаётся длительное время горячим;

3) солнечные лучи, прошедшие через застеклённые окна, нагревают воздух в комнате;

4) в летний солнечный день температура воды в водоёмах ниже температуры песка на берегу.

3. Выберите верное утверждение.

1) В нижних слоях атмосферы преобладает азот (78%), поэтому он играет наибольшую роль в парниковом эффекте;

2) Атмосфера поглощает инфракрасное излучение значительно в меньшей степени по сравнению с видимым излучением;

3) Основную роль в парниковом эффекте играют водяные пары, так как они поглощают большую часть инфракрасного излучения;

4) Средняя температура у поверхности планеты зависит только от удалённости планеты от Солнца.

4. Рядученных считают, что деятельность человека (использование автомобильного транспорта, развитие промышленности) может привести к глобальному потеплению (изменению среднегодовой температуры на Земле). На чем основан этот вывод?

5. В таблице представлены планеты земной группы в Солнечной системе в порядке удаления их от Солнца и данные об атмосфере и температурах у поверхности планет.

Таблица 4 – Планеты земной группы в Солнечной системе

Планета	Средняя дневная температура поверхности, °С	Атмосфера	
		атмосферное давление у поверхности, атм	состав атмосферы
Меркурий	430	0	–
Венера	465	90	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O
Земля	18	1	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , Ar, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O
Марс	– 40	0,006	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , Ar

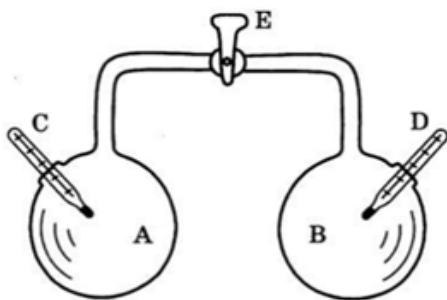
1) Как влияет удаление планет от Солнца на среднюю температуру у поверхности планеты? Ответ поясните.

2) Влияет ли (и если влияет, то как) наличие плотной атмосферы на среднюю температуру у поверхности планеты? Ответ поясните.

## 2.14. Закон эквивалентности работы и тепла

В 1807 году физик Ж. Гей-Люссак, изучавший свойства газов, поставил простой опыт. Давно было известно, что сжатый газ, расширяясь, охлаждается. Гей-Люссак заставил газ расширяться в пустоту – в со-

суд, воздух из которого был предварительно откачан (рис. 29). К его удивлению, никакого понижения температуры не произошло, температура газа не изменилась. Исследователь не мог объяснить результат: почему один и тот же газ, одинаково сжатый, расширяясь, охлаждается, если его выпускать прямо наружу в атмосферу, и не охлаждается, если его выпускать в пустой сосуд, где давление равно нулю?



Опыт Гей – Люссака

Рис. 29

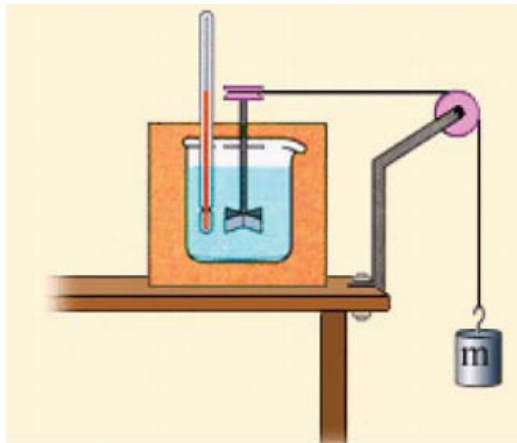
В стеклянном двенадцатилитровом баллоне А находится воздух, из такого же баллона В воздух выкачан. С и D – чувствительные термометры. После открытия крана Е воздух перетекает в баллон В, пока в обоих баллонах не установится одинаковое давление.

Объяснить опыт удалось немецкому врачу Роберту Майеру. У Майера возникла мысль, что работа и теплота могут превращаться одна в другую. Эта замечательная идея сразу дала возможность Майеру сделать ясным загадочный результат в опыте Гей-Люссака: если теплота и работа взаимно превращаются, то при расширении газа в пустоту, когда он не совершает



никакой работы, так как нет никакой силы (давления), противодействующей увеличению его объёма, газ и не должен охлаждаться. Если же при расширении газа ему приходится совершать работу против внешнего давления, его температура должна понижаться. Даром работу получить нельзя!

Замечательный результат Майера был много раз подтверждён прямыми измерениями; особое значение имели опыты Джоуля, который измерял количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости вращающейся в ней мешалкой (рис. 30). Одновременно измерялись и работа, затраченная на вращение мешалки, и количество теплоты, полученное жидкостью. Как ни менялись условия опыта (брались разные жидкости, разные сосуды и мешалки), результат был один и тот же: всегда из одной и той же работы получалось одно и то же количество теплоты.



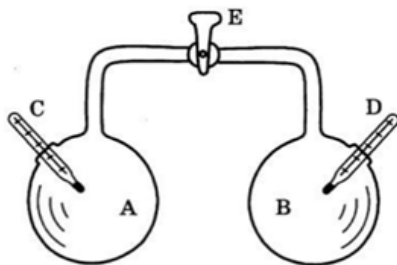
Упрощённая схема опыта Джоуля по определению механического эквивалента теплоты

**Рис. 30**

**Задания к тексту**  
**«Закон эквивалентности работы**  
**и тепла»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В 1807 году физик Ж. Гей-Люссак, изучавший свойства газов, поставил простой опыт. Давно было известно, что сжатый газ, расширяясь, охлаждается. Гей-Люссак заставил газ расширяться в пустоту – в сосуд, воздух из которого был предварительно откачан (рис. 31). К его удивлению, никакого А) \_\_\_\_\_ температуры не произошло, температура газа Б) \_\_\_\_\_. Исследователь не мог объяснить результат: почему один и тот же газ, одинаково сжатый, расширяясь, охлаждается, если его выпускать прямо наружу в атмосферу, и не охлаждается, если его выпускать в пустой сосуд, где В) \_\_\_\_\_ равно нулю?



Опыт Гей – Люссака

**Рис. 31**

В стеклянном двенадцатилитровом баллоне А находится воздух, из такого же баллона В воздух выкачан. С и D – чувствительные Г) \_\_\_\_\_.

После открытия крана Е воздух перетекает в баллон В, пока в обоих баллонах не установится одинаковое Д) \_\_\_\_\_.

Список слов и словосочетаний:

- 1) повышение;
- 2) понижение;
- 3) не изменилась;
- 4) давление;
- 5) термометры;
- 6) температура.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. В опыте Ж. Гей-Люссака газ, расширяющийся в пустой сосуд, не охлаждается, потому что:

- 1) теплота в этом процессе полностью превращалась в работу;
- 2) газ совершал работу против атмосферного давления;
- 3) теплота в этом процессе полностью поглощалась сосудом;
- 4) газ не совершал работы, т.к. давление в сосуде равно нулю.

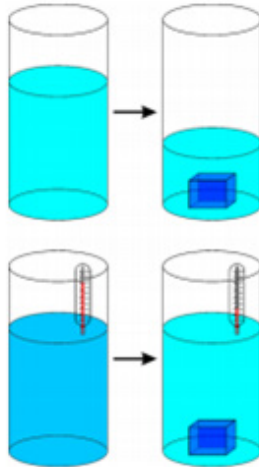
3. В опытах Джоуля внутренняя энергия жидкости увеличивается благодаря:

- 1) теплопередаче с окружающей средой;
- 2) теплопередаче с вращающейся мешалкой;
- 3) совершению работы над жидкостью;
- 4) совершению работы самой жидкостью.

4. В одном из опытов Джоуля перемешивалось 7 кг воды. Мешалка приводилась в движение двумя грузами по 14 кг каждый, которые опускались на 2 м по вертикали. Затем Джоуль поднимал грузы вверх и повторял опыт. Как изменится температура воды при 10-кратном повторении опыта? Ответ поясните.

## 2.15. Рост кристаллов

Кристаллы зарождаются в насыщенном растворе. Чтобы кристалл начал расти, раствор необходимо вывести из равновесия, увеличив в нем долю растворенного вещества. Так происходит, например, когда жидкость из насыщенного раствора испаряется (рис. 32) или когда горячий раствор охлаждают.



Схематичное изображение роста кристалла из насыщенного раствора испарением растворителя (вверху) и охлаждением раствора (внизу)

Рис. 32

Восьмиклассники выращивали кристаллы из раствора поваренной соли в разных условиях (таблица 5). Их интересовало, в каких условиях кристаллы растут быстрее. Во всех опытах ребята использовали одинаковые емкости, наливали в эти емкости одинаковое количество раствора поваренной соли, содержание соли в растворе было одинаковым.

**Таблица 5 – Результаты опытов по выращиванию кристаллов поваренной соли**

Серия опытов	Кол-во опытов	Условия, в которых выращивались кристаллы	Средняя масса кристалла на 5-й день, мг
А	5	Температура 20 °С, влажность воздуха 30 %, очищенная вода	1630
Б	5	Температура 20 °С, влажность воздуха 30 %, вода с примесями солей жесткости	560
В	5	Температура 20 °С, влажность воздуха 90%, очищенная вода	920
Г	5	Температура 20 °С, влажность воздуха 90%, вода с примесями солей жесткости	380
Д	5	Температура 20 °С, влажность воздуха 30 %, вода с органическими примесями	610

**Задания к тексту  
«Рост кристаллов»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Кристаллы зарождаются в А) \_\_\_\_\_ растворе. Чтобы кристалл начал расти, раствор необходимо вывести из равновесия, Б) \_\_\_\_\_ в нем долю растворенного вещества. Так происходит, например, когда жидкость из В) \_\_\_\_\_ раствора испаряется или когда горячий раствор охлаждают.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) ненасыщенный;
- 2) насыщенный;
- 3) увеличивается;
- 4) уменьшается.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Какую серию опытов (А, Б, В, Г или Д; см. таблицу 5) следует считать контрольной?

- 1) А;
- 2) Б;
- 3) В;
- 4) Г;
- 5) Д.

3. Подтвердились ли следующие предположения в результатах опытов, представленные в таблице ниже? Для каждого предположения обведите ответ «да» или «нет».

**Таблица 6 – Результаты опытов**

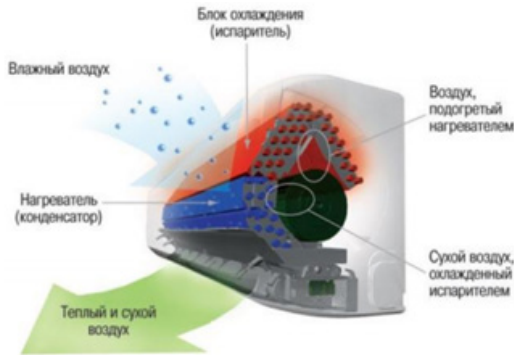
Предположение	Ответ	
1) При высокой влажности воздуха кристаллы поваренной соли растут медленнее	да	нет
2) Соли жесткости, содержащиеся в воде, влияют на рост кристаллов	да	нет
3) Количество поваренной соли в растворе влияет на скорость роста кристаллов	да	нет
4) Наличие в воде любых примесей тормозит рост кристаллов	да	нет

4. Объясните, с какой целью в каждой серии опытов вычислялась средняя масса пяти кристаллов, выращенных в одинаковых условиях.

5. Для продолжения исследования учащиеся планируют провести эти же опыты при другой температуре воздуха в помещении. Объясните, что ребята хотят таким образом проверить.

## **2.16. Климатические комбайны**

Большинство кондиционеров не производят холод, а просто отводят тепло от одной среды к другой, остужая тем самым первую. Первой средой обычно является комнатный воздух, а второй – уличный. В кондиционер с функцией увлажнения вода поступает с улицы через наружный блок в виде конденсата и испаряется в помещении, где установлен прибор (рис. 33). Увлажненный воздух равномерно распределяется по комнате, и не нужно постоянно подливать воду. При использовании отдельного увлажнителя воздуха воду приходится подливать в систему пару раз в день.



Устройство кондиционера с увлажнителем воздуха

Рис. 33

### Задания к тексту «Климатические комбайны»

1. Для каждого из данных ниже примеров обведите ответ «да», если получившееся утверждение верно, или ответ «нет», если утверждение неверно.

В комнате Максима у кондиционера с увлажнителем воздуха выставлен режим увлажнения 60 % при температуре 23 °С. Если Максим установит на кондиционере более высокую температуру, то для достижения такого значения влажности в комнате потребуется (табл. 7).

Таблица 7 – Значение влажности

Предположение	Ответ	
1) испарить большее количество жидкости	да	нет
2) испарить меньшее количество жидкости	да	нет
3) больше времени	да	нет
4) меньше времени	да	нет



2. В кладовой с кондиционером стоит ящик яблок. Как нужно изменить значения температуры и влажности воздуха в кладовой, чтобы дольше сохранить яблоки свежими при условии, что изначально выставлен режим увлажнения 60 %?

А) Температуру повысить и влажность воздуха увеличить до 100 %;

Б) температуру повысить и влажность воздуха уменьшить до 30 %;

В) температуру понизить и влажность воздуха уменьшить до 30 %;

Г) температуру понизить и влажность воздуха увеличить до 100 %.

3. Любой кондиционер может быть использован и для нагревания помещения осенью или весной. В таком режиме работы функции внутреннего и наружного блоков меняются местами. Что тогда происходит в наружном блоке?

А) Нагревание всасываемого холодного воздуха;

Б) нагревание всасываемого теплого воздуха;

В) охлаждение всасываемого холодного воздуха;

Г) охлаждение всасываемого теплого воздуха.

4. Нормой влажности в квартире для ребенка считается 50–60 %. Известный детский врач Евгений Комаровский настаивает на большем: 60 % влажности он называет нормой для здорового ребенка и 70 % рекомендует для ребенка, подхватившего инфекцию (чем выше влажность воздуха, тем меньше пересыхают слизистые оболочки). Катя измеряла влажность воздуха в комнате в течение дня (температура  $T_1$  на улице в течение дня менялась) при разных режимах работы кондиционера (температура  $T_2$ ), записывая результаты в таблицу (табл. 8).

**Таблица 8 – Влажность воздуха при температурах  $T_1$  на улице и  $T_2$  в комнате, %**

$T_1, T_2$	16 °C	18 °C	20 °C	22 °C	24 °C	26 °C	28 °C
14 °C	89	79	70	62	52	50	44
18 °C	100	100	89	79	71	63	57

При каких значениях температур на улице и в комнате Катя будет находиться в нормальных условиях в соответствии с рекомендациями врача, если она здорова?

*Ответ:*

$T_1$	$T_2$

5. Кондиционеры различаются по мощности охлаждения. Поэтому при их установке необходимо сделать правильный выбор, чтобы с одной стороны степень охлаждения была достаточной даже в жаркую погоду, а с другой – она не должна быть чрезмерной, чтобы не простудиться. Какие факторы можно не учитывать при выборе кондиционера в определенное помещение?

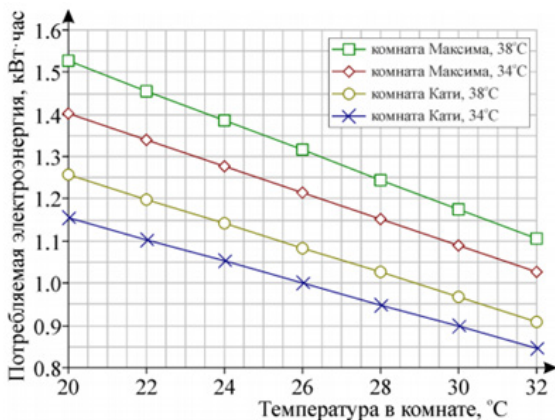
- А) Объем воздуха в помещении;
- Б) количество растений в помещении;
- В) количество работающих электрических устройств;
- Г) количество мебели в помещении;
- Д) количество людей, регулярно пребывающих в помещении;
- Е) освещенность помещения дневным светом.

6. Катя заметила, что работающий кондиционер то включается, то выключается. Но если оставить

входную дверь в комнату открытой, он будет работать практически непрерывно. Что стоит сделать с дверью, чтобы в комнате быстрее установилась заданная температура? Ответ поясните.

- А) Закрыть;
- Б) оставить открытой.

7. Катя и Максим решили как-то в жаркий день проверить, какое количество электроэнергии потребляют их кондиционеры в зависимости от температуры на улице и в комнате. Отключив все остальные приборы дома, они по счетчику провели измерения количества потребляемой кондиционерами энергии, меняя температуру от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $32^{\circ}\text{C}$  (рис. 34). Измерения при этом проводились дважды, когда на улице было  $34^{\circ}\text{C}$  и  $38^{\circ}\text{C}$  соответственно.



Зависимость потребляемой электроэнергии кондиционерами ребят от температуры на улице и в помещении

Рис. 34

Какие выводы можно сделать по результатам измерений ребят? Выберите буквы двух правильных ответов.

А) чем больше кондиционер потребляет электроэнергии, тем сильнее он охлаждает комнату;

Б) при увеличении температуры в комнате кондиционеру требуется меньше электроэнергии;

В) мощность охлаждения кондиционера у Максима больше, чем у Кати;

Г) чем больше разность температур дома и на улице, тем больше энергии потребляет кондиционер.

8. Из прогноза погоды Максим узнал, что ночью ожидаются первые заморозки, температура опустится ниже нуля. Как Максиму нужно изменить настройки приведенных ниже параметров его кондиционера (если изначально установлена температура  $20^{\circ}\text{C}$ , влажность воздуха  $60\%$ , средний режим работы вентилятора), чтобы в его комнате утром стало еще теплее, но на окнах комнаты не образовался конденсат, и кондиционер ночью как можно меньше шумел?

А) температура воздуха;

Б) влажность воздуха;

В) скорость вращения вентилятора;

1) увеличить;

2) уменьшить;

3) не следует менять.

Ответ:

А	Б	В

9. В комнате Кати работает обычный кондиционер без увлажнителя воздуха, выставлен температурный режим  $25^{\circ}\text{C}$ . Какие действия приведут к увеличению влажности воздуха у Кати в комнате?

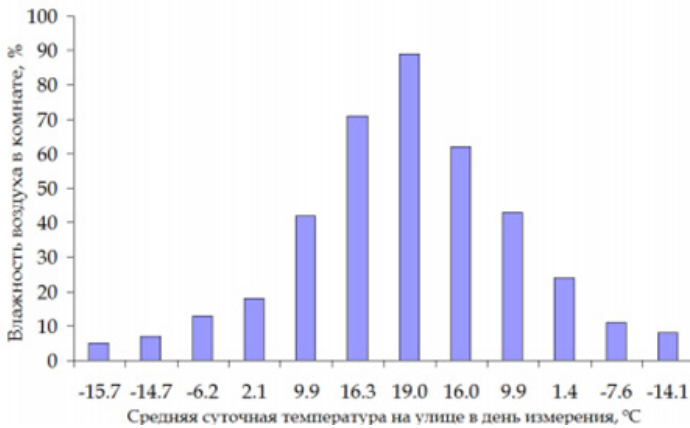
А) накрыть батарею мокрым полотенцем;

Б) сделать в комнате влажную уборку;

В) включить в комнате обогреватель;

- Г) открыть окно в комнате;
- Д) накрыть батарею одеялом или полотенцем;
- Е) принести в комнату открытую емкость с водой.

10. В течение года Катя вела наблюдения за влажностью воздуха в своей комнате. В один и тот же день каждого месяца она измеряла ее при помощи психрометра и записывала среднюю суточную температуру на улице в этот день (рис. 35). В комнате Кати постоянно поддерживалась температура  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Влажность воздуха в комнате Кати в зависимости от средней суточной температуры на улице в разные месяцы года

**Рис. 35**

Оцените полученные результаты измерений, дополнив предложение. При средних суточных температурах ниже нуля изменение влажности воздуха:

- А) невелико по сравнению с изменением при средних суточных температурах выше нуля;
- Б) примерно такое же, как и при средних суточных температурах выше нуля;
- В) нельзя сравнивать с изменением при средних суточных температурах выше нуля.

## 2.17. Термос

Когда Алеша идет на лыжные тренировки, то берет с собой термос с горячим чаем. В термосе чай почти не остывает даже за несколько часов в морозную погоду. На рисунке 36 показано устройство термоса.



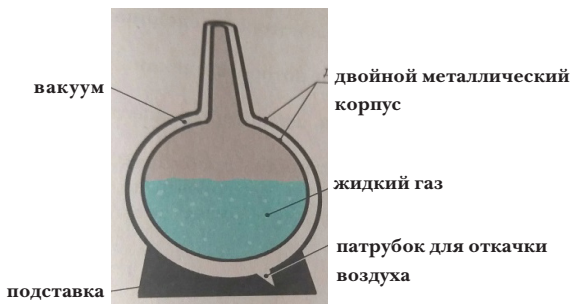
Рис. 36

На заводе изготовленные термосы подвергают следующему испытанию. Термос полностью заливают водой, температура которой  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ , закрывают пробкой и крышкой и выдерживают при температуре окружающего воздуха  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 6 часов. В хорошем термосе температура воды после этого испытания не должна становиться ниже, чем те величины, которые показаны в таблице 9.

Таблица 9 – Минимально допустимая температура воды после испытания термосов с внутренней стеклянной колбой

Вместимость термоса, см <sup>3</sup>	Время испытания, ч.	Температура воды в термосах после испытания, $^{\circ}\text{C}$ , не ниже
250	6	54
500	6	56
1000	6	60
1500	6	62
2000	6	64

На работе у Алешиного папы используют жидкий азот. В обычных условиях азот – это газ, из которого на 80 % состоит воздух. Азот становится жидким при температуре почти на 200 градусов ниже, чем температура заморзания воды. Жидкий азот можно хранить в течение многих дней в так называемых сосудах Дьюара (рис. 37).



**Рис. 37**

Алеша потерял пробку от своего термоса. Вместо нее он нашел четыре других подходящих пробки одинакового размера: стеклянную, пробковую (из пробкового дерева), резиновую и из пенопласта. Алеша решил испытать все пробки. Он наполнял термос горячей водой, затыкал его пробкой, а потом через 4 часа открывал и измерял температуру воды термометром. Все это он проделал со всеми четырьмя пробками. Горячая вода, когда он заливал ее в термос, каждый раз имела одну и ту же температуру 80 °С.

### **Задания к тексту «Термос»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.



Рис. 38

Часто бывает необходимо сохранить пищу горячей или холодной. Чтобы помешать телу охладиться или нагреться, нужно А) \_\_\_\_\_ теплопередачу. При этом нужно сделать так, чтобы энергия не передавалась ни одним видом теплопередачи. В этих целях используют Б) \_\_\_\_\_ (см. рис. 38). Он состоит из В) \_\_\_\_\_ 4 с двойными стенками. Внутренняя поверхность стенок покрыта блестящим металлическим слоем, а из пространства между стенками сосуда выкачан воздух. Лишенное воздуха пространство между стенками почти не проводит тепло. Металлический слой, отражая, препятствует передаче энергии Г) \_\_\_\_\_. Чтобы защитить стекло от повреждений, его помещают в специальный металлический или пластмассовый Д) \_\_\_\_\_ 3. Сосуд закупоривается Е) \_\_\_\_\_ 2, а сверху навинчивается Ж) \_\_\_\_\_ 1.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) увеличить;
- 2) уменьшить;
- 3) излучение;
- 4) термос;
- 5) стеклянный сосуд;
- 6) колпачок;
- 7) футляр;
- 8) пробка;



9) жидкость;

10) сосуд.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

2. Почему не остывает горячий чай в термосе?

А) Безвоздушное пространство между стенками почти не проводит тепло.

Б) Стенки термоса подогревают чай, когда он остывает.

В) Холодный воздух не проникает внутрь термоса.

Г) Чай не остывает, потому что пар над чаем не может выйти из термоса.

3. Какой вывод можно сделать из данных таблицы «Минимально допустимая температура воды после испытания термосов с внутренней стеклянной колбой»?

А) Скорость остывания воды в термосе не зависит от его вместимости.

Б) Вода в термосе не должна остывать за 6 часов.

В) Чем больше вместимость термоса, тем медленнее остывает вода.

Г) Чем больше вместимость термоса, тем быстрее остывает вода.

4. Что может узнать Алеша в результате этого исследования? Отметьте из списка все, что он может узнать.

А) Какой из материалов, из которого сделана пробка, лучше проводит тепло.

Б) Повлияет ли материал, из которого сделана пробка, на вкус чая, налитого в термос.

В) Почему четыре материала, из которых сделаны пробки, по-разному проводят тепло.

Г) Какая из пробок – стеклянная, пробковая, резиновая или из пенопласта – будет более долговечной.

Д) С какой пробкой вода в термосе будет остывать медленнее, а с какой быстрее.

5. Почему из внутреннего пространства между стенками сосуда Дьюара нужно откачивать воздух? Ответ поясните.

## **2.18. Кто не провалиться под лёд?**

В окрестностях деревни есть небольшой пруд и речка с заметным для глаза течением. Зимой и пруд, и речка замерзли и покрылись слоем снега примерно одинаковой толщины. Жители деревни решили устроить рыбалку.

Петя по опыту рыбной ловли летом знал, что в реке рыбы больше, чем в пруду. Речка извилистая, протекает по равнинной местности, ее ширина существенно изменяется от места к месту.

Накануне ребятам в школе раздали рисунок-памятку «Как правильно одеваться зимой» (рис. 39). Приведенные в памятке советы предлагают следовать принципу многослойности в одежде.

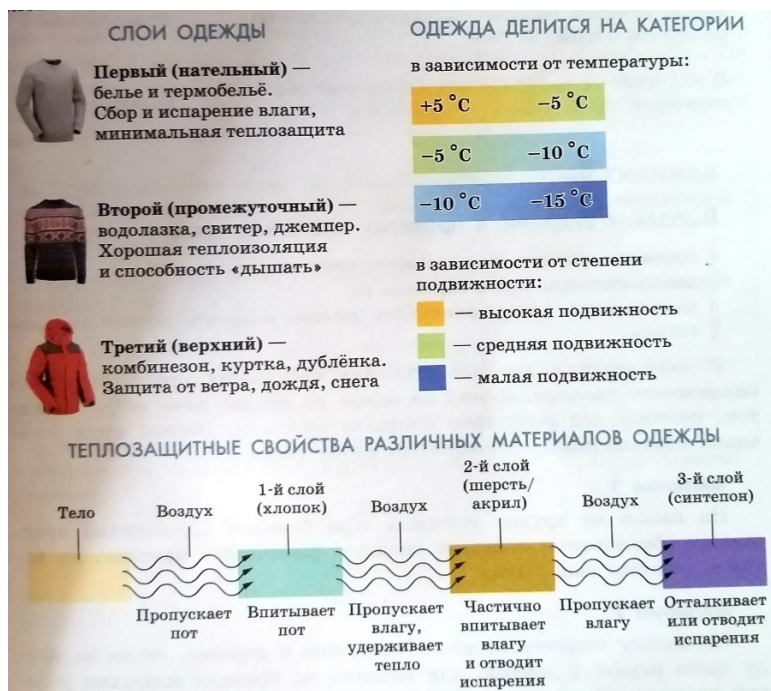


Рис. 39

### Задания к тексту «Кто не провалиться под лёд?»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Вынужденная конвекция наблюдается, если перемешивать жидкость ложкой, насосом и т.д. Если жидкости и газы прогревать не снизу, а сверху, то конвекция не происходит. Нагретые слои не могут опустить-

ся ниже холодных, более тяжелых. Следовательно, для того чтобы в жидкостях и газах происходила конвекция, необходимо их нагревать А) \_\_\_\_\_. Конвекция в твердых телах происходит не может. Частицы в твердых телах колеблются около определенной точки, удерживаемые сильным взаимным Б) \_\_\_\_\_. В связи с этим при В) \_\_\_\_\_ твердых тел в них не могут образовываться потоки вещества. Энергия в твердых телах может передаваться Г) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) притяжение;
- 2) снизу;
- 3) теплопроводность;
- 4) нагревание.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Рассматривая памятку, Петя сформулировал несколько утверждений, которые приведены ниже. Проанализируйте высказывания Пети и выберите, верные утверждения.

1) Теплозащитные свойства многослойной одежды основаны на принципе конвекции и теплопроводности материалов одежды.

2) Первый слой одежды обладает наименьшей теплопроводностью.

3) Нас греет не одежда, а воздух, который она задерживает.

4) Теплопроводность от 1-го к 3-му слою одежды увеличивается.

5) Теплоизоляционные свойства одежды во многом определяются подвижностью заключенного в ней воздуха.

3. Чтобы избежать опасности провалиться под лед, где безопаснее устроить зимнюю рыбалку: на пруду или на речке? Ответ поясните.

4. Если лед недостаточно толстый и есть небольшая вероятность провалиться под лед, где жителю деревни безопаснее ловить рыбу – в узком или широком месте реки? Ответ поясните.

## **2.19. Как уберечься от сосулек?**

Во многих городах России зимой на карнизах зданий вырастают сосульки. Длина их порой достигает величины более метра, а масса – несколько килограммов. Иногда крупные сосульки под действием силы тяжести отрываются от карнизов и падают вниз, в результате чего прохожие могут пострадать. Каждую зиму фиксируют случаи получения травм от падающих сосулек.

Сосульки образуются при температурах ниже 0 °С из воды, стекающей с крыш домов. На крышах снег тает под действием солнечных лучей или тепла, поступающего из чердачных помещений. Стекающая вода под действием холодного окружающего воздуха замерзает, формируя сосульки. Когда вес сосульки превышает предел прочности льда в точке ее крепления к крыше, сосулька открывается и падает.

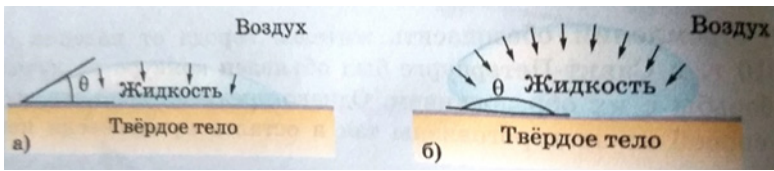
В стремлении обезопасить жителей города от падения сосулек в 2010 году в Санкт-Петербурге был объявлен конкурс на лучший метод борьбы с их образованием. Однако предложенный его победителем способ из-за дороговизны так и остался практически невостребованным.

Экономически приемлемое решение появилось в 2011 году, когда был получен патент на создание способа борьбы с сосульками с помощью нанесения на карнизах зданий не смачиваемых – гидрофобных поверхностей. Такой карниз всегда остается сухим, поэтому и сосульки на нем расти не могут.

Термины «гидрофильность» и «гидрофобность» произошли от греческих слов: *hýdor* – вода, *philéo* – люблю, *phóbos* – страх. Слово «гидрофильность» означает «любовь к воде», а «гидрофобность» – «страх, неприязнь по отношению к воде». Если молекулы вещества сильно взаимодействуют с водой, то говорят о его гидрофильности, а при слабом взаимодействии молекул – о его гидрофобности.

Краевой угол смачивания, также угол смачивания, угол контакта – угол, который образуется между касательной, проведенной к поверхности фазы жидкость – газ, и твердой поверхностью с вершиной, расположенной в точке контакта трех фаз, и условно измеряемый всегда внутри жидкой фазы. Обозначается греческой буквой  $\Theta$  (тета).

Гидрофильность и гидрофобность поверхности количественно оцениваются краевым углом смачивания  $\Theta$ . Если краевой угол смачивания больше  $90^\circ$ , поверхность считается гидрофобной, в противном случае – гидрофильной (рис. 40).



Краевой угол на гидрофильной (а) и гидрофобной (б) поверхностях

Рис. 40

### Задания к тексту «Как уберечься от сосулек?»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Если молекулы вещества сильно взаимодействуют с водой, то говорят о его А) \_\_\_\_\_, а при слабом взаимодействии молекул – о его Б) \_\_\_\_\_.

Если краевой угол смачивания больше  $90^\circ$ , поверхность считается В) \_\_\_\_\_, в противном случае – Г) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) гидрофобность;
- 2) гидрофильность;
- 3) гидрофобной;
- 4) гидрофильной.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Выберите факторы, которые способствуют росту сосулек.

1) Наличие на чердаках зданий труб, по которым подается горячая вода.

2) Кирпичная кладка здания.

3) Солнечная погода.

4) Снегопад.

3. Выберите факторы, определяющие роль гидрофобной поверхности в предотвращении роста сосулек.

1) Капли воды на гидрофобной поверхности приобретают форму шара.

2) Капли воды не могут закрепиться на гидрофобной поверхности.

3) Капли воды не могут упасть на гидрофобную поверхность.

4) Гидрофобная поверхность лучше прогревается солнцем.

4. Выберите способы, с помощью которых можно было бы предотвратить рост сосулек?

1) Теплоизолировать чердачные помещения, чтобы поступающее из них тепло не плавало лед на крышах.

2) Покрасить все крыши в черный цвет.

3) Предотвратить накопление воды на краях крыш.

4) Подогревать крыши с помощью электронагревателей.

5. Для проверки эффективности описанного выше способа борьбы с сосульками был проведен следующий опыт: в морозную погоду (температура ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) на покрытую сажой пластинку кровельного железа из склянки по каплям подавалась дистиллированная вода. К моменту замерзания воды в склянке сосулька на экс-



периментальной пластинке не выросла. Объясните причины полученного результата.

## **2.20. Непростое исследование простейшего прибора**

У Миши заболела младшая сестра, и он помогает родителям ухаживать за ней. Ему даже доверили одну из медицинских процедур – закапывать сестре лекарство в нос.

– А что, все капли одинаковые по объему? – спросил Миша, узнав, что нужно капать по 2 капли в каждую ноздрю.

– Приблизительно да, – ответила мама.

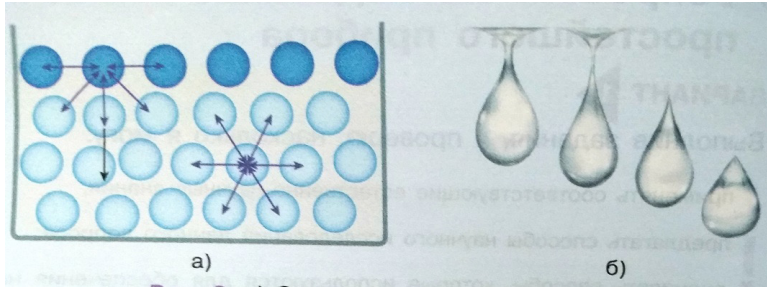
Мишу ответ не очень убедил, и он задумался: как проверить, что все капли одинаковые по объему, и как измерить объем одной капли?

Он нашел следующую информацию:

Поверхностное натяжение – способность жидкости сокращать площадь своей поверхности. Различие в поверхностном натяжении жидкостей объясняется различием в силах межмолекулярного взаимодействия (рис. 41а). На границе жидкость – твердое тело уже нельзя не учитывать силы притяжения между молекулами жидкости и молекулами твердого тела. С силами притяжения между молекулами и подвижностью молекул в жидкостях связано проявление сил поверхностного натяжения.

Сила поверхностного натяжения – сила, которая действует вдоль поверхности жидкости перпендикулярно к линии, ограничивающей эту поверхность, и стремится сократить ее площадь до минимума

(рис. 41а). Силы поверхностного натяжения определяют форму и объем капель жидкости (рис. 41б).



а) Силы поверхностного натяжения в жидкости

б) образование капли

Рис. 41

Миша решил изучить зависимость объема капли воды от температуры. Для этого он методом определения размеров малых тел измерил объем капель воды при разной температуре и рассчитал коэффициент поверхностного натяжения воды в каждом случае.

Поверхностное натяжение можно определить как отношение силы, стягивающей поверхность, к единице длины:  $\sigma = \frac{F}{l}$  где  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения. В системе СИ коэффициент поверхностного натяжения измеряется в ньютонах на метр ( $\text{Н/м} = \text{Дж/м}^2$ ).

Коэффициент поверхностного натяжения жидкости можно определить по формуле  $\sigma = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot d}$ , где  $m$  – вес одной капли,  $d$  – диаметр пипетки,  $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$ ,  $\pi \approx 3,14$ .

Плотность тела есть отношение массы тела к объему тела:  $\rho = \frac{m}{V}$ .

Результаты измерений представлены в таблице «Определение коэффициента поверхностного натяжения воды на границе с воздухом при разной температуре».

**Таблица 10 – Определение коэффициента поверхностного натяжения воды на границе с воздухом при разной температуре**

№ п/п опыта	t, °C	m (одной капли), кг	d, м	$\sigma$ , мН/м
1	20	$4,5 \cdot 10^{-5}$	0,002	72,2
2	50	$4,3 \cdot 10^{-5}$	0,002	67,9
3	70	$4,0 \cdot 10^{-5}$	0,002	64,4
4	80	$3,9 \cdot 10^{-5}$	0,002	62,6

Задания к тексту «Непростое исследование простейшего прибора»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_ – способность жидкости сокращать площадь своей поверхности.

Б) \_\_\_\_\_ – сила, которая действует вдоль поверхности жидкости перпендикулярно к линии, ограничивающей эту поверхность, и стремится сократить её площадь до минимума.

$\sigma$  – В) \_\_\_\_\_. Единица измерения в системе СИ Г) \_\_\_\_\_.

Список слов и словосочетаний:

- 1) коэффициент поверхностного натяжения;
- 2) сила поверхностного натяжения;
- 3) поверхностное натяжение;
- 4) Дж/м;
- 5) Н/м;
- 6) Н/м<sup>2</sup>.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Какой вывод можно сделать на основании полученных экспериментальных данных (см. таблицу «Определение коэффициента поверхностного натяжения воды на границе с воздухом при разной температуре»)?

3. Почему, когда мы держим пипетку вертикально (носиком по направлению к полу), жидкость вытекает из нее каплями чаще всего только после легкого нажатия на нее? Ответ поясните.

## ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ II «ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ»

### 2.1. Аморфные и кристаллические тела

1	2	3	4
2; 1; 4; 3	1	2	3, т.к. у аморфных тел нет определенной температуры плавления. При нагревании аморфное тело постепенно размягчается, и переход в жидкое состояние происходит на определенном температурном интервале

### 2.2. Аморфные металлические сплавы

1	2	3	4
2; 1; 3; 5	4	2	3, т.к. для получения металлического стекла в твердом аморфном состоянии, необходимо, чтобы процесс затвердевания расплава происходил очень быстро. При этом атомы не успевают перестраиваться в кристаллическую решетку и остаются в тех положениях, которые они занимали в веществе в его жидком состоянии

### 2.3. Тройная точка

1	2	3	4
2; 3; 1; 7	4	2	Процесс плавления – превращение вещества из твердого состояния в жидкое. На диаграмме твердую и жидкую фазы разделяет линия «а», следовательно, именно она характеризует процесс плавления

**2.4. Туман**

1	2	3	4	5
2; 4; 1; 5	1	2	В горах температура воздуха, как правило, ниже температуры в городе, следовательно, плотность тумана в городе выше плотности тумана в горах	Возможно, т.к. туман можно наблюдать, если прошло активное испарение воды (например, после дождя) и водяной пар, содержащийся в воздухе, стал пересыщенным

**2.5. Гейзеры**

1	2	3	4	5	6
2; 2; 3; 4	4	4	2	Вода закипит, т.к. при понижении атмосферного давления температура кипения воды понижается в соответствии с графиком, представленном на рисунке в тексте. Давлению $5 \cdot 10^4$ Па соответствует температура кипения воды $80^\circ\text{C}$ . Вода при температуре $90^\circ\text{C}$ начнет кипеть еще при большем давлении	Можно, т.к. воду можно заставить закипеть и при температуре $80^\circ\text{C}$ , если понизить внешнее атмосферное давление до $0,5$ атм

### 2.6. Вулканы

1	2	3	4	5
1; 6; 3; 7; 8; 2; 7; 6	2	3	Медленно, т.к. при переходе аквалангиста с глубины на поверхность в крови начинает выделяться избыточный азот. Подъём должен быть медленным, чтоб кровь успевала вывести азот через лёгкие и в крови не образовывались пузырьки азота	Возможно, т.к. при уменьшении внешнего давления (например, при поднятии воды к поверхности) растворимость воздуха, согласно закону Генри, должна уменьшаться. Следовательно, частично воздух начнет выходить из воды

### 2.7. Лыжи

1	2	3
Да, т.к. зависимость силы трения от веса лыжника или зависимость от массы, силы тяжести	Способ 2, т.к. если Ване тянуть труднее, то значит, сила трения, которая ему препятствует, в этом случае больше. Например: «Чем труднее тянуть, тем больше трение. Значит, скольжение хуже»	Г

2.8. Погружение

№ п/п	Ответы
1	5
2	<p>Выписано любое из предложений: «Отснятый материал ляжет в основу документального фильма. Очень хочу, чтобы зрители всего мира увидели всё то, что видел я». Оба этих предложения могут быть выписаны вместе, могут быть пересказаны своими словами. Дополнительно (при условии, что приведено одно или оба указанных выше предложения) можно выписать три предшествующих предложения: ««АиФ»: До вас никто на такой глубине не вёл съёмки в формате 3D. Что будете делать с отснятым материалом? Д.К.: Действительно, всё время, что я провёл на дне, велась съёмки специальной камерой».</p> <p>Примеры ответов:</p> <p>1) Действительно, всё время, что я провел на дне, велась съёмки специальной камерой. Отснятый материал ляжет в основу документального фильма. Эти слова Кэмерона показывают, что он больше режиссёр, чем учёный.</p> <p>2) Джеймс Кэмерон хотел отснять своё погружение во впадину и поделиться с миром материалами, которые он сам смог увидеть. Многие материалы легли в основу знаменитых фильмов самого режиссера.</p> <p>3) Он сказал, что хочет снять фильм по описанию своей истории и чтобы люди увидели то необыкновенное, что увидел он.</p> <p>4) Снять фильм</p>
3	В



4	<p>В ответе указано, что прыжки с парашютом и гоночный спорт, по мнению Дж. Кэмерона, ничего не дают, кроме ощущений, и/или не открывают для человека ничего нового. Можно просто выписать предложение «Они ничего не дают, кроме ощущений, не открывают для тебя ничего нового» или пересказать его своими словами. Допускается включение всей цитаты о риске: «У меня нет задачи получить острые ощущения. Я, например, никогда не думал о том, чтобы прыгнуть с парашютом или увлечься гоночным спортом. Это всё неоправданные риски. Они ничего не дают, кроме ощущений, не открывают для тебя ничего нового. Погружаясь в батискафах, я искую, но это просчитанный и обоснованный риск. Попусту рисковать собой я не имею права. Всё-таки у меня 5 детей».</p> <p>Примеры ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Они ничего не дают кроме ощущений. И у него 5 детей, и он за них переживает.</li><li>2) Это бесполезно для науки.</li><li>3) Потому что погружение в воду сопровождается научным интересом, а прыжки с парашютом не несут научного интереса.</li><li>4) Потому что у этого риска нет цели</li></ol>
5	В
6	1005
7	<p>Дан ответ: место расположения Марианской впадины (Марианскую впадину, Марианский жёлоб, Бездну Челленджера и т.п.); ИЛИ место, где Кэмерон совершил погружение; ИЛИ указано, что квадрат показывает, какая часть карты дана ниже в другом масштабе.</p> <p>Примеры ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Положение Марианской впадины в Тихом океане.</li><li>2) Место погружения Кэмерона.</li><li>3) Это место расположения Марианского жёлоба на карте с другим масштабом.</li><li>4) Бездна Челленджера</li></ol>

8	Выбрана точка зрения Артёма, при этом в обосновании указано, что на карте Марианской впадины в левом верхнем углу Бездна Челленджера отмечена как одна из точек, ИЛИ на то, что Марианский жёлоб вытянут и на карте обозначены разные глубины
9	А – Верно, Б – Неверно, В – Верно, Г – Неверно
10	В ответе указано, что Дж. Кэмерон должен был сбросить 500 кг балласта. Примеры ответов: 1) Во-первых, это работа двигателей, они выделяют различные вещества и загрязняют океан. Но также есть ещё и балласт, который после сброса останется на дне океана. 2) Т.к. при подъёме батискафа сбрасывается балласт, тем самым засоряя океан

### 2.9. Флотация

1	2	3	4
214	3	2	Можно. Надо подобрать и добавить в воду такое вещество, которое не растворяется в воде, смачивает пустую породу и не смачивает крупинки руды

### 2.10. Как замерзают растворы

1	2	3	4
214	1	2	Кристаллизация остановится. При появлении в растворе соли первых кристалликов льда, повысится концентрация раствора, молекулы соли будут мешать образованию кристаллов льда, соответственно понизится температура кристаллизации воды, и кристаллизация остановится. Для дальнейшей кристаллизации следует понизить температуру раствора

### 2.11. Охлаждающие смеси

1	2	3	4
2367	1	1	В смесь льда и соли. Температура замерзания смеси льда и соли ниже, чем чистого льда. Использование смеси льда и соли при изготовлении мороженого позволяет осуществлять этот процесс при температуре ниже 0 °С

### 2.12. Теплопроводность веществ

1	2	3	4
5341	1	4	Теплопроводность металла высока, и это обеспечивает быструю передачу энергии от плиты к воде в чайнике. Теплопроводность фарфора низка и обеспечивает сохранение высокой температуре воды в заварочном чайнике

### 2.13. Парниковый эффект

1	2	3	4	5
241	3	23	В результате сжигания топлива автомобилей (работы тепловых электростанций и т.д.) в атмосферу выбрасывается углекислый газ. Углекислый газ относится к парниковым газам. Увеличение его концентрации может привести к потеплению	1) На примере Меркурия и Марса, у которых соответственно атмосфера отстывает или сильно разрежена, видно, что чем дальше планета от Солнца, тем температура поверхности прогревается меньше.

				2) На примере Меркурия и Венеры видно, что наличие плотной атмосферы у Венеры, содержащей парниковые газы, приводит к тому, что дневная температура у поверхности Венеры выше, несмотря на то, что планета находится дальше от Солнца по сравнению с Меркурием
--	--	--	--	--

#### 2.14. Закон эквивалентности работы и тепла

1	2	3	4
23454	4	3	Температура воды повысится. Механическая работа равна $A=10mgh$ ( $m$ – масса грузов). Полученное водой количество теплоты $Q=cM\Delta t$ ( $M$ – масса воды). Расчеты показывают, что температура должна увеличиваться примерно на $0,19^\circ\text{C}$

#### 2.15. Рост кристаллов

1	2	3	4	5
232	А или В	1) да 2) да 3) нет 4) да	Для получения большей достоверности нужны многократные измерения	Проверяется влияние температуры воздуха в помещении на рост кристаллов из раствора

**2.16. Климатические комбайны**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1) да 2) нет 3) да 4) нет	Г	В	Т1: 14, Т2: 22 или Т1: 18, Т2: 26 или Т1: 18, Т2: 28	Б, Г	А, т.к. кондиционер в комнате с закрытой дверью обрабатывает только воздух, находящийся там, а с открытой дверь – еще и тот воздух, который поступает из других мест квартиры	Б, Г	А – 1 Б, В – 2	А, Б, Е	А

**2.17. Термос**

1	2	3	4	5
2; 4; 5; 3; 7; 8; 6.	А	В	А; Д	Воздух откачивают потому, что образовавшееся безвоздушное пространство (или вакуум) не будет проводить тепло от окружающего воздуха к жидкому азоту

**2.18. Кто не провалиться под лёд?**

1	2	3	4
2; 1; 4; 3	1,3,5	Безопаснее устроить рыбалку на пруду. На реке поток воды приводит к передаче тепла за счет конвекции, вследствие чего при прочих равных условиях лед оказывается тоньше	Ловить рыбу в широком месте безопаснее, т.к. толщина льда в широком месте больше, поскольку скорость течения там меньше и перенос тепла за счет конвекции происходит медленнее

**2.19. Как уберечься от сосулек?**

1	2	3	4	5
2; 1; 3; 4	1,3	1,2	1,3	Наличие гидрофобных свойств сажи

**2.20. Непростое исследование простейшего прибора**

1	2	3
3; 2; 1; 5	При повышении температуры воды коэффициент поверхностного натяжения уменьшается, следовательно, уменьшается и объем капли воды. При повышении температуры воды масса капли уменьшается, а значит, уменьшается и ее объем	Вытеканию капли из пипетки препятствует атмосферное давление, а также сила поверхностного натяжения воды. При надавливании на резинку пипетки ее объем уменьшается, в результате увеличивается давление внутри пипетки. Когда это давление становится больше атмосферного, из пипетки вытекает капля

## III. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 3.1. Коллайдер

Для получения заряженных частиц высоких энергий служат ускорители заряженных частиц. В основе работы ускорителя лежит взаимодействие заряженных частиц с электрическим и магнитным полями. Ускорение производится с помощью электрического поля, способного изменять энергию частиц, обладающих электрическим зарядом. Магнитное поле может лишь изменить направление движения заряженных частиц, не меняя величины их скорости, поэтому в ускорителях оно применяется для управления движением частиц (формой траектории).

По назначению ускорители классифицируются на коллайдеры, источники нейтронов, источники синхротронного излучения, установки для терапии рака, промышленные ускорители и др. Коллайдер — ускоритель заряженных частиц на встречных пучках, предназначенный для изучения продуктов их соударений. Благодаря коллайдерам учёным удаётся сообщить элементарным частицам вещества высокую кинетическую энергию, а после их столкновений — наблюдать образование других частиц.

Самым крупным ускорителем в мире является Большой адронный коллайдер (БАК), построенный в научно-исследовательском центре Европейского совета ядерных исследований на границе Швейцарии и Франции. В создании БАК принимали участие учёные всего мира, в том числе и из России. Большим коллайдер назван из-за своих размеров: длина основного кольца ускорителя составляет почти 27 км; адронным — из-за того, что он уско-

ряет адроны (к адронам относятся, например, протоны). Коллайдер размещён в тоннеле на глубине от 50 до 175 метров. Два пучка частиц будут двигаться в противоположном направлении на огромной скорости (коллайдер разгонит протоны до скорости 0,999999998 от скорости света). Однако в ряде мест их маршруты пересекутся, что позволит им сталкиваться, создавая при каждом соударении тысячи новых частиц. Последствия столкновения частиц и станут главным предметом изучения. Учёные надеются, что этот эксперимент позволит узнать, как происходило зарождение Вселенной.

### Задания к тексту «Коллайдер»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для получения заряженных частиц высоких энергий служат А) \_\_\_\_\_ заряженных частиц. В основе работы лежит взаимодействие заряженных частиц с электрическим и магнитным полями. Ускорение производится с помощью Б) \_\_\_\_\_, способного изменять энергию частиц, обладающих электрическим зарядом. В) \_\_\_\_\_ может лишь изменить направление движения заряженных частиц, Г) \_\_\_\_\_ величины их скорости, поэтому в ускорителях оно применяется для управления движением частиц (формой траектории).

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) ускоритель;
- 2) магнитное поле;
- 3) электрическое поле;



- 4) меняется;
- 5) не меняется.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. В ускорителе заряженных частиц:

- 1) электрическое поле служит для изменения кинетической энергии заряженной частицы;
- 2) электрическое поле служит для изменения направления движения заряженной частицы;
- 3) электрическое и магнитное поля служат для изменения кинетической энергии заряженной частицы;
- 4) электрическое и магнитное поля служат для изменения направления движения заряженной частицы.

3. Какое (-ие) из утверждений является правильным?

А. По виду Большой адронный коллайдер относится к кольцевым ускорителям.

Б. В Большом адронном коллайдере протоны разгоняются до скоростей, больших скорости света:

- 1) только А;
- 2) только Б;
- 3) и А, и Б;
- 4) ни А, ни Б.

4. Адроны – класс элементарных частиц, подверженных сильному взаимодействию. К адронам относятся:

- 1) протоны и электроны;
- 2) нейтроны и электроны;

3) нейтроны и протоны;

4) протоны, нейтроны и электроны.

5. Какой будет траектория движения заряженной частицы, влетающей в магнитное поле со скоростью, направленной перпендикулярно вектору индукции магнитного поля? Ответ поясните.

### **3.2. Циклотрон**

Для получения заряженных частиц (электронов, протонов, атомных ядер, ионов) больших энергий применяются специальные устройства – ускорители заряженных частиц. В основе работы ускорителя заложено взаимодействие заряженных частиц с электрическим и магнитным полями. Электрическое поле способно напрямую совершать работу над частицей, то есть увеличивать её энергию. Магнитное же поле, создавая силу Лоренца, лишь отклоняет частицу, не изменяя её энергии, и задаёт траекторию, по которой движутся частицы.

Ускорители заряженных частиц можно классифицировать по разным признакам. По типу ускоряемых частиц различают электронные ускорители, протонные ускорители и ускорители ионов. По характеру траекторий частиц различают линейные ускорители, в которых пучок частиц однократно проходит ускоряющие промежутки, и траектории частиц близки к прямой линии, и циклические ускорители, в которых пучки движутся по замкнутым кривым (например, окружностям или спиральям), проходя ускоряющие промежутки по многу раз.

На рисунке 42 представлена схема работы циклотрона – циклического ускорителя протонов (или

ионов). Частицы из ионного источника 1 непрерывно поступают в вакуумную камеру и ускоряются электрическим полем, создаваемым электродами 3. Однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно плоскости рисунка, заставляет заряженную частицу отклоняться от прямолинейного движения.

Каждый раз, проходя зазор между электродами, заряженная частица получает новую порцию энергии и дополнительно ускоряется. Траекторией движения ускоряющейся частицы в постоянном магнитном поле получается раскручивающаяся спираль.

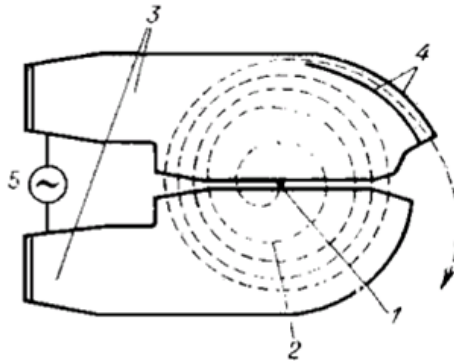


Схема движения частиц в циклотроне; магнитное поле перпендикулярно плоскости чертежа. 1 – ионный источник; 2 – орбита ускоряемой частицы (спираль); 3 – ускоряющие электроды; 4 – выводное устройство (отклоняющие пластины); 5 – источник ускоряющего поля

**Рис. 42**

Циклотрон – первый из циклических ускорителей. Впервые был разработан и построен в 1931 году. До сих пор циклотроны широко применяются для ускорения тяжёлых частиц до относительно небольших энергий.

**Задания к тексту  
«Циклотрон»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В основе работы ускорителя лежит взаимодействие заряженных частиц с электрическим и магнитным полями. А) \_\_\_\_\_ поле способно напрямую совершать работу над частицей, то есть увеличивать её энергию. Б) \_\_\_\_\_ же поле, создавая В) \_\_\_\_\_, лишь отклоняет частицу, не изменяя её энергии, и задаёт траекторию, по которой движутся частицы.

На рисунке 42 представлена схема работы циклотрона – циклического ускорителя протонов (или ионов). Частицы из ионного источника 1 непрерывно поступают в вакуумную камеру и ускоряются электродами 3. Г) \_\_\_\_\_ поле, направленное Д) \_\_\_\_\_ плоскости рисунка, заставляет заряженную частицу отклоняться от прямолинейного движения. Траекторией движения частицы получается раскручивающаяся спираль.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) магнитный;
- 2) электрический;
- 3) сила Ампера;
- 4) сила Кулона;
- 5) сила Лоренца;
- 6) параллельно;
- 7) перпендикулярно.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. В циклотроне;

1) электрическое и магнитное поля служат для изменения кинетической энергии заряженной частицы;

2) электрическое и магнитное поля служат для изменения направления движения заряженной частицы;

3) электрическое поле служит для изменения направления движения заряженной частицы, а магнитное поле служит для изменения её кинетической энергии;

4) электрическое поле служит для изменения кинетической энергии заряженной частицы, а магнитное поле служит для изменения направления ее движения.

3. В циклотроне заряженная частица, влетающая в магнитное поле, движется не по окружности, а по спирали. Это объясняется тем, что:

1) магнитное поле по мере движения частицы ослабевает;

2) магнитное поле по мере движения частицы усиливается;

3) кинетическая энергия частицы по мере ее движения увеличивается;

4) потенциальная энергия частицы по мере ее движения увеличивается.

4. На рисунке 42 в тексте представлена траектория движения (раскручивающаяся спираль) для положительно заряженного иона. Магнитное поле циклотрона направлено:

1) перпендикулярно плоскости чертежа от нас  $\vec{B}$ ;

2) перпендикулярно плоскости чертежа к нам  $\vec{B}$ ;

3) слева направо  $\rightarrow \vec{B}$  ;

4) справа налево  $\vec{B} \leftarrow$  .

5. Какова траектория движения в циклотроне заряженной частицы, влетающей в магнитное поле? Ответ поясните.

### 3.3. Электрическая дуга

Электрическая дуга – это один из видов газового разряда. Получить её можно следующим образом. В штативе закрепляют два угольных стержня заострёнными концами друг к другу и присоединяют к источнику тока. Когда угли приводят в соприкосновение, а затем слегка раздвигают, между концами углей образуется яркое пламя, а сами угли раскаляются добела. Дуга горит устойчиво, если через неё проходит постоянный электрический ток. В этом случае один электрод является всё время положительным (анод), а другой – отрицательным (катод). Между электродами находится столб раскалённого газа, хорошо проводящего электричество. Положительный уголь, имея более высокую температуру, сгорает быстрее, и в нём образуется углубление – положительный кратер. Температура кратера в воздухе при атмосферном давлении доходит до 4 000 °С.

Дуга может гореть и между металлическими электродами. При этом электроды плавятся и быстро испаряются, на что расходуется большая энергия. Поэтому температура кратера металлического электрода обычно ниже, чем угольного (2 000 – 2 500 °С). При горении дуги в газе при высоком давлении (около  $2 \cdot 10^6$  Па) температуру кратера удалось довести до 5 900 °С, т. е. до температуры поверхности Солнца.

Столб газов или паров, через которые идёт разряд, имеет ещё более высокую температуру – до 6 000 – 7 000 °С. Поэтому в столбе дуги плавятся и обращаются в пар почти все известные вещества.

Для поддержания дугового разряда нужно небольшое напряжение; дуга горит при напряжении на её электродах 40 В. Сила тока в дуге довольно значительна, а сопротивление невелико, следовательно, светящийся газовый столб хорошо проводит электрический ток. Ионизацию молекул газа в пространстве между электродами вызывают своими ударами электроны, испускаемые катодом дуги. Большое количество испускаемых электронов обеспечивается тем, что катод нагрет до очень высокой температуры. Когда для зажигания дуги вначале угли приводят в соприкосновение, то в месте контакта, обладающем очень большим сопротивлением, выделяется огромное количество теплоты. Поэтому концы углей сильно разогреваются, и этого достаточно для того, чтобы при их раздвижении между ними вспыхнула дуга. В дальнейшем катод дуги поддерживается в накалённом состоянии самим током, проходящим через дугу.

### **Задания к тексту «Электрическая дуга»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для поддержания дугового разряда нужно небольшое напряжение, дуга горит при напряжении на её электродах 40 В. Сила тока в дуге довольно значительна, а сопротивление невелико; следовательно, светящийся газовый столб А) \_\_\_\_\_ проводит

электрический ток. Ионизацию Б) \_\_\_\_\_ в пространстве между электродами вызывают своими ударами В) \_\_\_\_\_, испускаемые катодом дуги. Большое количество испускаемых электронов обеспечивается тем, что катод нагрет до очень высокой температуры. Когда для зажигания дуги вначале угли приводят в соприкосновение, то в месте контакта, обладающем очень большим сопротивлением, выделяется огромное количество Г) \_\_\_\_\_. Поэтому концы углей сильно разогреваются, и этого достаточно для того, чтобы при их раздвижении между ними вспыхнула дуга. В дальнейшем катод дуги поддерживается в накалённом состоянии самим током, проходящим через дугу.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) плохо;
- 2) хорошо;
- 3) молекулы газа;
- 4) осадок;
- 5) протоны;
- 6) теплота;
- 7) электроны.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Что такое электрическая дуга?
- 1) Электрический разряд в газе;
  - 2) электрический ток в электролите, которым является влажный воздух;
  - 3) излучение света электродами, присоединенным к источнику тока;



- 4) излучение энергии заряженными электродами.
3. Ионизацию молекул газа в пространстве между электродами вызывает
  - 1) электрическое напряжение между электродами;
  - 2) тепловое свечение анода;
  - 3) удары молекул газа электронами, испускаемыми катодом;
  - 4) электрический ток, проходящий через электроды при их соединении.
4. Может ли расплавиться кусок олова в столбе дугового разряда? Ответ поясните.

### **3.4. Магнитная подвеска**

Средняя скорость поездов на железных дорогах не превышает 150 км/ч.

Сконструировать поезд, способный состязаться по скорости с самолетом, непросто. При больших скоростях колеса поездов не выдерживают нагрузку. Выход один: отказаться от колес, заставив поезд лететь. Один из способов «подвесить» поезд над рельсами – использовать отталкивание магнитов.

В 1910 году бельгиец Э. Башле построил первую в мире модель летающего поезда и испытал ее. 50-килограммовый сигарообразный вагончик летающего поезда разогнался до скорости свыше 500 км/ч! Магнитная дорога Башле представляла собой цепочку металлических столбиков с укрепленными на их вершинах катушками. После включения тока вагончик со встроенными магнитами приподнимался над катушками и разогнался тем же магнитным полем, над которым был подвешен.

Практически одновременно с Башле в 1911 году профессор Томского технологического института

Б. Вейнберг разработал гораздо более экономичную подвеску летающего поезда. Вейнберг предлагал не отталкивать дорогу и вагоны друг от друга, что чревато огромными затратами энергии, а притягивать их обычными электромагнитами. Электромагниты дороги были расположены над поездом, чтобы своим притяжением компенсировать силу тяжести поезда. Железный вагон располагался первоначально не точно под электромагнитом, а позади него. При этом электромагниты монтировались по всей длине дороги. При включении тока в первом электромагните вагончик поднимался и продвигался вперед, по направлению к магниту. Но за мгновение до того, как вагончик должен был прилипнуть к электромагниту, ток выключался. Поезд продолжал лететь по инерции, снижая высоту. Включался следующий электромагнит, поезд опять приподнимался и ускорялся. Поместив свой вагон в медную трубу, из которой был откачан воздух, Вейнберг разогнал вагон до скорости 800 км/ч!

### **Задания к тексту «Магнитная подвеска»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В 1910 году бельгиец Э. Башле построил первую в мире модель летающего поезда и испытал ее. 50-килограммовый сигарообразный вагончик летающего поезда разогнался до скорости свыше 500 км/ч! Магнитная дорога Башле представляла собой цепочку металлических столбиков с укрепленными на их вершинах А) \_\_\_\_\_. После включения Б) \_\_\_\_\_ вагончик со встроенными магнитами приподнимался

над катушками и разгонялся тем же В) \_\_\_\_\_,  
над которым был подвешен.

Список слов и словосочетаний:

- 1) магнит;
- 2) электромагнит;
- 3) катушки;
- 4) ток;
- 5) магнитное поле;
- 6) электрическое поле.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Какое из магнитных взаимодействий можно использовать для магнитной подвески?

А. Притяжение разноименных полюсов;

Б. Отталкивание одноименных полюсов:

1) только А; 2) только Б; 3) ни А ни Б; 4) и А и Б.

3. При движении поезда на магнитной подвеске:

1) силы трения между поездом и дорогой отсутствуют;

2) силы сопротивления воздуха пренебрежимо малы;

3) используются силы электростатического отталкивания;

4) используются силы притяжения одноименных магнитных полюсов.

4. Что следует сделать в модели магнитного поезда Б. Вейнберга, чтобы вагончик большей массы двигался в прежнем режиме? Ответ поясните.

### **3.5. Молния**

Электрическая природа молнии была раскрыта в исследованиях американского физика Б. Франклина, по идее которого был проведён опыт по извлечению электричества из грозового облака. В 1750 году он опубликовал работу, в которой описал эксперимент с использованием воздушного змея, запущенного в грозу. Франклин запустил змея в грозовое облако и обнаружил, что змей собирает электрический заряд.

Атмосферное электричество образуется и концентрируется в облаках – образованиях из мелких частиц воды, находящейся в жидком или твёрдом состояниях. Сухой снег представляет собой типичное сыпучее тело: при трении снежинок друг о друга и их ударах о землю снег должен электризоваться. При низких температурах во время сильных снегопадов и метелей электризация снега настолько велика, что происходят зимние грозы, наблюдается свечение остроконечных предметов, образуются шаровые молнии.

При дроблении водяных капель и кристаллов льда, при столкновениях их с ионами атмосферного воздуха крупные капли и кристаллы приобретают избыточный отрицательный заряд, а мелкие – положительный. Восходящие потоки воздуха в грозовом облаке поднимают мелкие капли и кристаллы к вершине облака, крупные капли и кристаллы падают к его основанию.

Заряженные облака наводят на земной поверхности под собой противоположный по знаку заряд. Внутри облака и между облаком и землёй создаётся сильное электрическое поле, которое способствует ионизации воздуха и возникновению искрового разряда. Сила тока разряда составляет 20 кА, температура в канале искрового разряда может достигать 10000°С.

Разряд прекращается, когда бóльшая часть избыточных электрических разрядов нейтрализуется электрическим током, протекающим по плазменному каналу молнии.

### **Задания к тексту «Молния»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

При дроблении водяных капель и кристаллов льда, при столкновениях их с ионами атмосферного воздуха крупные капли и кристаллы приобретают избыточный А) \_\_\_\_\_, а мелкие – Б) \_\_\_\_\_. Восходящие потоки воздуха в грозовом облаке поднимают мелкие капли и кристаллы к вершине облака, крупные капли и кристаллы падают к его основанию.

Заряженные облака наводят на земной поверхности под собой противоположный по знаку заряд. Внутри облака и между облаком и землёй создаётся сильное В) \_\_\_\_\_, которое способствует ионизации воздуха и возникновению искрового разряда. Г) \_\_\_\_\_ разряда составляет 20 кА, Д) \_\_\_\_\_ в канале искрового разряда может достигать 10000°С.

Список слов и словосочетаний:

- 1) положительный заряд;
- 2) отрицательный заряд;
- 3) магнитное поле;
- 4) электрическое поле;
- 5) сила тока;
- 6) напряжение;
- 7) температура.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. В результате восходящих потоков воздуха в грозовом облаке:

- 1) всё облако заряжается отрицательно;
- 2) всё облако заряжается положительно;
- 3) нижняя часть облака заряжается отрицательно, верхняя – положительно;
- 4) нижняя часть облака заряжается положительно, верхняя – отрицательно.

3. Вещество в канале молнии может находиться:

- 1) только в плазменном состоянии;
- 2) только в газообразном состоянии;
- 3) в газообразном и жидком состоянии;
- 4) в газообразном, жидком и твердом состоянии.

4. Молнии могут проходить в самих облаках – внутриоблачные молнии (А), а могут ударять в землю – наземные молнии (Б). При механизме электризации, описанном в тексте, электрический ток разряда молнии направлен:

- 1) в обоих случаях снизу вверх;
- 2) в обоих случаях сверху вниз;
- 3) в случае А – сверху вниз, в случае Б – снизу вверх;
- 4) в случае Б – сверху вниз, в случае А – снизу вверх.

5. Как направлен (сверху вниз или снизу вверх) электрический ток разряда внутриоблачной молнии при механизме электризации, описанном в тексте? Ответ поясните.

### **3.6. Молния и гром**

Атмосферное электричество образуется и концентрируется в облаках – образованиях из мелких частиц воды, находящейся в жидком или твёрдом состоянии. При дроблении водяных капель и кристаллов льда, при столкновениях их с ионами атмосферного воздуха крупные капли и кристаллы приобретают избыточный отрицательный заряд, а мелкие – положительный. Восходящие потоки воздуха в грозовом облаке поднимают мелкие капли и кристаллы к вершине облака, крупные капли и кристаллы опускаются к его основанию.

Заряженные облака наводят на земной поверхности под собой противоположный по знаку заряд. Внутри облака и между облаком и Землёй создаётся сильное электрическое поле, которое способствует ионизации воздуха и возникновению искровых разрядов (молний) как внутри облака, так и между облаком и поверхностью Земли.

Гром возникает вследствие резкого расширения воздуха при быстром повышении температуры в канале разряда молнии. Вспышку молнии мы видим практически одновременно с разрядом, так как скорость распространения света очень велика ( $3 \cdot 10^8$  м/с). Разряд молнии длится всего 0,1–0,2 с. Звук распространяется значительно медленнее. В воздухе его скорость равна примерно 330 м/с. Чем дальше от нас произошёл разряд молнии, тем длиннее пауза между вспышкой света и громом. Гром от очень далёких молний вообще не доходит: звуковая энергия рассеивается и поглощается по пути. Такие молнии называют зарницами. Как правило, гром слышен на расстоянии до 15–20 километров; таким образом, если наблюдатель видит мол-

нию, но не слышит грома, то гроза находится на расстоянии более 20 километров.

Гром, сопровождающий молнию, может длиться в течение нескольких секунд. Существует две причины, объясняющие, почему вслед за короткой молнией слышатся более или менее долгие раскаты грома. Во-первых, молния имеет очень большую длину (она измеряется километрами), поэтому звук от разных её участков доходит до наблюдателя в разные моменты времени. Во-вторых, происходит отражение звука от облаков и туч – возникает эхо. Отражением звука от облаков объясняется происходящее иногда усиление громкости звука в конце громовых раскатов.

### Задания к тексту «Молния и гром»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Гром возникает вследствие резкого расширения воздуха при быстром А) \_\_\_\_\_ температуры в канале разряда молнии. Вспышку молнии мы видим практически одновременно с разрядом, так как Б) \_\_\_\_\_ распространения света очень велика ( $3 \cdot 10^8$  м/с). Разряд молнии длится всего 0,1–0,2 с. Звук распространяется значительно В) \_\_\_\_\_. В воздухе его скорость равна примерно 330 м/с. Чем дальше от нас произошёл разряд молнии, тем Г) \_\_\_\_\_ пауза между вспышкой света и громом.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) понижение;
- 2) повышение;
- 3) длина;



- 4) скорость;
- 5) медленнее;
- 6) быстрее;
- 7) длиннее;
- 8) короче.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Для того чтобы оценить, приближается к нам гроза или нет, необходимо измерить:

- 1) время, соответствующее паузе между вспышкой молнии и сопровождающими её раскатами грома;
- 2) время между двумя вспышками молнии;
- 3) время двух последовательных пауз между вспышками молнии и сопровождающими их раскатами грома;
- 4) время, соответствующее длительности раската грома.

3. Какое (-ие) утверждение (-я) справедливо (-ы)?

А. Громкость звука всегда ослабевает в конце громовых раскатов.

Б. Измеряемый интервал времени между молнией и сопровождающим её громовым раскатом никогда не бывает более 1 мин.

1) только А; 2) только Б; 3) и А, и Б; 4) ни А, ни Б.

4. На улице гроза, идёт сильный дождь. Какое явление мы зафиксируем раньше: услышим гром или увидим молнию? Ответ поясните.

5. Как направлен (сверху вниз или снизу вверх) электрический ток разряда внутриоблачной молнии при механизме электризации, описанном в тексте? Ответ поясните.

### **3.7. Токи Фуко**

Рассмотрим простейший опыт, демонстрирующий возникновение индукционного тока в замкнутом витке из провода, помещённом в изменяющееся магнитное поле. Судить о наличии в витке индукционного тока можно по нагреванию проводника. Если, сохраняя прежние внешние размеры витка, сделать его из более толстого провода, то сопротивление витка уменьшится, а индукционный ток возрастет. Мощность, выделяемая в витке в виде тепла, увеличится.

Индукционные токи при изменении магнитного поля возникают и в массивных образцах металла, а не только в проволочных контурах. Эти токи обычно называют вихревыми токами, или токами Фуко, по имени открывшего их французского физика. Направление и сила вихревого тока зависят от формы образца, от направления и скорости изменяющегося магнитного поля, от свойств материала, из которого сделан образец. В массивных проводниках вследствие малости электрического сопротивления токи могут быть очень большими и вызывать значительное нагревание.

Если поместить внутрь катушки массивный железный сердечник и пропустить по катушке переменный ток, то сердечник нагревается очень сильно. Чтобы уменьшить нагревание, сердечник набирают из тонких пластин, изолированных друг от друга слоем лака.

Токи Фуко используются в индукционных печах для сильного нагрева и даже плавления металлов. Для этого металл помещают в переменное магнитное поле, создаваемое током частотой 500–2000 Гц.

Тормозящее действие токов Фуко используется для создания магнитных успокоителей — демпферов. Если под качающейся в горизонтальной плоскости магнитной стрелкой расположить массивную медную пластину, то возбуждаемые в медной пластине токи Фуко будут тормозить колебания стрелки. Магнитные успокоители такого рода используются в гальванометрах и других приборах.

### **Задания к тексту «Токи Фуко»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Рассмотрим простейший опыт, демонстрирующий возникновение индукционного тока в замкнутом витке из провода, помещённом в изменяющееся магнитное поле. Судить о наличии в витке индукционного тока можно по нагреванию проводника. Если, сохраняя прежние внешние размеры витка, сделать его из более толстого провода, то сопротивление витка А) \_\_\_\_\_, а индукционный ток Б) \_\_\_\_\_. Мощность, выделяемая в витке в виде тепла, В) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Сила вихревого тока, возникающего в массивном проводнике, помещённом в переменное магнитное поле, зависит:

- 1) только от формы проводника;
- 2) только от материала и формы проводника;
- 3) только от скорости изменения магнитного поля;
- 4) от скорости изменения магнитного поля, от материала и формы проводника.

3. В переменном магнитном поле железный сердечник, набранный из тонких изолированных пластин, по сравнению со сплошным сердечником будет нагреваться:

- 1) меньше, так как его электрическое сопротивление будет меньше;
- 2) меньше, так как его электрическое сопротивление будет больше;
- 3) больше, так как его электрическое сопротивление будет меньше;
- 4) больше, так как его электрическое сопротивление будет больше.

4. Медная пластина, подвешенная на длинной изолирующей ручке, совершает свободные колебания. Если пластину отклонить от положения равновесия и отпустить так, чтобы она вошла со скоростью в пространство между полюсами постоянного магнита (рис. 43), то:

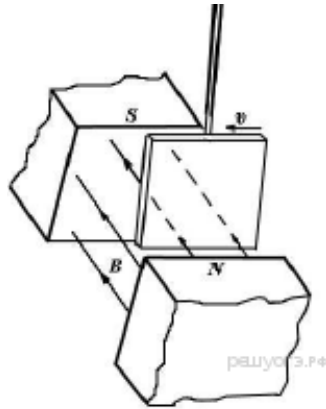


Рис. 43

- 1) частота колебаний пластины возрастет;
- 2) амплитуда колебаний пластины увеличится;
- 3) колебания пластины резко затухнут;
- 4) пластина будет совершать обычные свободные колебания.

5. Какой железный сердечник будет больше нагреваться в переменном магнитном поле: сердечник, набранный из тонких изолированных пластин, или сплошной сердечник? Ответ поясните.

### 3.8. Термоэлементы

Рассмотрим цепь, составленную из проводников, изготовленных из разных металлов (рис. 44). Если места спаев металлов находятся при одной температуре, то тока в цепи не наблюдается. Положение станет совершенно иным, если мы нагреем какой-либо из спаев,

например, спай *a*. В этом случае гальванометр показывает наличие в цепи электрического тока, протекающего всё время, пока существует разность температур между спаями *a* и *b*.

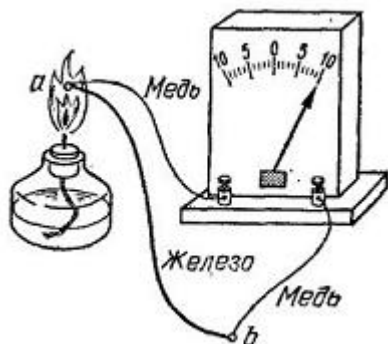


Рис. 44

Величина протекающего тока приблизительно пропорциональна разности температур спаев. Направление тока зависит от того, какой из спаев находится на участке цепи, где более высокая температура. Если спай *a* не нагревать, а охлаждать (поместить, например, в сухой лёд), то ток потечёт в обратном направлении.

Описанное явление было открыто в 1821 г. немецким физиком Зеебеком и получило название термоэлектричества, а всякую комбинацию проводников из разных металлов, образующих замкнутую цепь, называют термоэлементом.

Важным применением металлических термоэлементов является их использование для измерения температуры. Термоэлементы, используемые для измерения температуры (так называемые термопары), обла-

дают перед обычными жидкостными термометрами рядом преимуществ: термопары можно использовать для измерения как очень высоких (до 2000 °С), так и очень низких температур. Более того, термопары дают более высокую точность измерения температуры и гораздо быстрее реагируют на изменение температуры.

### Задания к тексту «Термоэлементы»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Рассмотрим цепь, составленную из проводников, изготовленных из разных металлов (рис. 45). Если места спаев металлов находятся при А) \_\_\_\_\_ температуре, то тока в цепи не наблюдается. Положение станет совершенно иным, если мы нагреем какой-либо из спаев, например, спай а. В этом случае Б) \_\_\_\_\_ показывает наличие в цепи электрического тока, протекающего всё время, пока существует разность температур между спаями а и б.

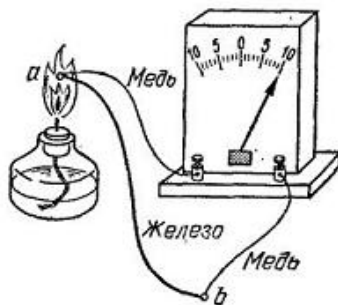


Рис. 45

Величина протекаемого тока приблизительно пропорциональна разности температур спаев. Направление тока зависит от того, какой из спаев находится на участке цепи, где более В) \_\_\_\_\_ температура. Если спай а не нагревать, а охлаждать (поместить, например, в сухой лёд), то ток потечёт в обратном направлении.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) разной;
- 2) одинаковой;
- 3) высокая;
- 4) низкая;
- 5) гальванометр.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Термоэлемент – это \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ :

- 1) замкнутая цепь, состоящая из комбинации проводников из разных металлов;
- 2) замкнутая цепь, состоящая из комбинации металлических проводников и гальванометра;
- 3) явление протекания электрического тока в замкнутой цепи, состоящей из парных металлов;
- 4) явление протекания электрического тока в замкнутой цепи, состоящей из разных металлов, при возникновении разности температур спаев.



3. В термоэлементе происходит преобразование:
- 1) химической энергии в энергию электрического тока;
  - 2) энергии электрического тока в химическую энергию;
  - 3) тепловой энергии в энергию электрического тока;
  - 4) энергии электрического тока в тепловую энергию.
4. При нагревании спаев термопары из меди и константана до температур  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  через гальванометр проходит электрический ток (рис. 46).

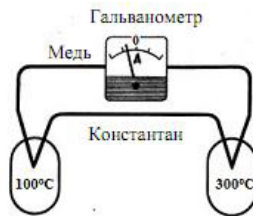


Рис. 46

Какой из рисунков (см. рис. 47) правильно отражает показания гальванометра для новой разности температур спаев ?

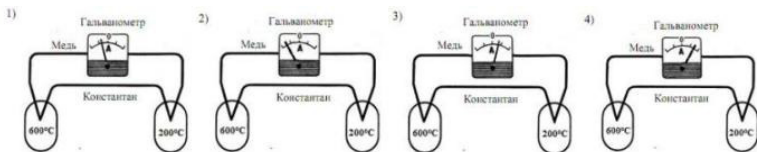


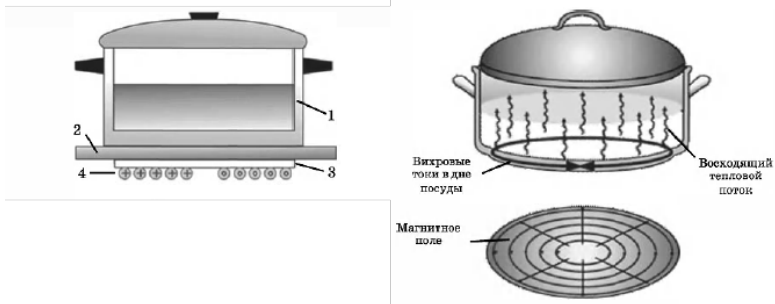
Рис. 47

5. Какое преобразование энергии происходит в термоэлементе? Ответ поясните.

### **3.9. Принцип действия индукционной плиты**

В основе действия индукционной плиты лежит явление электромагнитной индукции – явление возникновения электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока через площадку, ограниченную контуром проводника. Индукционные токи при изменении магнитного поля возникают и в массивных образцах металла, а не только в проволочных контурах. Эти токи обычно называют вихревыми токами, или токами Фуко, по имени открывшего их французского физика. Направление и сила вихревого тока зависят от формы образца, от направления вектора магнитной индукции и скорости его изменения, от свойств материала, из которого сделан образец. В массивных проводниках вследствие малости электрического сопротивления токи могут быть очень большими и вызывать значительное нагревание.

Принцип работы индукционной плиты показан на рис. 48. Под стеклокерамической поверхностью плиты находится катушка индуктивности, по которой протекает переменный электрический ток, создающий переменное магнитное поле. Частота тока составляет 20–60 кГц. В дне посуды наводятся токи индукции, которые нагревают его, а заодно и помещённые в посуду продукты. Нет никакой теплопередачи снизу вверх, от конфорки через стекло к посуде, а значит, нет и тепловых потерь. С точки зрения эффективности использования потребляемой электроэнергии индукционная плита выгодно отличается от всех других типов кухонных плит: нагрев происходит быстрее, чем на газовой или обычной электрической плите, а КПД нагрева у индукционной плиты выше, чем у этих плит.



Устройство индукционной плиты: 1 – посуда с дном из ферромагнитного материала; 2 – стеклокерамическая поверхность; 3 – слой изоляции; 4 – катушка индуктивности

Рис. 48

Индукционные плиты требуют применения металлической посуды, обладающей ферромагнитными свойствами (к посуде должен притягиваться магнит). Причем чем толще дно, тем быстрее происходит нагрев.

### Задания к тексту

#### «Принцип действия индукционной плиты»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В основе действия индукционной плиты лежит явление А) \_\_\_\_\_ – явление возникновения электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока через площадку, ограниченную контуром проводника. Индукционные токи при изменении магнитного поля возникают и в массивных образцах металла, а не только в проволочных конту-

рах. Эти токи обычно называют Б) \_\_\_\_\_, или токами Фуко, по имени открывшего их французского физика. Направление и сила вихревого тока зависят от формы образца, от направления вектора магнитной индукции и скорости его изменения, от свойств материала, из которого сделан образец. В массивных проводниках вследствие малости электрического сопротивления токи могут быть очень В) \_\_\_\_\_ и вызывать значительное нагревание.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) большими;
- 2) малыми;
- 3) электромагнитная индукция;
- 4) вихревые токи;
- 5) токи.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Сила вихревого тока, возникающего в массивном проводнике, помещённом в переменное магнитное поле, зависит:

- 1) только от формы проводника;
- 2) только от материала и формы проводника;
- 3) только от скорости изменения магнитного поля;
- 4) от скорости изменения магнитного поля, от материала и формы проводника;

3. Дно посуды для индукционных плит может быть выполнено из;

- 1) стали;
- 2) алюминия;
- 3) меди;
- 4) стекла.

4. Выберите из предложенного перечня два верных утверждения и запишите номера, под которыми они указаны.

1) Действие индукционной плиты основано на действии магнитного поля на проводник с током.

2) Нагревание продуктов в посуде на индукционной плите связано с тепловым действием электрического тока.

3) Индукционный ток, нагревающий посуду, зависит от частоты переменного тока в катушке индуктивности.

4) Дно посуды для индукционных плит может быть выполнено из стекла.

5) КПД нагрева у обычной электрической плиты выше, чем у индукционной.

5. Какое физическое явление лежит в основе действия индукционной плиты?

6. Изменится ли, если изменится, то как, время нагревания кастрюли на индукционной плите при увеличении частоты переменного электрического тока в катушке индуктивности под стеклокерамической поверхностью плиты? Ответ поясните.

### **3.10. Магниты**

Учитель сказал на уроке, что наша планета Земля – это огромный магнит. Поэтому мы и можем пользоваться компасом, стрелка которого – это тоже магнит. Саша нашёл дома обычный ручной компас

(а не из мобильного телефона) и увидел, что один конец его стрелки – синий, а другой – красный. Причем синий конец показывает на север Земного шара, а красный – на юг.

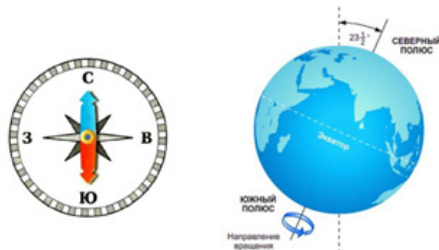


Рис. 49

Саша помнил, что у всех магнитов есть два магнитных полюса: северный и южный. И обычно северный полюс (его обозначают буквой N) красят синим цветом, а южный полюс (буква S) – красным цветом. Значит, и у стрелки компаса синий конец – это северный магнитный полюс, а красный конец – южный магнитный полюс. Ещё Саша знал, что если приблизить два магнита друг к другу разными магнитными полюсами, то они будут притягиваться, а если одинаковыми полюсами, то они будут отталкиваться друг от друга.

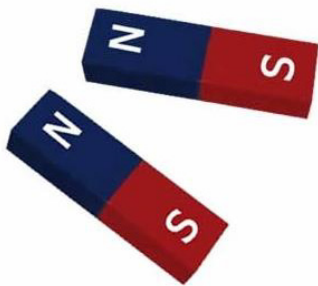


Рис. 50

**Задания к тексту**  
**«Магниты»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

У обычного ручного компаса, один конец его стрелки – синий, а другой – красный. Причем синий конец показывает на А) \_\_\_\_\_ Земного шара, а красный – на Б) \_\_\_\_\_.

Если приблизить два магнита друг к другу разными магнитными полюсами, то они будут В) \_\_\_\_\_, а если одинаковыми полюсами, то они будут Г) \_\_\_\_\_ друг от друга.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) отталкиваться;
- 2) притягиваться;
- 3) север;
- 4) юг.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Какой магнитный полюс Земли расположен на севере Земли? Выберите правильный ответ. Объясните свой выбор.

1. Северный;
2. Южный.
3. Узнав, что Саша заинтересовался магнитами, Марина задала ему такую задачу. Она положила пе-

ред ним два совершенно одинаковых на вид брусочка и сказала: «Один брусочек сделан из обычного железа, а другой – это магнит. Как ты сможешь различить, где магнит, а где обычное железо, если у тебя есть свой магнит с обозначенными магнитными полюсами?»



Рис. 51

Объясните, что должен сделать Саша, чтобы определить, где брусок из обычного железа, а где магнит.

4. Саше удалось посмотреть, как работают магнитные краны. Он видел, как такой кран захватывает металлический лом и переносит его в нужное место для дальнейшей переработки. Магниты в магнитных кранах такие сильные, что они могут поднять сразу несколько тонн груза (рис. 52).



Рис. 52



Однако Саша обнаружил, что магнит крана притягивает не все металлические предметы. Некоторые из них, даже очень маленькие, так и остаются лежать в куче лома, сколько бы к ним ни опускался магнит.

Почему магнитный кран притягивает не все металлические предметы из кучи лома? Выберите один ответ.

А. Предметы из дерева или пластика не притягиваются магнитом.

Б. Железо притягивается магнитом, а большинство других металлов – нет.

В. Некоторые металлические предметы отталкиваются магнитом.

Г. Очень тяжёлые металлические предметы не притягиваются магнитом.

5. Саше удалось достать набор магнитов, сделанных из какого-то нового материала. На рисунке ниже эти магниты более светлые. Он захотел сравнить, из какого материала получается более сильный магнит, из нового или из того, из которого сделаны его обычные магниты. Они – чёрного цвета (рис. 53).

Какую пару магнитных брусков ему надо выбрать для сравнения, чтобы исследовать, из какого материала получатся более сильные магниты? Выберите один ответ.

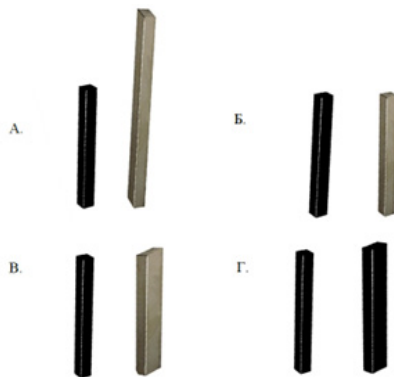


Рис. 53

### 3.11. Масс-спектрограф

Масс-спектрограф — это прибор для разделения ионов по величине отношения их заряда к массе. В самой простой модификации схема прибора представлена на рисунке 54.

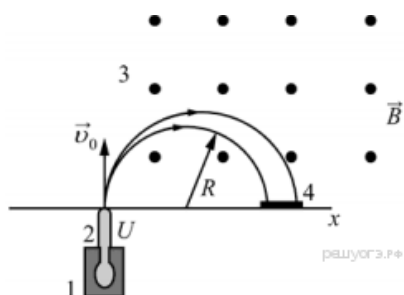


Рис. 54

Исследуемый образец специальными методами (испарением, электронным ударом) переводится в газообразное состояние, затем образовавшийся газ ионизируется в источнике 1. Затем ионы ускоряются электрическим полем и формируются в узкий пучок в ускоряющем устройстве 2, после чего через узкую входную щель попадают в камеру 3, в которой создано однородное магнитное поле. Магнитное поле изменяет траекторию движения частиц. Под действием силы Лоренца ионы начинают двигаться по дуге окружности и попадают на экран 4, где регистрируется место их попадания. Методы регистрации могут быть различными: фотографические, электронные и т. д.

Радиус траектории определяется по формуле:

$$R = \sqrt{\frac{2Um}{B^2 q}},$$

где  $U$  – электрическое напряжение ускоряющего электрического поля;  $B$  – индукция магнитного поля;  $m$  и  $q$  – соответственно масса и заряд частицы.

Так как радиус траектории зависит от массы и заряда иона, то разные ионы попадают на экран на различном расстоянии от источника, что и позволяет их разделять и анализировать состав образца.

В настоящее время разработаны многочисленные типы масс-спектрометров, принципы работы которых отличаются от рассмотренного выше. Изготавливаются, например, динамические масс-спектрометры, в которых массы исследуемых ионов определяются по времени пролёта от источника до регистрирующего устройства.

### Задания к тексту «Масс-спектрограф»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Масс-спектрограф – это прибор для разделения ионов по величине отношения их заряда к массе. В самой простой модификации схема прибора представлена на рисунке 55.

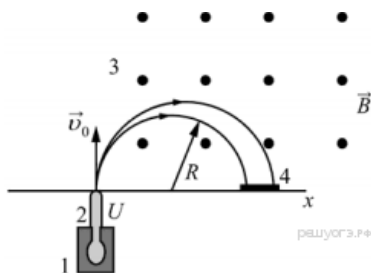


Рис. 55

Исследуемый образец специальными методами (испарением, электронным ударом) переводится в газообразное состояние, затем образовавшийся газ ионизируется в источнике 1. Затем ионы ускоряются А) \_\_\_\_\_ полем и формируются в узкий пучок в ускоряющем устройстве 2, после чего через узкую входную щель попадают в камеру 3, в которой создано однородное Б) \_\_\_\_\_ поле. Это поле изменяет траекторию движения частиц. Под действием В) \_\_\_\_\_ ионы начинают двигаться по дуге окружности и попадают на экран 4, где регистрируется место их попадания. Методы регистрации могут быть различными: фотографические, электронные и т. д. Так как радиус траектории зависит от массы и заряда иона, то разные ионы попадают на экран на различном Г) \_\_\_\_\_, что и позволяет их разделять и анализировать состав образца.

Список слов и словосочетаний:

- 1) магнитное;
- 2) электрическое;
- 3) сила Ампера;
- 4) сила Лоренца;
- 5) сила тяжести;
- 6) расстояние от источника;
- 7) участок спектра.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. В масс-спектрографе

1) электрическое и магнитное поля служат для ускорения заряженной частицы

2) электрическое и магнитное поля служат для изменения направления движения заряженной частицы

3) электрическое поле служит для ускорения заряженной частицы, а магнитное поле служит для изменения направления её движения

4) электрическое поле служит для изменения направления движения заряженной частицы, а магнитное поле служит для её ускорения

3. При увеличении магнитной индукции в 2 раза радиус окружности, по которой движется заданная заряженная частица,

1) увеличится в 2 раза

2) увеличится в 4 раза

3) уменьшится в 2 раза

4) уменьшится в 4 раза

4. В магнитное поле спектрографа влетели с одинаковой скоростью две заряженные частицы. Какая из частиц (1 или 2) имеет положительный заряд? Ответ поясните.

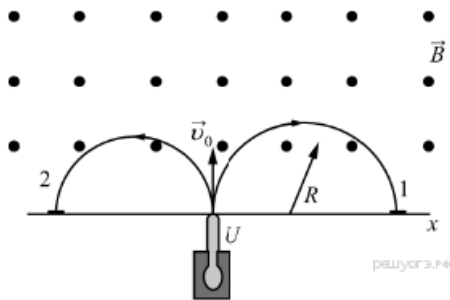


Рис. 56

### 3.12. Эффект Доплера для световых волн

На скорость света не влияет ни скорость источника света, ни скорость наблюдателя. Постоянство скорости света в вакууме имеет огромное значение для физики и астрономии. Однако частота и длина световой волны меняются с изменением скорости источника или наблюдателя. Этот факт известен как эффект Доплера.

Предположим, что источник, расположенный в точке  $O$ , испускает свет с длиной волны  $\lambda_0$ . Наблюдатели в точках  $A$  и  $B$ , для которых источник света находится в покое, зафиксируют излучение с длиной волны  $\lambda_0$  (рис. 57). Если источник света начинает двигаться со скоростью  $v$ , то длина волны меняется. Для наблюдателя  $A$ , к которому источник света приближается, длина световой волны уменьшается. Для наблюдателя  $B$ , от которого источник света удаляется, длина световой волны увеличивается (рис. 57). Так как в видимой части электромагнитного излучения наименьшим длинам волн соответствует фиолетовый свет, а наибольшим — красный, то говорят, что для приближающегося источника света наблюдается смещение длины волны в фиолетовую сторону спектра, а для удаляющегося источника света — в красную сторону спектра.

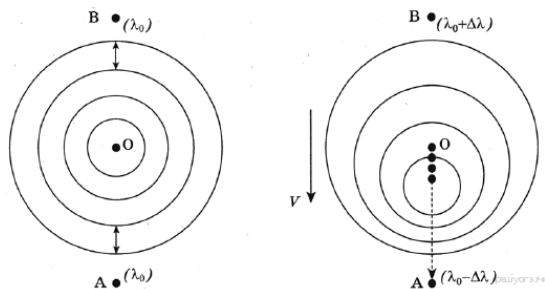


Рис. 57

Изменение длины световой волны зависит от скорости источника относительно наблюдателя (по лучу зрения) и определяется формулой Доплера:

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

Эффект Доплера нашёл широкое применение, в частности в астрономии, для определения скоростей источников излучения.

### **Задания к тексту «Эффект Доплера для световых волн»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Предположим, что источник, расположенный в точке О, испускает свет с длиной волны  $\lambda_0$ . Наблюдатели в точках А и В, для которых источник света находится в покое, зафиксировали излучение с длиной волны  $\lambda_0$  (рис. 58). Если источник света начинает двигаться со скоростью  $v$ , то длина волны меняется. Для наблюдателя А, к которому источник света приближается, длина световой волны А) \_\_\_\_\_. Для наблюдателя В, от которого источник света удаляется, длина световой волны Б) \_\_\_\_\_ (рис. 58). Так как в видимой части электромагнитного излучения наименьшим длинам волн соответствует В) \_\_\_\_\_ свет, а наибольшим – Г) \_\_\_\_\_, то говорят, что для приближающегося источника света наблюдается смещение длины волны в фиолетовую сторону спектра, а для удаляющегося источника света – в красную сторону спектра.

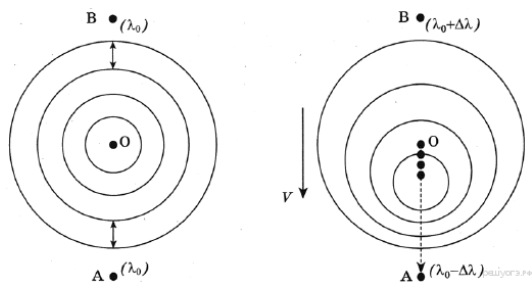


Рис. 58

Список слов и словосочетаний:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) красный;
- 4) фиолетовый.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Наблюдатель, к которому источник света приближается, зафиксирует

- 1) увеличение скорости света и уменьшение длины световой волны;
- 2) увеличение скорости света и увеличение длины световой волны;
- 3) уменьшение длины световой волны;
- 4) увеличение длины световой волны.



3. Примерно 100 лет назад американский астроном Весто Слайфер обнаружил, что длины волн в спектрах излучения большинства галактик смещены в красную сторону. Этот факт может быть связан с тем, что:

1) галактики разбегаются (Вселенная расширяется);

2) галактики сближаются (Вселенная сжимается);

3) Вселенная бесконечна в пространстве;

4) Вселенная неоднородна.

4. Эффект Доплера справедлив и для звуковых волн. Что происходит с высотой тона для звукового сигнала поезда при его удалении от наблюдателя. Ответ поясните.

5. Как меняется воспринимаемая высота тона звукового сигнала поезда при его приближении к наблюдателю? Ответ поясните.

### **3.13. Зимний водопровод на даче**

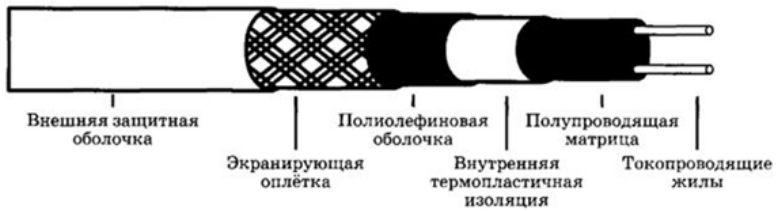
Такое свойство грунта, как его промерзание, — важный фактор, который следует учитывать при возведении нового жилого или промышленного объекта. Скорость и глубина промерзания грунта зависят от многих составляющих: от самого типа породы (см. таблицу 11); природной влажности; значений отрицательных температур; наличия снегового покрова и др. Знание этого показателя необходимо, если вы хотите возвести прочный и долговечный фундамент для дома, построить зимний водопровод.

**Таблица 11 – Нормативная глубина промерзания почвы  
в некоторых городах России**

Город	Глубина промерзания грунта, м		
	суглинки и глины	песок мелкий, супесь	песок крупный, гравелистый
Архангельск	1,56	1,90	2,04
Вологда	1,43	1,74	1,86
Екатеринбург	1,57	1,91	2,04
Казань	1,43	1,75	1,87
Курск	1,06	1,29	1,38
Москва	1,10	1,34	1,44

Для функционирования водопровода в зимнее время трубы укладывают в грунт ниже уровня промерзания земли. Трубы, как правило, утепляют подстилкой из песка или полипропиленовыми чехлами. Однако всегда существует участок водопровода, подводящий воду непосредственно в дом и нуждающийся в дополнительной защите от промерзания. Одним из решений в этом случае является использование на этом участке водопровода специального кабеля, который помещается в трубу и подогревает на этом участке воду.

Саморегулирующий греющий кабель – разновидность нагревательных проводников, которые способны самостоятельно изменять выделение тепла в зависимости от температуры окружающей среды. Устройство саморегулирующего проводника представлено на рис. 59.



**Рис. 59. Устройство саморегулирующего проводника**

Основным устройством в конструкции является нагревательная проводящая матрица. Отдельные участки (нагревательные элементы) матрицы подсоединяются параллельно к токпроводящим медным проводникам, которые, в свою очередь, подключены к внешнему источнику тока. Принцип работы полимерной матрицы заключается в следующем: при уменьшении температуры на любом участке матрицы электрическое сопротивление уменьшается. Потребляемая мощность при этом увеличивается, и элемент нагревается до более высокой температуры. И, наоборот, при нагревании матрицы потребляемая мощность начинает снижаться. Таким образом, достигается терморегуляция (рис. 60).



**Рис. 60. Регулирование температуры**

Слои изоляции, защитной экранирующей оплётки, внешней оболочки выполняют функции термозащиты, а также защиты от механических и электромагнитных внешних воздействий.

### Задания к тексту «Зимний водопровод на даче»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Принцип работы полимерной матрицы заключается в следующем: при уменьшении температуры на любом участке матрицы электрическое сопротивление А) \_\_\_\_\_. Потребляемая мощность при этом Б) \_\_\_\_\_, и элемент нагревается до более высокой температуры. И, наоборот, при нагревании матрицы потребляемая мощность начинает снижаться. Таким образом, достигается В) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) терморегуляция
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. При уменьшении температуры на одном из участков нагревательной матрицы саморегулирующего кабеля

1) электрическое сопротивление участка и сила тока на нём увеличиваются

2) электрическое сопротивление участка и сила тока на нём уменьшаются

3) электрическое сопротивление участка уменьшается, а сила тока на нём увеличивается

4) электрическое сопротивление участка увеличивается, а сила тока на нём уменьшается

3. Выберите верные утверждения, соответствующие содержанию текста.

А) Для одной и той же местности глубина промерзания песчаных почв на 20% и более превышает глубину промерзания глинистых и суглинистых почв.

Б) В водопродонной трубе с помещённым в неё саморегулирующим греющим кабелем нагревание воды происходит преимущественно за счёт энергии, выделяющейся при прохождении электрического тока по медным проводникам.

1) Верно только А

2) Верно только Б

3) Оба утверждения верны

4) Оба утверждения неверны

4. Зависит ли, и если зависит, то как, глубина промерзания почвы от высоты снежного покрова при прочих равных условиях? Ответ поясните.

### **3.14. Магнитные мины**

Любое железное или стальное тело, внесённое в поле магнита, намагничивается, то есть само становится постоянным магнитом. Ещё в шестнадцатом веке английский физик Гильберт заметил, что все железные колонны, стоящие вертикально в Ирландии,

сами по себе становятся магнитами, причём нижний их конец всегда является южным полюсом. Известно, что стальные корпуса кораблей во время постройки приобретают намагниченность за счёт магнитного поля Земли и становятся гигантскими плавающими магнитами.

Самопроизвольное намагничивание железных предметов в магнитном поле Земли было использовано в годы Великой Отечественной войны для устройства магнитных мин, которые устанавливались на некоторой глубине под поверхностью воды и взрывались при прохождении над ними корабля. Механизм, заставляющий мину всплывать и взрываться, приходил в действие, когда магнитная стрелка, вращающаяся вокруг горизонтальной оси, поворачивалась под влиянием магнитного поля проходящего над миной железного корабля, который всегда оказывается самопроизвольно намагниченным.

Исследовательская группа под руководством Игоря Васильевича Курчатова придумала, как обезвредить магнитную мину. Применялись два способа: магнитное траление этих мин и нейтрализация магнитного поля корабля.

Первый способ заключался в том, что самолёт, летящий низко над поверхностью моря, проносил над этим участком подвешенный к нему на тросах сильный магнит. Иногда вместо этого опускали на поверхность воды на поплавках кабель в виде кольца и пропускали по этому кольцу ток. Под влиянием поля магнита или тока механизмы всех мин приходили в действие, и мины взрывались, не причиняя вреда.

Второй способ состоял в том, что на самом корабле укреплялись петли из изолированного провода и по ним пропускались токи с таким расчётом, чтобы

магнитное поле этих токов было равно по величине и противоположно по направлению полю корабля (постоянного магнита). Оба поля, складываясь, компенсировали друг друга, и корабль свободно проходил над магнитной миной, не приводя в действие её механизм.

### **Задания к тексту «Магнитные мины»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Любое железное или стальное тело, внесённое в поле магнита, намагничивается, то есть само становится постоянным магнитом. Ещё в шестнадцатом веке английский физик Гильберт заметил, что все железные колонны, стоящие вертикально в Ирландии, сами по себе становятся магнитами, причём нижний их конец всегда является А) \_\_\_\_\_ полюсом. Известно, что стальные корпуса кораблей во время постройки приобретают намагниченность за счёт Б) \_\_\_\_\_ Земли и становятся гигантскими плавающими магнитами.

Самопроизвольное намагничивание железных предметов в магнитном поле Земли было использовано в годы Великой Отечественной войны для устройства В) \_\_\_\_\_, которые устанавливались на некоторой глубине под поверхностью воды и взрывались при прохождении над ними корабля. Механизм, заставляющий мину всплывать и взрываться, приходил в действие, когда магнитная стрелка, вращающаяся вокруг горизонтальной оси, поворачивалась под влиянием Г) \_\_\_\_\_ проходящего над миной

железного корабля, который всегда оказывается самопроизвольно намагниченным.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) магнитное поле;
- 2) магнитные мины;
- 3) южный;
- 4) северный.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Механизм действия магнитных мин в годы Великой Отечественной войны основывался на явлении:

- 1) возникновения электрического тока при изменении магнитного потока поля Земли
- 2) самопроизвольного намагничивания железных предметов в магнитном поле Земли
- 3) пропускания электрического тока по петле из изолированного провода
- 4) всплывания мины под действием реактивной силы струи

3. Один из способов обезвреживания глубинных магнитных мин основывался на нейтрализации магнитного поля корабля. Этот способ заключался в

- 1) использовании постоянных магнитов, подвешенных на тросах к кораблю
- 2) использовании постоянных магнитов, подвешенных на тросах к пролетающему над морем самолёту:



3) пропускании электрического тока в кольцевых проводах, закреплённых поплавками на поверхности воды;

4) пропускании электрического тока по кольцевым проводам, закреплённым на корабле;

4. Из какого материала – стали или дерева – следует строить научно-исследовательские корабли для изучения магнитного поля Земли? Ответ поясните.

### **3.15. Опыты Гильберта по магнетизму**

В 1600 году была напечатана книга Вильяма Гильберта «О магните», которая содержит много опытов по магнетизму.

Гильберт выдвинул гипотезу, что наша Земля – большой круглый магнит, причём он полагал, что географические полюсы почти совпадают с магнитными. Гильберт вырезал из природного магнита шар так, чтобы в нём получились полюсы в двух диаметрально противоположных точках. Этот шарообразный магнит он назвал тереллой, то есть маленькой Землёй. Приближая к ней подвижную магнитную стрелку, можно наглядно показать, как меняются положения магнитной стрелки, которые она принимает в различных точках земной поверхности: на экваторе стрелка расположена параллельно плоскости горизонта, на полюсе – перпендикулярно плоскости горизонта (рис. 61). Угол, на который отклоняется магнитная стрелка в вертикальной плоскости от плоскости горизонта, называется углом наклона.

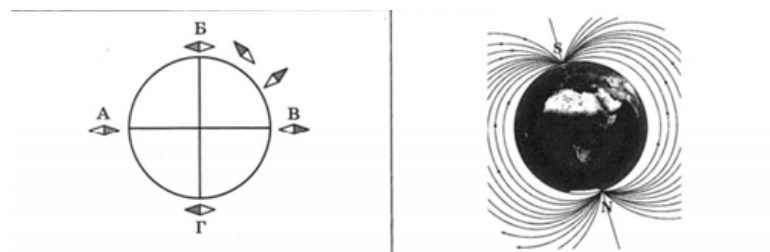


Рис. 61

На рис. 61 схематично изображены магнитные линии Земли. На экваторе величина вектора магнитной индукции составляет примерно 30 мкТл, на географической широте 500 – примерно 50 мкТл.

В своей работе Гильберт рассмотрел также различные способы намагничивания железа. Рассмотрим опыт, обнаруживающий «магнетизм через влияние».

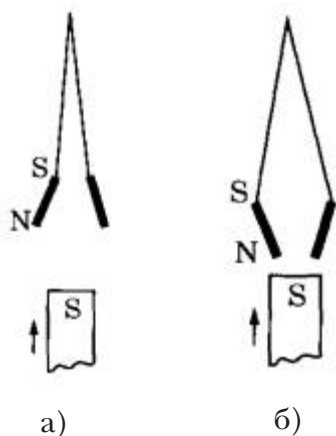


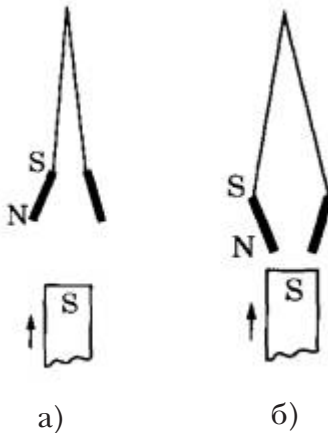
Рис. 62

Подвесим на нитках две железные полоски параллельно друг другу и будем медленно подносить к ним большой постоянный магнит. При этом нижние концы полосок расходятся, так как намагничиваются одинаково (рис. 62а). При дальнейшем приближении магнита нижние концы полосок несколько сходятся, так как притяжение полосок к магниту становится больше, чем отталкивание полосок друг от друга (рис. 62б).

**Задания к тексту**  
**«Опыты Гильберта по магнетизму»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Рассмотрим опыт, обнаруживающий «магнетизм через влияние». Подвесим на нитках две железные полоски параллельно друг другу и будем медленно подносить к ним большой постоянный магнит. При этом нижние концы полосок А) \_\_\_\_\_, так как намагничиваются одинаково (рис. 63а). При дальнейшем приближении магнита нижние концы полосок несколько Б) \_\_\_\_\_, так как притяжение полосок к магниту становится В) \_\_\_\_\_, чем отталкивание полосок друг от друга (рис. 63б).



**Рис. 63**

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) больше;
- 2) меньше;

- 3) сходятся;
- 4) расходятся.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Магнитные полюсы тереллы расположены в точках:

- 1) А и Б;
- 2) А и В;
- 3) В и Г;
- 4) Б и Г.

3. Какое утверждение верно?

1) На рисунках 63а и 63б в обоих случаях на нижнем конце правой полоски возникает северный полюс.

2) На рисунках 63а и 63б в обоих случаях на нижнем конце правой полоски возникает южный полюс.

3) На нижнем конце правой полоски возникает северный полюс на рисунке 63а и южный полюс на рисунке 63б.

4) На нижнем конце правой полоски возникает южный полюс на рисунке 63а и северный полюс на рисунке 63б.

4. Как меняется угол наклона магнитной стрелки по мере движения по земному шару вдоль меридиана от экватора к полюсу?

- 1) Все время увеличивается;
- 2) все время уменьшается;
- 3) сначала увеличивается, затем уменьшается;

4) сначала уменьшается, затем увеличивается.

5. Изменяется ли, и если изменяется, то как, величина магнитного поля Земли и угол наклона магнитной стрелки по мере движения по земной поверхности вдоль меридиана от экватора к полюсу?

### **3.16. Опыты Гальвани**

В 1780 году Л. Гальвани – профессор анатомии Булонского университета в Италии, проводил в своей лаборатории не только препарирование лягушек, но и опыты с электрофорной машиной.

Гальвани знал и о таком воздействии электричества, как непроизвольное сокращение мышц человека при касании полюсов электрофорной машины или при встрече с электрическим скатом в воде. Он препарировал в лаборатории лягушек и изучал, как мышца лягушки сокращается при прикладывании к её концам проводов от заряженных шариков электрофорной машины (опыт 1).

Однажды при его работе с помощниками было замечено, что мышца лягушки сокращается, когда Гальвани касается её скальпелем, а его помощник производит разряд между полюсами электрофорной машины. Несмотря на то что ничего, кроме воздуха, между мышцей и полюсами электрофорной машины нет, препарированная лягушка «дёргает лапкой» (опыт 2).

В дальнейших опытах было выяснено, что сокращение мышц происходит при касании двух разных точек мышцы медным проводом и стальным скальпелем, которые контактируют между собой (опыт 3).

Гальвани также провёл и опыты с участием грозовых молний. Мышца лягушки, к которой был присоединён провод, натянутый вдоль дома, сокращалась в такт разряду молнии (опыт 4).

### Задания к тексту «Опыты Гальвани»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Однажды при работе Л. Гальвани с помощниками было замечено, что мышца лягушки сокращается, когда Гальвани касается её скальпелем, а его помощник производит разряд между полюсами электрофорной машины. Несмотря на то, что ничего, кроме А) \_\_\_\_\_, между мышцей и полюсами электрофорной машины нет, препарированная лягушка «дёргает лапкой» (опыт 2).

В дальнейших опытах было выяснено, что сокращение мышц происходит при касании двух разных точек мышцы Б) \_\_\_\_\_ проводом и В) \_\_\_\_\_ скальпелем, которые контактируют между собой (опыт 3).

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) сталь;
- 2) медь;
- 3) воздух;
- 4) ртуть.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Выберите наиболее научное с современной точки зрения объяснение опыта 2.

1) Мертвая лягушка некоторое время сохраняет способность «слышать» громкий звук, которым сопровождается электрический заряд.

2) Электрический разряд сопровождается яркой вспышкой, а препарированная лягушка некоторое время сохраняет способность реагировать на яркий свет.

3) Скальпель, улавливая невидимые электромагнитные волны (служит антенной), создает на разных частях мышцы электрическое напряжение, воспроизводя условия опыта 1.

4) Свет, попадая на блестящий скальпель, отражается от него, оказывая световое давление, и лапка «дергается» от резкого механического толчка.

3. Известно, что химический источник тока был изобретен другим итальянским профессором А. Вольта в спорах о толковании опыта 3 и назван «гальваническим элементом» в честь Луилжи Гальвани. Вольта считал, что электрическая жидкость, присутствующая в двух разнородных металлах, смещается в сторону одного из них. Соединяя пластины из меди и цинка он добился того, что касание свободных концов соединенных пластин кончиком языка вызывает на языке кислинку (как клеммы «+» и «-» современных батареек). Развитие этой идеи привело А. Вольта к усилению эффекта и созданию источника высокого напряжения – «вольтова столба». Он представляет собой высокую стопку из пар медных и цинковых дисков, про-

долженных дисками из сукна, пропитанного щелочью. Касание клемм «вольтова столба» приводило уже к сокращению мышц человека – «электрическому удару».

Поставьте в соответствие элементы установок в опыте 3 Гальвани и в опытах Вольта и современные устройства, выполняющие сходные функции.

ОБОРУДОВАНИЕ ВРЕМЕН  
ГАЛЬВАНИ И ВОЛЬТА

- А) лапка препарированной лягушки;
- Б) скальпель, соединенный с медным проводом;
- В) человеческий язык

СОВРЕМЕННОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ

- 1) одноразовый пластмассовый стаканчик;
- 2) цинковая и серебряная пластины, спаянные между собой серебряным припоем;
- 3) вольтметр

*Ответ:*

А	Б	В

4. В чем общность современного толкования опытов 2 и 4, проведенных Гальвани? Ответ поясните.

### 3.17. Пьезоэлектричество

В 1880 году французские учёные – братья Пьер и Поль Кюри – исследовали свойства кристаллов. Они заметили, что если кристалл кварца сжать с двух сторон, то на его гранях, перпендикулярных направлению сжатия, возникают электрические заряды: на одной грани положительные, на другой – отрицательные. Таким же свойством обладают кристаллы турма-



лина, сегнетовой соли, даже сахара. Заряды на гранях кристалла возникают и при его растяжении. Причем если при сжатии на грани накапливался положительный заряд, то при растяжении на этой грани будет накапливаться отрицательный заряд, и наоборот. Это явление было названо пьезоэлектричеством (от греческого слова «пьеzo» – давя). Кристалл с таким свойством называют пьезоэлектриком.

В дальнейшем братья Кюри обнаружили, что пьезоэлектрический эффект обратим: если на гранях кристалла создать разноимённые электрические заряды, он либо сожмётся, либо растянется в зависимости от того, к какой грани приложен положительный и к какой – отрицательный заряд.

На явлении пьезоэлектричества основано действие широко распространённых пьезоэлектрических зажигалок. Основной частью такой зажигалки является пьезоэлемент – керамический пьезоэлектрический цилиндр с металлическими электродами на основаниях. При помощи механического устройства производится кратковременный удар по пьезоэлементу. При этом на двух его сторонах, расположенных перпендикулярно направлению действия деформирующей силы, появляются разноимённые электрические заряды. Напряжение между этими сторонами может достигать нескольких тысяч вольт. По изолированным проводам напряжение подводится к двум электродам, расположенным в наконечнике зажигалки на расстоянии 3–4 мм друг от друга. Возникающий между электродами искровой разряд поджигает смесь газа и воздуха.

Несмотря на очень большие напряжения (–10 кВ), опыты с пьезозажигалкой совершенно безопасны, так как даже при коротком замыкании сила тока оказывается такой же ничтожно малой и безопасной для здоровья человека, как при электростатических разрядах

при снятии шерстяной или синтетической одежды в сухую погоду.

### Задания к тексту «Пьезоэлектричество»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

На явлении пьезоэлектричества основано действие широко распространённых пьезоэлектрических зажигалок. Основной частью такой зажигалки является А) \_\_\_\_\_ – керамический пьезоэлектрический цилиндр с металлическими электродами на основаниях. При помощи механического устройства производится кратковременный удар по Б) \_\_\_\_\_. При этом на двух его сторонах, расположенных перпендикулярно направлению действия деформирующей силы, появляются В) \_\_\_\_\_ электрические заряды. Г) \_\_\_\_\_ между этими сторонами может достигать нескольких тысяч вольт. По изолированным проводам Д) \_\_\_\_\_ подводится к двум электродам, расположенным в наконечнике зажигалки на расстоянии 3–4 мм друг от друга. Возникающий между электродами искровой разряд поджигает смесь газа и воздуха.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) напряжение;
- 2) одноимённые;
- 3) разноимённые;
- 4) пьезоэлемент.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. Пьезоэлектричество — это явление:

- 1) возникновения электрических зарядов на поверхности кристаллов при их деформации;
- 2) возникновения деформации растяжения и сжатия в кристаллах;
- 3) прохождения электрического тока через кристаллы;
- 4) прохождения искрового разряда при деформации кристаллов.

3. Пьезоэлектрический кристалл сжали в вертикальном направлении. При этом на левой грани образовался положительный заряд. Если теперь на правой грани того же недеформированного кристалла создать положительный заряд, а на левой — отрицательный, то кристалл:

- 1) сожмётся в вертикальном направлении;
- 2) приобретёт отрицательный заряд на верхней грани;
- 3) растянется в вертикальном направлении;
- 4) приобретёт отрицательный заряд на нижней грани.

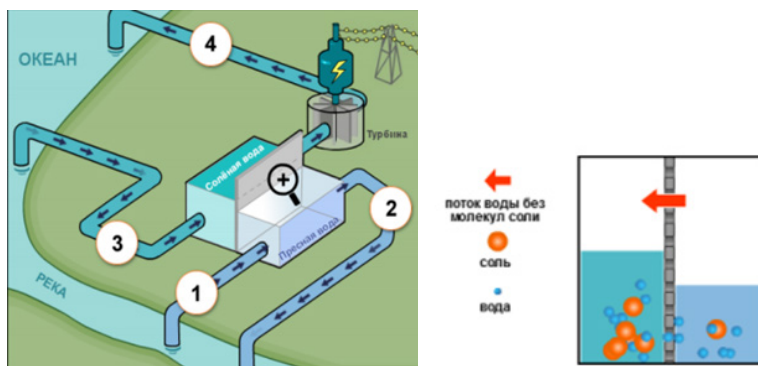
4. В начале XX века французский ученый Поль Ланжевен изобрёл излучатель ультразвуковых волн. Заряжая грани кварцевого кристалла электричеством от генератора переменного тока высокой частоты, он установил, что кристалл совершает при этом колебания с частотой, равной частоте изменения напряжения. Какой (прямой или обратный) пьезоэлектрический эффект лежит в основе действия излучателя? Ответ поясните.

### 3.18. Голубая электростанция

Данная анимация показывает новый вид электростанции, расположенной там, где сходятся пресноводная река и океанская вода. На электростанции для выработки электроэнергии используется разница концентраций соли в двух водоемах. На электростанции пресная вода из реки закачивается через трубу в один резервуар. Соленая вода из океана закачивается в другой резервуар. Два резервуара разделены мембраной, которая пропускает только молекулы воды.

Молекулы воды естественным образом проходят через мембрану из резервуара с низкой концентрацией соли в резервуар с высокой концентрацией соли. Это увеличивает объем и давление воды в резервуаре с соленой водой.

Затем вода под высоким давлением в резервуаре с соленой водой проходит по трубе, приводя в движение турбину, вырабатывающую электроэнергию (рис. 63).



Голубая электростанция

Вид через увеличительное стекло

Рис. 64

**Задания к тексту**  
**«Голубая электростанция»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В речной воде концентрация соли низкая. Поскольку молекулы проходят сквозь мембрану, концентрация соли в резервуаре с пресной водой А) \_\_\_\_\_, а концентрация соли в резервуаре с солёной водой Б) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) снижается;
- 2) повышается.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. На электростанции цифрами отмечены четыре участка. Вода закачивается из реки в участок 1. В каких участках далее по ходу процесса можно обнаружить молекулы воды, которые поступают из реки? Выберите один или более вариантов ответа:

- 1) участок 2;
- 2) участок 3;
- 3) участок 4.

3. На электростанции происходит несколько видов преобразования энергии. Какой вид преобразования энергии идет в турбине и генераторе?

Турбина и генератор преобразуют:

- 1) электрическую в кинетическую;
- 2) кинетическую в электрическую.

4. Многие электростанции используют ископаемые виды топлива, такие как нефть и уголь, в качестве источника энергии. Почему эта новая электростанция считается более экологичной, чем электростанции, использующие ископаемые виды топлива? Ответ поясните.

### **3.19. Электрическая очистка газов**

На промышленных предприятиях широко используется электрическая очистка газов от твердых примесей. Действие электрофильтра основано на применении коронного разряда. Можно проделать следующий опыт: сосуд, наполненный дымом, внезапно делается прозрачным, если в него внести острые металлические электроды, разноименно заряженные от электрической машины.

Простейший электрофильтр состоит из стеклянной трубки, внутри которой содержатся два электрода (металлический цилиндр и натянутая по его оси тонкая металлическая проволока). Электроды подсоединены к электрической машине. Если продувать через трубку струю дыма или пыли и привести в действие машину, то при некотором напряжении, достаточно для зажигания коронного разряда, выходящая струя воздуха становится чистой и прозрачной. Объясняется это тем, что при зажигании коронного разряда воздух внутри трубки сильно ионизируется. Ионы газа прилипают к частицам пыли и тем самым заряжают их. Заряженные частицы под действием электрического поля движутся к электродам и оседают на них.

**Задания к тексту**  
**«Электрическая очистка газов»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Действие А) \_\_\_\_\_ основано на применении коронного разряда. Можно проделать следующий опыт: сосуд, наполненный дымом, внезапно делается прозрачным, если в него внести острые металлические электроды, Б) \_\_\_\_\_ заряженные от электрической машины.

Простейший В) \_\_\_\_\_ состоит из стеклянной трубки, внутри которой содержатся два электрода (металлический цилиндр и натянутая по его оси тонкая металлическая проволока).

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) разноименно;
- 2) одноименно;
- 3) электрофильгр.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Какой процесс наблюдается в газе, находящемся в сильном электрическом поле?

3. На рисунке представлен простейший вид электрофильтра. Почему частички пыли в газах становятся заряженными?

4. При электросварке применяют дуговой разряд. Почему лицо сварщика должно быть закрыто толстым темным стеклом. Ответ поясните.

### **3.20. Индукционное ускорение**

Существует возможность ускорения частиц мало меняющимся за время пролета частицы электрическим полем. Для этого используется бетатрон, который по принципу работы похож на обычный трансформатор. Катушка, называемая обмоткой возбуждения, соответствует первичной обмотке трансформатора, а роль вторичной обмотки выполняет электронный луч. Число оборотов, совершенных электронами в процессе ускорения, соответствует числу витков вторичной обмотки. Основу ускорителя составляет электромагнит, состоящий из магнитопровода и обмоток возбуждения, питаемых переменным током промышленной или повышенной частоты. В воздушном зазоре между полюсными наконечниками электромагнита располагается ускорительная вакуумная камера. Для смещения электронов с орбиты служат смещающие обмотки.

Изобретение относится к ускорительной технике и может быть использовано при создании индукционных циклических ускорителей промышленного назначения. Способ индукционного ускорения заряженных частиц заключается в формировании нарастающего во времени магнитного поля, инжекции в него заряженных частиц, ускорении частиц индукционным электрическим полем, возникающим при изменении магнитного поля и выведении ускоренных частиц. Заряженные частицы ускоряют импульсами индукционного электрического поля с длительностью импуль-



сов, много меньшей времени нарастания поля на орбите и равной половине периода обращения частиц с частотой повторения импульсов, равной частоте обращения частиц. Изобретение позволяет увеличить среднюю мощность.

### **Задания к тексту «Индукционное ускорение»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Существует возможность ускорения частиц мало меняющимся за время пролета частицы А) \_\_\_\_\_. Для этого используется бетатрон, который по принципу работы похож на обычный трансформатор. катушка, называемая обмоткой возбуждения, соответствует первичной обмотке трансформатора, а роль вторичной обмотки выполняет Б) \_\_\_\_\_. Число оборотов, совершенных электронами в процессе ускорения, соответствует числу витков вторичной обмотки. Основу ускорителя составляет В) \_\_\_\_\_, состоящий из магнитопровода и обмоток возбуждения, питаемых переменным током промышленной или повышенной частоты. В воздушном зазоре между полюсными наконечниками Г) \_\_\_\_\_ располагается ускорительная вакуумная камера. Для смещения электронов с орбиты служат Д) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) электрическое поле;
- 2) магнитное поле;
- 3) электромагнит;
- 4) электронный луч;
- 5) смещающие обмотки.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. Основу ускорителя составляет?

3. На рисунке 65 показана схема устройства бетатрона. Данная схема представляет собой трансформатор, у которого первичная обмотка – это обмотка возбуждения магнитного поля, а вторичная обмотка – пучок ускоряемых частиц. С помощью чего происходит ускорение электронов?

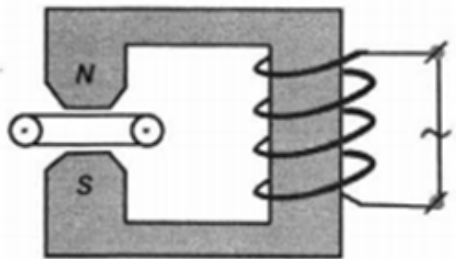


Рис. 65

4. На каком явлении основана работа трансформатора. Ответ поясните.

## ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ III «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ»

### 3.1. Коллайдер

1	2	3	4	5
1325	1	1	3	Окружность, т.к. Сила Лоренца, действующая на заряженную частицу, перпендикулярна скорости и сообщает ей центростремительное ускорение

### 3.2. Циклотрон

1	2	3	4	5
21517	4	3	2	Раскручивающаяся спираль, т.к. При неизменной скорости заряженная частица в магнитном поле циклотрона под действием силы Лоренца движется по окружности. При увеличении скорости радиус окружности увеличивается. Электрическое поле ускоряет частицу, соответственно, увеличивается радиус

### 3.3. Электрическая дуга

1	2	3	4
2; 3; 7; 6	1	3	Да, сможет, т.к. при дуговом газовом разряде столб газов или паров, через которые идёт разряд, имеет высокую температуру – до 6 000 – 7 000 °С. Это намного больше температуры плавления олова, которое является легкоплавким металлом. При этом дуговой разряд имеет не импульсный характер и его можно поддерживать достаточно долгое время, чтобы кусок олова успел расплавиться

### 3.4. Магнитная подвеска

1	2	3	4
345	4	1	1. Увеличить силу тока в электромагните. 2. Сила тяжести, действующая на вагончик, уравновешивается силой взаимодействия между магнитами, которая тем больше, чем больше сила тока в обмотках. Следовательно, чтобы уравновесить большую силу тяжести, необходимо увеличить силу тока

### 3.5. Молния

1	2	3	4	5
21457	3	1	3	Сверху вниз, т.к. согласно описанию, в тексте верхняя часть облака содержит преимущественно мелкие частицы, имеющие избыточный положительный заряд. Внизу облака накапливаются крупные частицы, имеющие избыточный отрицательный заряд. За направление электрического тока принимается направление движения в электрическом поле, создаваемом током, свободной положительно заряженной частицы

### 3.6. Молния и гром

1	2	3	4	5
2457	3	2	Увидим молнию, т.к. свет распространяется примерно в миллион раз быстрее звука.	Сверху вниз, т.к. согласно описанию, в тексте верхняя часть облака содержит преимущественно мелкие частицы, имеющие избыточный положительный заряд. Внизу облака накапливаются крупные частицы, имеющие избыточный отрицательный заряд. За направление электрического тока принимается направление движения в электрическом поле, создаваемом током, свободной положительно заряженной частицы

### 3.7. Токи Фуко

1	2	3	4	5
211	4	2	3	Сплошной сердечник будет нагреваться больше, поскольку он имеет меньшее электрическое сопротивление, чем сердечник, набранный из тонких изолированных пластин. Соответственно, сила вихревого тока в нем будет больше

### 3.8. Термоэлементы

1	2	3	4	5
253	1	3	4	<p>Внутренняя энергия преобразуется в электрическую.</p> <p>При нагревании спаев термоэлемента изменяется их температура, а, следовательно, внутренняя энергия. При этом спаи нагревают до разной температуры. При соединении спаев в цепи термоэлемента появляется электрический ток, следовательно, внутренняя энергия спаев превращается в электрическую энергию</p>

### 3.9. Принцип действия индукционной плиты

1	2	3	4	5	6
341	4	1	23	Электромагнитная индукция	<p>Время нагревания уменьшится.</p> <p>При увеличении частоты тока в катушке индуктивности увеличивается скорость изменения создаваемого им магнитного поля и, следовательно, увеличивается величина вихревого индукционного тока в днище кастрюли. Согласно закону Джоуля-Ленца, увеличение силы тока в проводнике приводит к увеличению количества теплоты, выделяющегося в проводнике за единицу времени</p>

### 3.10. Магниты

1	2	3	4	5
3421	Южный магнитный полюс, поскольку на север направлен северный магнитный полюс компаса, и мы знаем, что притягиваются разноименные магнитные полюсы, то это означает, что на севере Земли расположен южный магнитный полюс	Железный брусок будет притягиваться к магниту, каким бы полюсом ни поднести к нему магнит, а магнитный брусок будет притягиваться или отталкиваться от магнита в зависимости от понесенного к концу бруска полюса	А	Б

### 3.11. Масс-спектрограф

1	2	3	4
2146	3	4	Частица 1 имеет положительный электрический заряд, т.к. на заряженные частицы, влетевшие в магнитное поле масс-спектрографа, действует сила Лоренца, которая изменяет направление движения частицы. Направление силы Лоренца определяется по правилу левой руки. Изменение направления движения для частицы 1 соответствует случаю, когда частица имеет положительный заряд

### 3.12. Эффект Доплера для световых волн

1	2	3	4	5
2143	3	1	Высота тона уменьшается. Т.к. при удалении поезда от наблюдателя длина звуковой волны увеличивается, следовательно, частота звуковых колебаний волны уменьшается. Поскольку высота тона определяется частотой колебаний, то она тоже уменьшается	Высота тона звукового сигнала повышается. Т.к. высота звука связана с его частотой: чем больше частота, тем выше звук. При приближении источника звука к наблюдателю длина звуковой волны уменьшается, а частота увеличивается

### 3.13. Зимний водопровод на даче

1	2	3	4
321	3	1	Глубина промерзания уменьшается с увеличением высоты снежного покрова. Т.к. снег характеризуется низкой теплопроводностью. В мороз снежный покров будет препятствовать процессу теплообмена между более нагретой почвой и холодным воздухом

### 3.14. Магнитные мины

1	2	3	4
3121	2	4	Из дерева. Корабли для изучения магнитного поля Земли следует строить из немагнитных материалов. Стальные детали судна, намагничиваясь, могут своим магнитным полем помешать точным измерениям магнитного поля Земли



### 3.15. Опыты Гильберта по магнетизму

1	2	3	4	5
431	2	1	1	Величина магнитного поля увеличивается. Наклонение магнитной стрелки увеличивается от $0^\circ$ до $90^\circ$

### 3.16. Опыты Гальвани

1	2	3	4
321	3	323	В обоих случаях происходит искровой разряд в воздухе, при котором заряженные частицы (электроны и ионы) движутся ускоренно, при этом излучаются электромагнитные волны, которые, достигая антенны (скальпеля или провода, натянутого вдоль дома), заставляют смещаться в нем электроны. Это создает напряжение на его концах, что вызывает сокращение мышцы препарированной лягушки

### 3.17. Пьезоэлектричество

1	2	3	4
44311	1	3	Обратный пьезоэлектрический эффект, заключается в следующем: если на гранях кристалла создать разноименные электрические заряды, он либо сожмётся, либо растянется. В случае излучателя ультразвуковых волн грани кристалла заряжаются от генератора переменного тока

### 3.18. Голубая электростанция

1	2	3	4
21	13	2	Приводится объяснение, в котором определяется, почему электростанции, сжигающие ископаемое топливо, более вредны для окружающей среды, чем новые электростанции, показанные в этом задании, или определяется особенность новой электростанции, которая делает ее более экологичной

### 3.19. Электрическая очистка газов

1	2	3	4
313	Коронный разряд	Ионы газа прилипают к частицам пыли	От дугового разряда происходит испускание ультрафиолетового излучения вредного для зрения

### 3.20. Индукционное ускорение

1	2	3	4
14335	электромагнит	электрическим полем	электромагнитной индукции

## IV. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

### 4.1. Из истории увеличительных приборов

Среди разнообразия технических конструкций увеличительные приборы занимают особое место. Ведь без них сложно узнать, как устроен окружающий нас мир, особенно когда речь идет о микромире.

Первым увеличительным прибором была лупа, основной частью которой служит собирающая линза. Лупы позволяют получать изображения в 25-кратном увеличении. Раскопки показали, что первые подобные устройства, выполненные из горного хрусталя, имелись у египтян задолго до нашей эры.

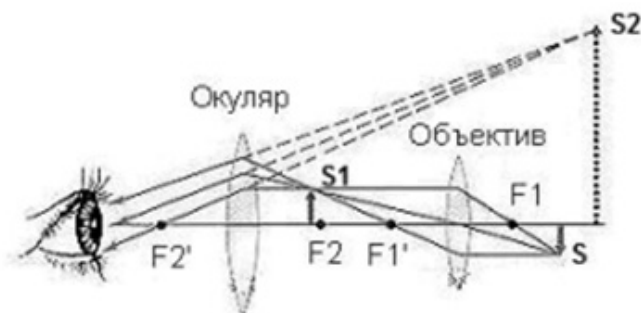
Большим прорывом в развитии увеличительных приборов стали приборы, сконструированные Антони ван Левенгуком. Он выпускал партии оптических микроскопов, которые давали достаточное увеличение, чтобы можно было рассмотреть клеточное строение и мир микроорганизмов.

Однако мы можем повысить разрешающую способность (характеризуется наименьшим расстоянием между двумя точками наблюдаемого объекта, при котором эти точки различимы одна от другой) оптического микроскопа лишь до известного предела. Предельная разрешающая способность микроскопа связана с длиной волны электромагнитного излучения. Фундаментальное ограничение заключается в невозможности получить при помощи электромагнитного излучения изображение объекта, меньшего, чем длина волны этого излучения. Длины волн видимого диапазона составляют примерно от 380 до 760 нм. «Проникнуть глубже» в микромир возможно при применении излучений с меньшими длинами волн.

Сегодня можно выделить несколько разновидностей микроскопов: оптический, или световой; электронный; лазерный; рентгеновский; сканирующий зондовый.

### Оптический микроскоп

Увеличенное изображение предмета в микроскопе получается с помощью оптической системы, состоящей из двух короткофокусных собирающих линз – объектива и окуляра (рис. 66). Предмет  $S$  помещается на расстоянии, немного большем фокусного расстояния объектива. Промежуточное изображение  $S1$  рассматривается глазом через окуляр. Окуляр располагают так, чтобы промежуточное изображение  $S1$  находилось между оптическим центром окуляра и его фокальной плоскостью. Окуляр действует как лупа.  $S2$  – изображение, которое увидит человеческий глаз через окуляр.

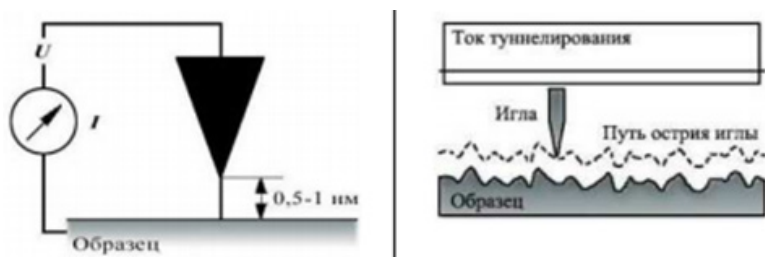


Ход лучей в микроскопе

Рис. 66

## Сканирующий микроскоп

К одной из групп сканирующих зондовых микроскопов относятся сканирующие туннельные микроскопы, в которых используется так называемый «туннельный эффект». Суть туннельного эффекта состоит в том, что электрический ток между острой металлической иглой и поверхностью, расположенной на расстоянии около 1 нм ( $10^{-9}$  м), начинает зависеть не только от напряжения, но и от этого расстояния: чем меньше расстояние, тем больше ток. Если между иглой и поверхностью прикладывать напряжение 10 В, то этот «туннельный» ток может составить от 10 нА до 10 пА. Измеряя этот ток и поддерживая его постоянным, можно сохранять постоянным и расстояние между иглой и поверхностью. Это позволяет строить объёмный профиль поверхности (рис. 67). С помощью сканирующего туннельного микроскопа можно изучать поверхности только металлов или полупроводников.



Игла сканирующего туннельного микроскопа находится на постоянном расстоянии над слоями атомов исследуемой поверхности

Рис. 67

Сканирующий туннельный микроскоп можно использовать и для перемещения атома в точку, выбранную оператором. Если увеличить напряжение между иглой микроскопа и поверхностью образца, то ближайший к ней атом образца превращается в ион и «перескакивает» на иглу. После этого, слегка переместив иглу и изменив напряжение, можно заставить «сбежавший» атом «спрыгнуть» обратно на поверхность образца. Таким образом, можно манипулировать атомами и создавать наноструктуры, т. е. структуры на поверхности, имеющие размеры порядка нанометра.

### **Задания к тексту**

#### **«Из истории увеличительных приборов»**

1. «Туннельный эффект» лежит в основе действия одной из групп:

- 1) световых микроскопов;
- 2) лазерных и рентгеновских микроскопов;
- 3) электронных микроскопов;
- 4) сканирующих зондовых микроскопов.

2. Принципиальное ограничение разрешающей способности микроскопа определяется:

- 1) оптической силой объектива;
- 2) длиной волны используемого излучения;
- 3) интенсивностью используемого излучения;
- 4) оптической силой окуляра.

3. Какие из утверждений для сканирующего туннельного микроскопа верны?

А. Ток туннелирования зависит от электрического напряжения между металлической иглой и исследуемой поверхностью.

Б. Ток туннелирования зависит от расстояния между металлической иглой и исследуемой поверхностью:

1) только А; 2) только Б; 3) и А, и Б; 4) ни А, ни Б.

4. Установите соответствие между объектом на рисунке 1 и тем, что он обозначает: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ОБЪЕКТ НА РИСУНКЕ

ЧТО ОБОЗНАЧАЕТ

А) S;

Б) F<sub>2</sub>

1) фокус окуляра;

2) фокус объектива;

3) изображение предмета в объективе;

4) рассматриваемый предмет

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

5. Выберите все верные утверждения, соответствующие содержанию текста, и обведите их номера:

1) Первый увеличительный прибор был сконструирован Антони ван Левенгуком;

2) Сканирующий туннельный микроскоп позволяет изучать только металлические поверхности;

3) Современные оптические микроскопы позволяют изучать клеточное строение организмов;

- 4) Нанометр составляет миллиардную часть метра  
5) Основной частью лупы является рассеивающая линза

Обведённые цифры запишите в ответ, не разделяя их запятыми

Ответ: \_\_\_\_\_.

6. Продолжите предложение  
«Увеличенное изображение предмета в микроскопе получается с помощью оптической системы, состоящей из ...»

Ответ: \_\_\_\_\_.

7. В приведенной ниже таблице обобщается информация из текста об изображении предмета в микроскопе. Заполните пустые ячейки таблицы. Ячейка может содержать один правильный ответ.

Характеристика	Обозначение
Изображение, которое увидит человеческий глаз через окуляр	
Помещается на расстоянии, немного большем фокусного расстояния объектива	
Рассматривается глазом через окуляр	

8. С помощью сканирующего туннельного микроскопа можно изучать поверхностно только:

- 1) проводников и металлов;
- 2) металлов или полупроводников;



- 3) диэлектриков;
- 4) полупроводников.

9. Длины волн видимого диапазона составляют примерно:

- 1) от 200 до 300 нм;
- 2) от 180 до 280 нм;
- 3) от 380 до 760 нм;
- 4) от 380 до 760 м.

10. Выберите все верные утверждения. Изображение  $S_1$  предмета  $S$ , получаемое через объектив, является (рис. 68):

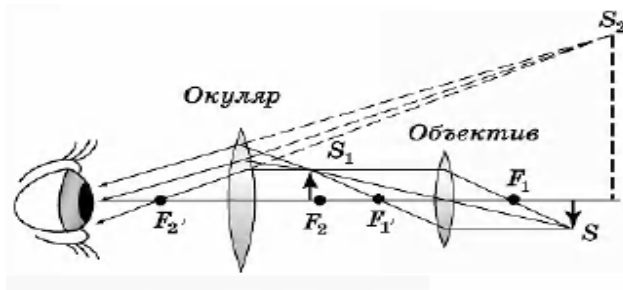
- 1) мнимым;
- 2) уменьшенным;
- 3) увеличенным;
- 4) действительным.

## 4.2. Микроскоп

Человеческий глаз характеризуется определённым разрешением (предельной разрешающей способностью), то есть наименьшим расстоянием между двумя точками наблюдаемого объекта, при котором эти точки ещё могут быть отличены одна от другой. Для нормального глаза при удалении от объекта на расстояние наилучшего видения ( $D = 250$  мм) среднестатистическое нормальное разрешение составляет  $0,176$  мм. Размеры микроорганизмов, большинства растительных и животных клеток, мелких кристаллов, деталей микроструктуры металлов и сплавов и т.д. значительно меньше этой величины.

Увеличение разрешающей способности глаза достигается с помощью оптических приборов. При наблюдении мелких предметов применяют оптический микроскоп.

Увеличенное изображение предмета в микроскопе получается с помощью оптической системы, состоящей из двух короткофокусных собирающих линз — объектива и окуляра (рис. 68). Расстояние между объективом и окуляром можно изменять при настройке на резкость. Предмет  $S$  помещается на расстоянии, немного большем фокусного расстояния объектива. В этом случае объектив даст действительное перевернутое увеличенное изображение  $S_1$  предмета. Это промежуточное изображение рассматривается глазом через окуляр. Окуляр располагают так, чтобы промежуточное изображение  $S_1$  находилось немного ближе его фокальной плоскости. Окуляр действует как лупа.  $S_2$  — изображение, которое увидит человеческий глаз через окуляр.



Ход лучей в микроскопе

Рис. 68

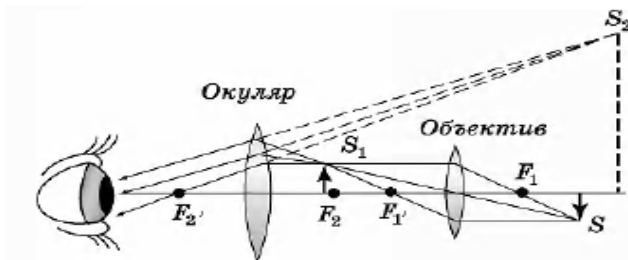
Хороший микроскоп может давать увеличение в несколько сотен раз. Однако, осуществляя большие увеличения, мы можем повысить разрешающую способность микроскопа лишь до известного предела. Это

связано с тем фактом, что становится необходимым учитывать волновые свойства света. Фундаментальное ограничение заключается в невозможности получить при помощи электромагнитного излучения изображение объекта, меньшего по размерам, чем длина волны этого излучения. Предельная разрешающая способность микроскопа связана с длиной волны электромагнитного излучения. «Проникнуть глубже» в микромир возможно при применении излучений с меньшими длинами волн.

### **Задания к тексту «Микроскоп»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Увеличенное изображение предмета в микроскопе получается с помощью оптической системы, состоящей из двух короткофокусных собирающих линз – объектива и окуляра (рис. 69). Расстояние между объективом и окуляром можно изменять при настройке на резкость. Предмет  $S$  помещается на расстоянии, немного большем фокусного расстояния объектива. В этом случае объектив даст А) \_\_\_\_\_ изображение  $S_1$  предмета. Это промежуточное изображение рассматривается глазом через окуляр. Окуляр располагают так, чтобы промежуточное изображение  $S_1$  находилось немного Б) \_\_\_\_\_ его фокальной плоскости. Окуляр действует как В) \_\_\_\_\_.  $S_2$  – изображение, которое увидит человеческий глаз через окуляр.



Ход лучей в микроскопе

Рис. 69

Список слов и словосочетаний:

- 1) лупа;
- 2) дальше;
- 3) ближе;
- 4) действительное перевёрнутое уменьшенное;
- 5) действительное перевёрнутое увеличенное;
- 6) действительное прямое увеличенное.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Принципиальное ограничение разрешающей способности микроскопа определяется:

- 1) оптической силой объектива;
- 2) длиной волны используемого излучения;
- 3) интенсивностью используемого излучения;
- 4) оптической силой объектива и окуляра.

3. Изображение предмета, получаемое через окуляр, является:

- 1) мнимым уменьшенным;
  - 2) мнимым увеличенным;
  - 3) действительным увеличенным;
  - 4) действительным уменьшенным.
4. Можно ли повышать безгранично разрешающую способность микроскопа? Ответ поясните.

### **4.3. Миражи**

Мираж является оптическим явлением в атмосфере, которое делает видимыми предметы, которые в действительности находятся вдали от места наблюдения, отображает их в искажённом виде или создаёт мнимое изображение.

Миражи бывают нескольких видов: нижние, верхние, боковые миражи и другие. Образование миражей связано с аномальным изменением плотности в нижних слоях атмосферы (что, в свою очередь, связано с быстрыми изменениями температуры).

Нижние миражи возникают преимущественно в тех случаях, когда слои воздуха у поверхности Земли (например, в пустыне) очень сильно разогреты и их плотность становится аномально низкой. Лучи света, которые исходят от предметов, начинают преломляться и сильно искривляться. Они описывают дугу у поверхности и подходят к глазу снизу. В таком случае можно увидеть предметы как будто зеркально отражёнными в воде, а на самом деле это перевернутые изображения отдалённых объектов (рис. 70). А мнимое изображение неба создаёт при этом иллюзию воды на поверхности.

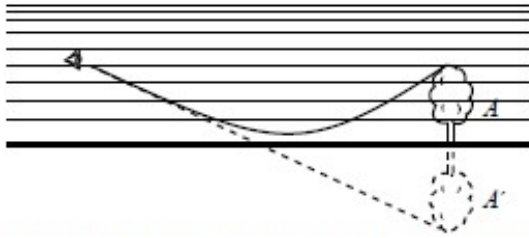


Схема появления нижнего миража А – предмет,  
А' – видимое изображение предмета

**Рис. 70**

Верхние миражи возникают над сильно охлажденной поверхностью, когда над слоем холодного воздуха у поверхности образуется более тёплый верхний слой (рис. 71). Верхние миражи являются наиболее распространёнными в полярных регионах, особенно на больших ровных льдинах со стабильной низкой температурой. Изображения предметов, наблюдаемые прямо в воздухе, могут быть и прямыми, и перевёрнутыми.

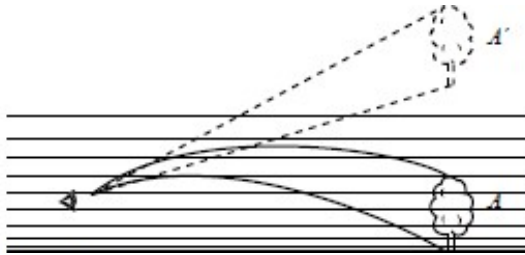


Схема появления верхнего миража: А – предмет,  
А' – видимое изображение предмета

**Рис. 71**

Иногда миражи приводят к жертвам. Одним из самых опасных мест является пустыня Эрг-эр-Раби на

севере Африки. Перед уставшими путниками на расстоянии 2–3 километров предстают оазисы, реальное расстояние до которых составляет не менее 700 километров.

### **Задания к тексту «Миражи»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Мираж является оптическим А) \_\_\_\_\_ в атмосфере, которое делает видимыми предметы, которые в действительности находятся вдали от места наблюдения, отображает их в искажённом виде или создаёт мнимое изображение.

Нижние миражи возникают преимущественно в тех случаях, когда слои воздуха у поверхности Земли (например, в пустыне) очень сильно разогреты и их плотность становится аномально низкой. Лучи света, которые исходят от предметов, начинают Б) \_\_\_\_\_ и сильно искривляться. Они описывают дугу у поверхности и подходят к глазу снизу. В таком случае можно увидеть предметы как будто зеркально отражёнными в воде, а на самом деле это перевёрнутые изображения отдалённых объектов (рис. 72). А В) \_\_\_\_\_ изображение неба создаёт при этом иллюзию воды на поверхности.

Верхние миражи возникают над сильно охлажденной поверхностью, когда над слоем холодного воздуха у поверхности образуется более тёплый верхний слой (рис. 72). Верхние миражи являются наиболее распространёнными в Г) \_\_\_\_\_ регионах, особенно на больших ровных льдинах со стабильной низкой темпе-

ратурой. Изображения предметов, наблюдаемые прямо в воздухе, могут быть и прямыми, и перевёрнутыми.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) закон;
- 2) термин;
- 3) явление;
- 4) преломляться;
- 5) поглощаться;
- 6) действительный;
- 7) мнимый;
- 8) полярный;
- 9) тропический.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Выберите верные утверждения, соответствующие содержанию текста:

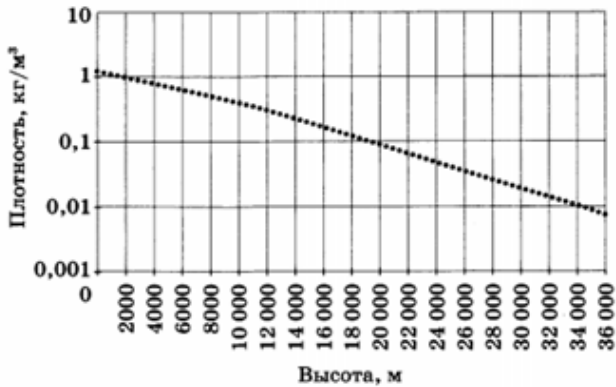
А) В Северном Ледовитом океане наблюдать верхние миражи более вероятно по сравнению с нижними.

Б) Наблюдать миражи можно при резких изменениях температуры воздуха:

- 1) только А;
- 2) только Б;
- 3) и А, и Б;
- 4) ни А, ни Б.

3. По мере приближения к поверхности Земли плотность атмосферы растёт (рис. 72).





Изменение плотности воздуха с высотой относительно уровня моря

Рис. 72

Какое изменение графика зависимости плотности воздуха от высоты соответствует условию возникновения нижнего миража? Изменение показано сплошной линией на рисунке 73.

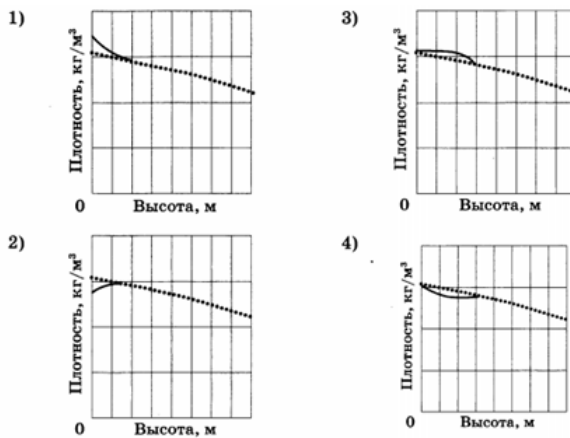


Рис. 73

4. Какие миражи (верхние или нижние) ещё называют озерными? Ответ поясните.

#### 4.4. Опыты Птолемея по преломлению света

Греческий астроном Клавдий Птолемей (около 130 г. н. э.) – автор замечательной книги, которая в течение почти 15 столетий служила основным учебником по астрономии. Однако кроме астрономического учебника, Птолемей написал еще книгу «Оптика», в которой изложил теорию зрения, теорию плоских и сферических зеркал и описал исследование явления преломления света.

С явлением преломления света Птолемей столкнулся, наблюдая звезды. Он заметил, что луч света, переходя из одной среды в другую, «ломается». Поэтому звездный луч, проходя через земную атмосферу, доходит до поверхности Земли не по прямой, а по ломаной линии, то есть происходит рефракция (преломление света). Искривление хода луча происходит из-за того, что плотность воздуха меняется с высотой (рис. 74).

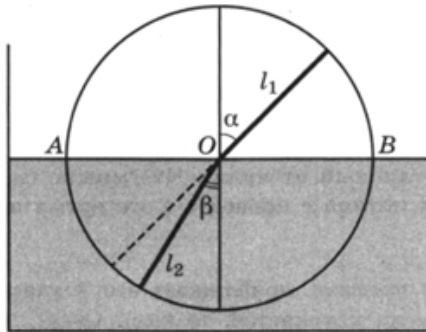


Рис. 74

Чтобы изучить закон преломления, Птолемей провел следующий эксперимент. Он взял круг

и укрепил на нем две подвижные линейки  $l_1$  и  $l_2$  (см. рис. 75). Линейки могли вращаться около центра круга на общей оси  $O$ . Птолемей погружал этот круг в воду до диаметра  $AB$  и, поворачивая нижнюю линейку, добивался того, чтобы линейки лежали для глаза на одной прямой (если смотреть вдоль верхней линейки). После этого он вынимал круг из воды и сравнивал углы падения  $\alpha$  и преломления  $\beta$ . Он измерял углы с точностью до  $0,5^\circ$ . Числа, полученные Птолемеем, представлены в таблице 12.

**Таблица 12— Числа, полученные Птолемеем**

№ п/п опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Угол падения $\alpha$ , град	10	20	30	40	50	60	70	80
Угол преломления $\beta$ , град	8	15,5	22,5	28	35	40,5	45	50

Птолемей не нашел «формулы» взаимосвязи для этих двух рядов чисел. Однако если определить синусы этих углов, то окажется, что отношение синусов выражается практически одним и тем же числом даже при таком грубом измерении углов, к которому прибегал Птолемей.

### **Задания к тексту «Опыты Птолемея по преломлению света»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

С явлением преломления света Птолемей столкнулся, наблюдая звезды. Он заметил, что луч света, пе-

переходя из одной среды в другую, «ломается». Поэтому звездный луч, проходя через земную атмосферу, доходит до поверхности Земли не по прямой, а по ломаной линии, то есть происходит А) \_\_\_\_\_ (преломление света). Искажение хода луча происходит из-за того, что Б) \_\_\_\_\_ воздуха меняется с высотой.

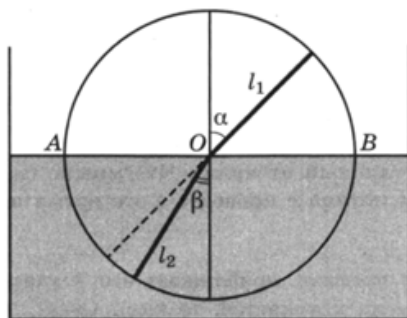


Рис. 75

Чтобы изучить закон преломления, Птолемей провел следующий эксперимент. Он взял круг и укрепил на нем две подвижные линейки  $l_1$  и  $l_2$  (см. рис. 74). Линейки могли вращаться около центра круга на общей оси  $O$ . Птолемей погружал этот круг в воду до диаметра  $AB$  и, поворачивая нижнюю линейку, добивался того, чтобы линейки лежали для глаза на одной прямой (если смотреть вдоль верхней линейки). После этого он вынимал круг из воды и сравнивал углы В) \_\_\_\_\_  $\alpha$  и Г) \_\_\_\_\_  $\beta$ .

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) преломления;
- 2) падения;
- 3) рефракция;
- 4) масса;
- 5) плотность.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Под рефракцией в тексте понимается явление:

- 1) изменения направления распространения светового луча из-за отражения на границе атмосферы;
- 2) изменения направления распространения светового луча из-за преломления в атмосфере Земли;
- 3) поглощения света при его распространении в атмосфере Земли;
- 4) огибания световым лучом препятствий и, тем самым, отклонения от прямолинейного распространения.

3. Из-за рефракции света в спокойной атмосфере кажущееся положение звезд на небосклоне относительно горизонта;

- 1) выше действительного положения;
- 2) ниже действительного положения;
- 3) сдвинуто в ту или иную сторону по вертикали относительно действительного положения;
- 4) совпадает с действительным положением.

4. Какое из приведенных ниже утверждений противоречит результатам, полученным в опыте Птолемея по преломлению света на границе воздух – вода?

- 1) Угол преломления меньше угла падения при переходе луча из воздуха в воду;
- 2) с увеличением угла падения линейно увеличивается угол преломления;
- 3) с увеличением угла падения угол преломления увеличивается;

4) при угле падения  $50^\circ$  угол преломления составляет  $35^\circ$ .

5. Процесс распространения светового луча через земную атмосферу можно смоделировать с помощью стопки прозрачных пластин, оптическая плотность которых увеличивается по ходу распространения луча (см. рис. 76). Как меняется угол преломления светового луча по мере его распространения?

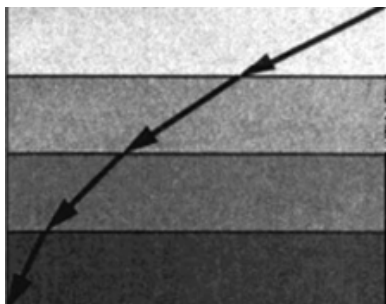


Рис. 76

- 1) увеличивается;
- 2) сначала увеличивается, затем уменьшается;
- 3) уменьшается;
- 4) сначала уменьшается, затем увеличивается.

6. Аквалангист, находясь под водой, определил, что солнечные лучи составляют с вертикалью угол (отличный от нуля). Что можно сказать об изменениях высоты солнца над горизонтом, которые проведет в это время наблюдатель на берегу? Ответ поясните.

## **4.5. Принципы оптической маскировки**

Цвет различных предметов, освещённых одним и тем же источником света, может быть весьма разнообразен. Цвет непрозрачного предмета зависит от того излучения, которое отражается от поверхности предмета и попадает к нам в глаза.

Доля светового потока, отражённого от поверхности тела, характеризуется коэффициентом отражения. Доля светового потока, проходящего через прозрачные тела, характеризуется коэффициентом пропускания. Доля светового потока, поглощаемого телом, характеризуется коэффициентом поглощения. Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания могут зависеть от длины волны, благодаря чему и возникают разнообразные цвета окружающих нас тел.

Непрозрачные тела белого цвета отражают практически всё падающее на них излучение, непрозрачные тела чёрного цвета поглощают всё падающее на них излучение. Прозрачное стекло зелёного цвета пропускает только лучи зелёного цвета и т.п.

Предмет, у которого коэффициент отражения имеет для всех длин волн используемого излучения практически те же значения, что и окружающий фон, становится неразличимым на этом фоне даже при ярком освещении. В природе многие животные имеют защитную окраску (мимикрия).

Этот эффект используется также в военном деле для цветовой маскировки войск и военных объектов. Но на практике трудно достичь того, чтобы для всех длин волн коэффициенты отражения предмета и фона совпадали. Так как человеческий глаз наиболее чувствителен к жёлто-зелёной части спектра, то

при маскировке пытаются достичь равенства коэффициентов отражения прежде всего для этой части спектра. Такая маскировка несовершенна: если вести наблюдение через светофильтр, практически устраняющий те длины волн, на которые маскировка рассчитана, но пропускающий те длины волн, которые при маскировке не учитывались или учитывались в меньшей степени, то маскируемый предмет станет различим.

### **Задания к тексту «Принципы оптической маскировки»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Доля светового потока, отражённого от поверхности тела, характеризуется А) \_\_\_\_\_ коэффициентом отражения. Доля светового потока, проходящего через прозрачные тела, характеризуется Б) \_\_\_\_\_ коэффициентом пропускания. Доля светового потока, поглощаемого телом, характеризуется В) \_\_\_\_\_ коэффициентом поглощения. Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания могут зависеть от длины волны, благодаря чему и возникают разнообразные цвета окружающих нас тел.

Предмет, у которого Г) \_\_\_\_\_ коэффициент отражения имеет для всех длин волн используемого излучения практически те же значения, что и окружающий фон, становится неразличимым на этом фоне даже при ярком освещении. В природе многие животные имеют защитную окраску (мимикрия).



Список слов и словосочетаний:

- 1) коэффициентом поглощения;
- 2) коэффициент отражения;
- 3) коэффициентом пропускания.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Коэффициент поглощения света — это ...

- 1) световой поток, падающий на тело;
- 2) световой поток, поглощённый поверхностью тела;
- 3) отношение светового потока, падающего на тело, к световому потоку, поглощённому поверхностью тела;
- 4) отношение светового потока, поглощённого поверхностью тела, к световому потоку, падающему на тело.

3. Чтобы максимально убрать маскировку, рассчитанную на жёлто-зелёную область спектра, целесообразно использовать:

- 1) красный светофильтр;
- 2) жёлтый светофильтр;
- 3) зелёный светофильтр;
- 4) жёлто-зелёный светофильтр.

4. На белом листе бумаги нарисован красный цвет. Какого цвета будет казаться цветок, если его рассматривать через светофильтр красного цвета? Ответ поясните.

## **4.6. Цвет предметов**

Цвет предметов при рассмотрении их в солнечном свете связан с явлениями отражения и пропускания солнечных лучей различных длин волн предметами. Непрозрачные предметы приобретают цвет в зависимости от того излучения, которое отражается от поверхности предмета и попадает к нам в глаз. При рассмотрении прозрачного тела на просвет его цвет будет зависеть от пропускания лучей различных длин волн.

Световой поток, падающий на тело, частично отражается (рассеивается), частично пропускается и частично поглощается телом. Доля светового потока, участвующего в каждом из этих процессов, определяется с помощью соответствующих коэффициентов: отражения  $\rho$ , пропускания  $\tau$  и поглощения  $\alpha$ . Так, например, коэффициент поглощения равен отношению светового потока, поглощенного телом, к световому потоку, падающему на тело. Различие в значениях коэффициентов  $\rho$ ,  $\tau$  и  $\alpha$  и их зависимость от длины световой волны обуславливает чрезвычайное разнообразие в цветах и оттенках различных тел.

Для непрозрачных тел коэффициент пропускания практически равен нулю для всех длин волн. Чёрные непрозрачные тела поглощают практически весь падающий на них свет, белые непрозрачные тела отражают практически весь падающий на них свет. Для красных непрозрачных лепестков розы коэффициент отражения близок к единице для красного цвета (для других цветов очень мал), коэффициент поглощения, наоборот, близок к единице для всех цветов, кроме красного, коэффициент пропускания практически равен нулю для всех длин волн. Прозрачное зелёное стекло имеет коэффициент пропускания, близкий к единице,

для зелёного цвета, тогда как коэффициенты отражения и поглощения для зелёного цвета близки к нулю. Прозрачные тела могут иметь разный цвет в проходящем и отражённом свете.

**Задания к тексту  
«Цвет предметов»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для непрозрачных тел А) \_\_\_\_\_ практически равен нулю для всех длин волн. Чёрные непрозрачные тела поглощают практически весь падающий на них свет, белые непрозрачные тела отражают практически весь падающий на них свет. Для красных непрозрачных лепестков розы Б) \_\_\_\_\_ близок к единице для красного цвета (для других цветов очень мал), В) \_\_\_\_\_, наоборот, близок к единице для всех цветов, кроме красного, Г) \_\_\_\_\_ практически равен нулю для всех длин волн.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) коэффициент пропускания;
- 2) коэффициент поглощения;
- 3) коэффициент отражения.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Коэффициент отражения численно равен:
- 1) световому потоку, падающему на тело;
  - 2) световому потоку, отражённому телом;
  - 3) отношению светового потока, падающего на тело, к световому потоку, отражённому телом;
  - 4) отношению светового потока, отражённому телом, к световому потоку, падающему на тело.
3. Какое из утверждений является верным для сажи?
- 1) Коэффициенты пропускания и отражения близки к единице для всех длин волн.
  - 2) Коэффициенты пропускания и поглощения близки к единице для всех длин волн.
  - 3) Коэффициенты пропускания и отражения близки к нулю для всех длин волн.
  - 4) Коэффициенты пропускания и поглощения близки к нулю для всех длин волн.
4. Какого цвета будет казаться зелёная трава, если её рассматривать через красный фильтр? Ответ поясните.

## **4.7. Изучение спектров**

Все нагретые тела излучают электромагнитные волны. Чтобы экспериментально исследовать зависимость интенсивности излучения от длины волны, необходимо:

- 1) разложить излучение в спектр;
- 2) измерить распределение энергии в спектре.

Для получения и исследования спектров служат спектральные аппараты – спектрографы. Схема призматического спектрографа представлена на рисунке 77. Исследуемое излучение поступает сначала в трубу, на

одном конце которой имеется ширма с узкой щелью, а на другом – собирающая линза  $L_1$ . Щель находится в фокусе линзы. Поэтому расходящийся световой пучок, попадающий на линзу из щели, выходит из неё параллельным пучком и падает на призму  $P$  (рис. 76).

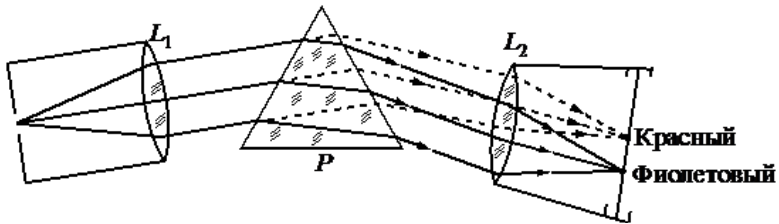


Рис. 77

Так как разным частотам соответствуют различные показатели преломления, то из призмы выходят параллельные пучки разного цвета, не совпадающие по направлению. Они падают на линзу  $L_2$ . На фокусном расстоянии от этой линзы располагается экран, матовое стекло или фотопластинка. Линза  $L_2$  фокусирует параллельные пучки лучей на экране, и вместо одного изображения щели получается целый ряд изображений. Каждой частоте (точнее, узкому спектральному интервалу) соответствует своё изображение в виде цветной полоски. Все эти изображения вместе и образуют спектр.

Энергия излучения вызывает нагревание тела, поэтому достаточно измерить температуру тела и по ней судить о количестве поглощённой в единицу времени энергии. В качестве чувствительного элемента можно взять тонкую металлическую пластину, покрытую тонким слоем сажи, и по нагреванию пластины судить об энергии излучения в данной части спектра.

**Задания к тексту**  
**«Изучение спектров»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для получения и исследования спектров служат спектральные аппараты – спектрографы. Схема призмного спектрографа представлена на рисунке 78.

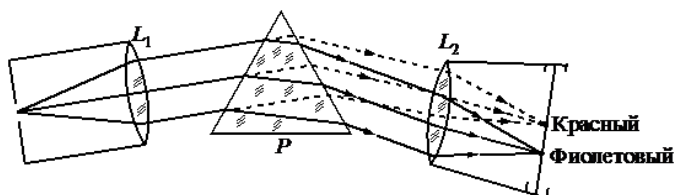


Рис. 78

Исследуемое излучение поступает сначала в трубу, на одном конце которой имеется ширма с узкой щелью, а на другом – собирающая линза  $L_1$ . Щель находится в фокусе линзы. Поэтому А) \_\_\_\_\_ световой пучок, попадающий на линзу из щели, выходит из неё Б) \_\_\_\_\_ пучком и падает на призму Р. Так как разным частотам соответствуют В) \_\_\_\_\_ показатели преломления, то из призмы выходят параллельные пучки разного цвета, не совпадающие по направлению. Они падают на линзу  $L_2$ . На фокусном расстоянии от этой линзы располагается экран, матовое стекло или фотопластинка. Линза  $L_2$  Г) \_\_\_\_\_ параллельные пучки лучей на экране, и вместо одного изображения щели получается целый ряд изображений. Каждой частоте (точнее, узкому спектральному интервалу) соответствует своё изображение в виде цветной полоски. Все эти изображения вместе и образуют спектр.

Список слов и словосочетаний:

- 1) одинаковый;
- 2) параллельный;
- 3) различный;
- 4) расходящийся;
- 5) сходящийся;
- 6) увеличивает;
- 7) уменьшает;
- 8) фокусирует.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Разложение света в спектр в аппарате, изображённом на рисунке, основано на:

- 1) явлении дисперсии света;
- 2) явлении отражения света;
- 3) явлении поглощения света;
- 4) свойствах тонкой линзы.

3. В устройстве призмного спектрографа линза  $L_2$  (см. рисунок 78) служит для

- 1) разложения света в спектр;
- 2) фокусировки лучей определённой частоты в узкую полосу на экране;
- 3) определения интенсивности излучения в различных частях спектра;
- 4) преобразования расходящегося светового пучка в параллельные лучи.

4. Нужно ли металлическую пластину термометра, используемого в спектрографе, покрывать слоем сажи? Ответ поясните.

#### **4.8. Дальтонизм**

Дальтонизм, или цветовая слепота, – наследственная, реже приобретенная особенность зрения человека, выражающаяся в неспособности различать один или несколько цветов. Эта особенность зрения названа в честь Дж. Дальтона, который впервые описал один из видов цветовой слепоты на основании собственных ощущений, в 1794 году.

Цветочувствительные нервные клетки сетчатки глаза человека – колбочки – содержат три типа пигментов белкового происхождения. Один тип пигментов чувствителен к красному участку спектра, другой – к зеленому, третий – к синему. Видение нами всех красок и оттенков обусловлено сложением соответствующих трех сигналов в мозге.

Люди с нормальным цветным зрением имеют в колбочках все три пигмента (красный, зеленый и синий) и являются трихроматами (от слова «хромос» – цвет). Если один из пигментов в сетчатке отсутствует, то человек различает только два из трех основных цветов и является дихроматом.

Дефект красного пигмента в колбочках встречается чаще всего. По статистике, 8 % белых мужчин и 0,4 % белых женщин имеют красно-зеленый дефект цветового зрения. Люди с дефектом синего пигмента в колбочках встречаются крайне редко, так же как и люди, у которых полностью отсутствует цветное зрение, т.е. когда человек плохо видит все три цвета.



**Задания к тексту**  
**«Дальтонизм»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_, или цветовая слепота, – наследственная, реже приобретенная особенность зрения человека, выражающаяся в неспособности различать один или несколько цветов. Эта особенность зрения названа в честь Дж. Дальтона, который впервые описал один из видов цветовой слепоты на основании собственных ощущений, в 1794 году.

Люди с нормальным цветным зрением имеют в колбочках все три пигмента (красный, зеленый и синий) и являются Б) \_\_\_\_\_ (от слова «хромос» – цвет). Если один из пигментов в сетчатке отсутствует, то человек различает только два из трех основных цветов и является В) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) трихромат;
- 2) дихромат;
- 3) дальтонизм.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. К трихроматам в тексте относят:

- 1) нервные клетки сетчатки глаз;

- 2) пигменты белкового происхождения;
  - 3) людей с нормальным цветным зрением;
  - 4) людей, различающих только один из трех цветов.
3. Выберите все верные утверждения:
- 1) дихромат различает только один из трех основных цветов;
  - 2) дальтонизм чаще всего передается по наследству;
  - 3) Дж. Дальтон страдал одним из видов цветовой слепоты;
  - 4) в большинстве случаев цветная слепота является приобретенной особенностью цветового зрения человека;
  - 5) дефект синего пигмента встречается чаще, чем дефект красного пигмента.
4. Согласно демографическим исследованиям в городе проживает 100000 человек, из них 45 % мужчин и 55 % женщин. Оцените, сколько дальтоников – мужчин можно встретить среди граждан.

## **4.9. Зеркальное отражение**

Марка очень интересуют зеркала, потому что ему кажется, что в них есть какая-то загадка. Выполняя вместе с Алисой один из проектов, они сконструировали вращающееся зеркало, поворотом которого можно управлять дистанционно с помощью пульта.

Чтобы испытать это зеркало, ребята расположили его в комнате, план которой (вид сверху) показан ниже на рисунке 79.

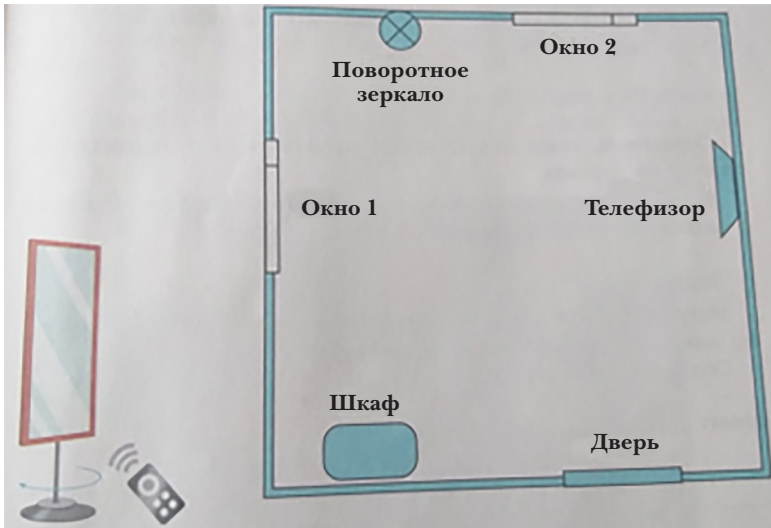


Рис. 79

Они встали в открытых дверях комнаты и стали пультом поворачивать зеркало так, чтобы в нем можно было увидеть отражения разных предметов, находящихся в помещении.

«А почему вообще мы можем видеть через окно все, что происходит снаружи?» – спросил Марк Алису. «Потому что стекло хорошо пропускает через себя свет», ответила она. «Это так, – согласился Марк, – но оконное стекло не только пропускает через себя свет, но часть падающего на него света отражает».

В свою очередь Алиса спросила Марка: «А ты знаешь, что мы выглядим в зеркале не так, какими нас видят другие люди?»

А потом показала ему прямое и зеркальное изображения знаменитой картины Леонардо да Винчи «Мона Лиза», или «Джоконда» (рис. 80).



Рис. 80

В автомобилях, на мотоциклах и велосипедах используются зеркала заднего вида, с помощью которых можно видеть то, что происходит сзади на дороге.

### Задания к тексту «Зеркальное отражение»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_ предмета в плоском зеркале находится на таком же расстоянии от зеркала, на каком находится сам предмет. Размеры изображения предмета в плоском зеркале Б) \_\_\_\_\_ размерам предмета. Предмет и его изображение в плоском зеркале представляют собой не тождественные, а симметричные фигуры. Например, зеркальное изображение правой руки представляет собой В) \_\_\_\_\_ руку.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) мнимое изображение;
- 2) действительное изображение;

- 3) равны;
- 4) не равны;
- 5) левая;
- 6) правая.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Какими были положения зеркала, при которых ребята могли видеть от двери окно, шкаф, самих себя, телевизор?

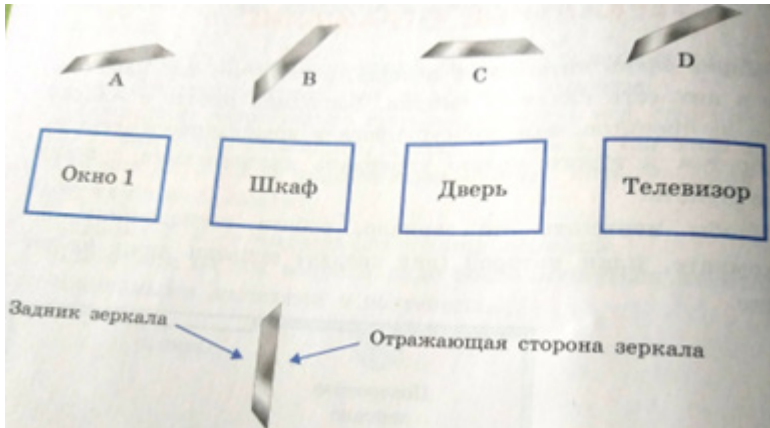


Рис. 81

Определите, какой объект можно увидеть от двери в каждой из ориентаций зеркала. Впишите букву, обозначающую ориентацию зеркала, в ячейку с названием соответствующего объекта.

3. Чем отличаются друг от друга прямое и зеркальное изображения?

- А) Ничем не отличаются.
- Б) Правое поменялось местами с левым.
- В) Верх поменялся местами с низом.
- Г) Изображения имеют разную цветовую гамму.

4. Где закреплена фотокамера, с которой сделан этот снимок?

- А) На правом плече велосипедиста.
- Б) На левом плече велосипедиста.
- В) На лбу велосипедиста.
- Г) На правом бедре велосипедиста.

5. Отличается ли картина, которую видит сам велосипедист в это зеркало, от того, что «видит» камера?

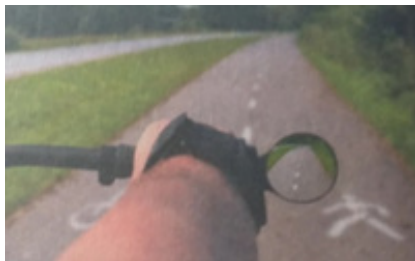


Рис. 82

А) Практически не отличается.

Б) Отличается. Будет виден больший участок леса справа.

В) Отличается. Будет виден больший участок неба.

Г) Отличается. Будет больше видна левая сторона дороги.

6. Могут ли ребята повернуть зеркало так, чтобы увидеть в нем то, что находится за другим окном? Ответ поясните.

7. Как доказать, что оконное стекло отражает часть падающего на него света? Ответ поясните.

## ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ IV «ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ»

### 4.1. Из истории увеличительных приборов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	2	3	41	34 (43)	Двух коротко-фокусных собирающих линз – объектива и окуляра	S2 S S1	2	3	43

### 4.2. Микроскоп

1	2	3	4
531	2	2	Нет, т.к. наличие предела разрешающей способности микроскопа связано с тем, что невозможно получить изображения объектов, размеры которых меньше, чем длина волны электромагнитного излучения

### 4.3. Миражи

1	2	3	4
3478	3	2	Нижние. При нижних миражах изображение неба похоже на озеро. При нижних миражах изображение предметов выглядит как отражение от поверхности озера

#### 4.4. Опыты Птолема по преломлению света

1	2	3	4	5	6
3521	2	1	2	3	Высота Солнца над горизонтом для наблюдателя на берегу будет составлять угол, меньший чем $(90^\circ - \alpha)$ . Из-за преломления солнечных лучей на границе воздух — вода аквалангист будет наблюдать положение Солнца выше его истинного положения, то есть для наблюдателя на берегу солнечные лучи с вертикалью составляют угол, больший чем $\alpha$

#### 4.5. Принципы оптической маскировки

1	2	3	4
2312	4	1	Цветок будет красного цвета (практически неразличимым) на фоне бумаги. Красный цветок отражает лучи красной части спектра, белая бумага отражает лучи всех цветов. Красный фильтр пропускает только лучи красного цвета. Поэтому в глаз наблюдателю, который рассматривает бумагу через красный фильтр, поступают одинаковые лучи и от цветка, и от бумаги

#### 4.6. Цвет предметов

1	2	3	4
1321	4	3	Зелёная трава отражает лучи зелёной части спектра и поглощает лучи всех других цветов. Красный фильтр пропускает только лучи красного цвета. Поэтому в глаз наблюдателю, который рассматривает траву через красный фильтр, не поступает никаких лучей (как от предмета чёрного цвета)



#### 4.7. Изучение спектров

1	2	3	4
4238	1	2	Нужно. Слой сажи наносится для обеспечения полного поглощения пластиной падающего на неё электромагнитного излучения. Непрозрачные тела чёрного цвета поглощают всё падающее на них электромагнитное излучение

#### 4.8. Дальтонизм

1	2	3	4
312	3	23	3600

#### 4.9. Зеркальное отражение

1	2	3	4	5	6	7
1; 3; 5	Окно I – С; Шкаф – А; Дверь – D; Телевизор – В.	Б	А	Б	Не могут, потому что изображения предметов, находящихся за окном, никак не попадают на отражающую сторону зеркала, как бы его ни повернуть.	Для этого достаточно вставить перед окном в вечернее или ночное время, когда за окном темно. Тогда вы увидите в стекле, как в зеркале, свое отражение. Этим вы и докажете, что обычное стекло отражает часть падающего на него света, то есть отчасти является зеркалом

## V. АСТРОНОМИЯ

### 5.1. Полярные сияния

Полярное сияние – одно из самых красивых явлений в природе. Формы полярного сияния очень разнообразны: то это своеобразные светлые столбы, то изумрудно-зелёные с красной бахромой пылающие длинные ленты, расходящиеся многочисленные лучи-стрелы, а то и просто бесформенные светлые, иногда цветные пятна на небе.

Причудливый свет на небе сверкает, как пламя, охватывая порой больше чем полнеба. Эта фантастическая игра природных сил длится несколько часов, то угасая, то разгораясь.

Полярные сияния чаще всего наблюдаются в приполярных регионах, откуда и происходит это название. Полярные сияния могут быть видны не только на далёком Севере, но и южнее. Например, в 1938 году полярное сияние наблюдалось на южном берегу Крыма, что объясняется увеличением мощности возбудителя свечения – солнечного ветра.

Начало изучению полярных сияний положил великий русский учёный М. В. Ломоносов, высказавший гипотезу о том, что причиной этого явления служат электрические разряды в разреженном воздухе.

Опыты подтвердили научное предположение учёного.

Полярные сияния – это электрическое свечение верхних очень разреженных слоёв атмосферы на высоте (обычно) от 80 до 1000 км. Свечение это происходит под влиянием быстро движущихся электрически заряженных частиц (электронов и протонов), приходящих от Солнца. Взаимодействие солнечного

ветра с магнитным полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Столкновения быстрых электронов и протонов с атомами кислорода и азота приводят атомы в возбуждённое состояние. Выделяя избыток энергии, атомы кислорода дают яркое излучение в зелёной и красной областях спектра, молекулы азота — в фиолетовой. Сочетание всех этих излучений и придаёт полярным сияниям красивую, часто меняющуюся окраску. Такие процессы могут происходить только в верхних слоях атмосферы, потому что, во-первых, в нижних плотных слоях столкновения атомов и молекул воздуха друг с другом сразу отнимают у них энергию, получаемую от солнечных частиц, а во-вторых, сами космические частицы не могут проникнуть глубоко в земную атмосферу.

Полярные сияния происходят чаще и бывают ярче в годы максимума солнечной активности, а также в дни появления на Солнце мощных вспышек и других форм усиления солнечной активности, так как с её повышением усиливается интенсивность солнечного ветра, который является причиной возникновения полярных сияний.

### **Задания к тексту «Полярные сияния»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Полярные сияния чаще всего наблюдаются в приполярных регионах, откуда и происходит это назва-

ние. Полярные сияния могут быть видны не только на далёком Севере, но и южнее. Например, в 1938 году полярное сияние наблюдалось на южном берегу Крыма, что объясняется увеличением мощности возбудителя свечения – А) \_\_\_\_\_.

Начало изучению полярных сияний положил великий русский учёный М.В. Ломоносов, высказавший гипотезу о том, что причиной этого явления служат электрические Б) \_\_\_\_\_ в разреженном воздухе.

Опыты подтвердили научное предположение учёного.

Полярные сияния – это электрическое свечение верхних очень разреженных слоёв атмосферы на высоте (обычно) от 80 до 1000 км. Свечение это происходит под влиянием быстро движущихся электрически заряженных частиц (электронов и протонов), приходящих от Солнца. Взаимодействие А) \_\_\_\_\_ с В) \_\_\_\_\_ полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Столкновения быстрых электронов и протонов с атомами кислорода и азота приводят атомы в Г) \_\_\_\_\_ состояние. Выделяя избыток энергии, атомы кислорода дают яркое излучение в зелёной и красной областях спектра, молекулы азота – в фиолетовой. Сочетание всех этих излучений и придаёт полярным сияниям красивую, часто меняющуюся окраску.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) метеоритный дождь;
- 2) солнечный ветер;
- 3) волна;

- 4) поле;
- 5) разряд;
- 6) возбуждённый;
- 7) магнитный;
- 8) стационарный;
- 9) электрический.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Полярным сиянием называют:

- А) миражи на небе;
- Б) образование радуги;
- В) свечение некоторых слоев атмосферы.

Правильным ответом является:

- 1) только А;
- 2) только Б;
- 3) только В;
- 4) Б и В.

3. В каких частях земной атмосферы наблюдается наибольшая активность полярных сияний?

- 1) только около Северного полюса;
- 2) только в экваториальных широтах;
- 3) около магнитных полюсов Земли;
- 4) в любых местах земной атмосферы.

4. Ниже приведена сравнительная таблица данных для планет земной группы. На какой(-их) планете(-ах) можно наблюдать полярные сияния той же природы, что и на Земле? Ответ поясните.

Таблица 13 – Сравнительные данные планет земной группы

Название планеты	Масса, относительно земной массы	Радиус орбиты, относительно радиуса земной орбиты	Наличие атмосферы	Наличие магнитного поля	Наличие спутников
Меркурий	0,06	0,38	отсутствует	слабое	нет
Венера	0,82	0,72	плотная	отсутствует	нет
Марс	0,11	1,52	разреженная	слабо	нет

5. Можно ли утверждать, что Земля – единственная планета Солнечной системы, где возможны полярные сияния? Ответ поясните.

## 5.2. Метеориты

Метеориты – это каменные или железные тела, падающие на Землю из межпланетного пространства. Они представляют собой остатки метеорных тел, не разрушившихся полностью при движении в атмосфере.

Падение метеоритов на Землю сопровождается световыми, звуковыми и механическими явлениями. По небу пронесится яркий огненный шар, называемый болидом, сопровождаемый хвостом и разлетающимися искрами. По пути движения болида на небе остается след в виде дымной полосы, которая из прямой под влиянием воздушных течений принимает зигзагообразную форму. Ночью болид освещает местность на сотни километров вокруг. После того как болид исчезает, через несколько секунд раздаются похожие на взрывы удары, вызываемые ударными волнами. Эти волны иногда вызывают значительное сотрясение грунта и зданий.

Встречая сопротивление воздуха, метеорное тело тормозится, его кинетическая энергия переходит в тепло и свет. В результате поверхностный слой метеорита и образующаяся вокруг него воздушная оболочка нагреваются до нескольких тысяч градусов. Вещество метеорного тела после вскипания испаряется, частично разбрызгиваясь мельчайшими капельками. Падая на Землю почти отвесно, обломки метеорного тела остывают и при достижении грунта оказываются только теплыми. В месте падения метеоритов образуются

углубления, размеры и форма которых зависят от массы метеоритов и скорости их падения.

Самый крупный метеорит был найден в Африке в 1920 году. Метеорит этот, названный Гоба, железный, масса его около 60 т. Такие крупные метеориты падают редко. Как правило, масса метеоритов составляет сотни граммов или несколько килограммов.

Обычно метеориты состоят из таких же химических элементов, которые имеются на Земле. Но встречаются и метеориты, содержащие неизвестные на Земле минералы.

Железные метеориты почти целиком состоят из железа в соединении с никелем и незначительным количеством кобальта. В каменных метеоритах находятся силикаты – минералы, представляющие собой соединения кремния с кислородом и некоторыми другими элементами.

В разных местах Земли были обнаружены тектиты – небольшие сгустки стекла массой в несколько граммов. В настоящее время установлено, что тектиты – это застывшие брызги земного вещества, выброшенные иногда на огромные расстояния.

Совокупность имеющихся данных указывает на то, что метеориты являются обломками малых планет – астероидов. Сталкиваясь между собой, они дробятся на еще более мелкие осколки. Эти осколки, встречаясь с Землей, падают на ее поверхность в виде метеоритов.

### **Задания к тексту «Метеориты»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.



Железные метеориты почти целиком состоят из железа в соединении с никелем и незначительным количеством кобальта. В каменных метеоритах находятся А) \_\_\_\_\_ силикаты – минералы, представляющие собой соединения кремния с кислородом и некоторыми другими элементами.

В разных местах Земли были обнаружены Б) \_\_\_\_\_ тектиты – небольшие сгустки стекла массой в несколько граммов. В настоящее время установлено, что В) \_\_\_\_\_ тектиты – это застывшие брызги земного вещества, выброшенные иногда на огромные расстояния.

Совокупность имеющихся данных указывает на то, что метеориты являются обломками малых планет – Г) \_\_\_\_\_ астероидов. Сталкиваясь между собой, они дробятся на еще более мелкие осколки. Эти осколки, встречаясь с Землей, падают на ее поверхность в виде метеоритов.

Список слов и словосочетаний:

- 1) астероиды;
- 2) силикаты;
- 3) тектиты.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Из каких веществ состоят тела, которые носят название метеоритов?

А. Металлы.

Б. Каменные породы.

В. Стекло.

Правильным является ответ:

1) только А; 2) только В; 3) А и Б; 4) А, Б и В.

3. В процессе движения метеорита его механическая энергия превращается в:

А. внутреннюю энергию;

Б. световую энергию;

В. кинетическую энергию.

1) только А; 2) только В; 3) А и Б; 4) А, Б и В.

4. Какие силы в наибольшей степени влияют на метеорит, практически отвесно падающий на поверхность Земли? Ответ поясните.

### 5.3. Цвет неба и заходящего Солнца

Почему небо имеет голубой цвет? Почему заходящее Солнце становится красным? Оказывается, в обоих случаях причина одна – рассеяние солнечного света в земной атмосфере.

В 1869 году английский физик Дж. Тиндаль выполнил следующий опыт: через прямоугольный аквариум, заполненный водой, пропустил слабо расходящийся узкий пучок света. При этом было отмечено, что если смотреть на световой пучок в аквариуме сбоку, то он представляется голубоватым. А если смотреть на пучок с выходного торца, то свет приобретает красноватый оттенок. Это можно объяснить, если предположить, что синий (голубой) свет рассеивается сильнее, чем красный. Поэтому при прохождении белого светового пучка через рассеивающую среду из него рассеивается в основном синий свет, так что в выходящем из среды пучке начинает преобладать красный свет. Чем боль-

ший путь проходит белый луч в рассеивающей среде, тем более красным он кажется на выходе.

В 1871 году Дж. Стретт (Рэлей) построил теорию рассеяния световых волн на частицах малого размера. Установленный Рэлеем закон утверждает: интенсивность рассеянного света пропорциональна четвертой степени частоты света или, иначе говоря, обратно пропорциональна четвертой степени длины световой волны.

Рэлей выдвинул гипотезу, по которой центрами, рассеивающими свет, являются молекулы воздуха. Позже, уже в первой половине XX века было установлено, что основную роль в рассеянии света играют флуктуации плотности воздуха – микроскопические сгущения и разрежения воздуха, возникающие вследствие хаотичного теплового движения молекул воздуха.



Путь солнечного луча в земной атмосфере зависит от высоты Солнца над горизонтом: 1 – Солнце в зените; 3 – Солнце на уровне горизонта

**Рис. 83**

**Задания к тексту**  
**«Цвет неба и заходящего Солнца»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В 1869 году английский физик Дж. Тиндаль выполнил следующий опыт: через прямоугольный аквариум, заполненный водой, пропустил слабо расходящийся узкий пучок света. При этом было отмечено, что если смотреть на световой пучок в аквариуме сбоку, то он представляется А) \_\_\_\_\_. А если смотреть на пучок с выходного торца, то свет приобретает Б) \_\_\_\_\_ оттенок. Это можно объяснить, если предположить, что синий (голубой) свет рассеивается сильнее, чем красный. Поэтому при прохождении белого светового пучка через рассеивающую среду из него рассеивается в основном В) \_\_\_\_\_ свет, так что в выходящем из среды пучке начинает преобладать Г) \_\_\_\_\_ свет. Чем больший путь проходит белый луч в рассеивающей среде, тем Д) \_\_\_\_\_ красным он кажется на выходе.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) более;
- 2) менее;
- 3) красный;
- 4) синий.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г	Д

2. Небо имеет голубой цвет, потому что при прохождении белого света через атмосферу:

1) интенсивность рассеянного света убывает с ростом частоты;

2) флуктуации плотности воздуха поглощают, в основном, синий свет;

3) красный свет поглощается сильнее синего света;

4) синий свет рассеивается сильнее, чем красный.

3. Длина волны в красной части видимого спектра примерно в два раза больше длины волны в фиолетовой части спектра. Согласно теории Рэля интенсивность рассеянных фиолетовых лучей по сравнению с красными:

1) в 8 раз больше;

2) в 16 раз больше;

3) в 8 раз меньше;

4) в 16 раз меньше.

4. Какие утверждения справедливы?

А. Нижняя часть заходящего Солнца выглядит более красной, нежели его верхняя часть.

Б. Восходящее Солнце, как и заходящее, мы видим в красных тонах:

1) только А; 2) только Б; 3) и А, и Б; 4) ни А, ни Б.

5. В каких тонах мы видим нижнюю часть заходящего и восходящего Солнца? Ответ поясните.

## **5.4. Какая планета?**

Действие фантастического романа, написанного почти сто лет назад, происходит на одной из действительно существующих планет Солнечной системы.

Эта планета находится ближе к Солнцу, чем Земля, а по размерам она лишь немного меньше, чем наша планета.

### Задания к тексту «Какая планета?»

1. На какой планете Солнечной системы происходит действие романа? Выберите один ответ.

А. Марс.

Б. Венера.

В. Юпитер.

Г. Меркурий.

2. По сюжету романа на этой планете живут существа, похожие на людей, и растут зелёные растения. Современные реальные данные о составе атмосферы этой планеты показаны на диаграмме (рис. 84).

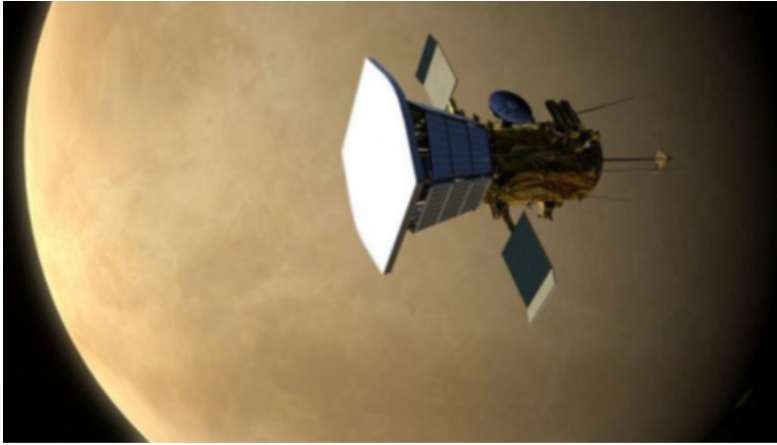


Рис. 84

*Могут ли человекоподобные существа и зелёные растения существовать на такой планете? Запишите ниже в*

*рамке «Могут» или «Не могут» и объясните своё решение, используя данные на диаграмме.*

3. В наше время эту планету изучают с помощью автоматических межпланетных станций (рис. 85).



**Рис. 85**

Когда такой аппарат спускается на поверхность планеты, он проходит через её атмосферу.

*Могут ли приборы, установленные на аппарате, определять во время спуска следующие характеристики? Отметьте ниже те характеристики, которые, как вы считаете, могут измерять приборы спускающегося аппарата. Отметьте все верные ответы из списка.*

- А. Атмосферное давление.
- Б. Температура окружающей среды.
- В. Возраст этой планеты.
- Г. Состав атмосферы (из каких газов она состоит).

4. Когда к этой планете был отправлен один из первых космических аппаратов, то предполагалось, что атмосферное давление на поверхности планеты

может достигать 10 атмосфер, а это в 10 раз больше, чем атмосферное давление на поверхности Земли. Но аппарат был создан с запасом прочности и мог выдерживать давление даже в 20 атмосфер. Однако во время спуска он был раздавлен на высоте 28 км от поверхности планеты.

*Какой вывод об атмосфере этой планеты должны были сделать учёные? Запишите свой ответ в рамке.*

## 5.5. Московский планетарий

История Московского планетария – увлекательный рассказ о тернистом пути к звёздам. Торжественное открытие планетария состоялось в 1929 году. Он стал тринадцатым планетарием в мире. Десять из его предшественников были построены в Германии, по одному – в Италии и Австрии. В 1994 году Московский планетарий был закрыт на ремонт, а открылся вновь лишь в 2011 году. В Московском планетарии проводится много интересных экскурсий. Одна из них посвящена планетам Солнечной системы. В настоящее время считается, что в Солнечную систему входит восемь больших планет. Четыре ближайšie к Солнцу называются планетами земной группы. На экскурсии можно узнать о самой маленькой (Меркурий) и самой большой (Юпитер) планетах.

Интересный факт! В некоторые периоды года Венеру можно увидеть невооружённым глазом перед самым восходом или сразу после заката Солнца. Поэтому в древности учёные называли Венеру утренней или вечерней звездой. После Солнца и Луны Венера – самый яркий объект на небе.





Планеты Солнечной системы

Рис. 86

Марс – четвертая по удалённости от Солнца планета Солнечной системы. По размерам Марс превышает только одну из планет Солнечной системы – Меркурий. У планет земной группы, к которой принадлежит Марс, мало спутников (у Меркурия и Венеры их вообще нет, у Земли – один, а у Марса – два).

Некоторые учёные считают, что в далёком прошлом на Марсе могли быть реки и океаны. Вода необходима для жизни растений и животных. Если вода на Марсе была, то там могли существовать живые организмы. Марс можно наблюдать невооружённым глазом. Он похож на яркую оранжево-красную звезду. Название планеты произошло от имени бога войны у римлян. Второе название Марса – Красная планета. Среднесуточная температура на поверхности Марса около  $-60^{\circ}\text{C}$ .



Рис. 87

С помощью небольшого телескопа можно отыскать прекрасную бледно-жёлтую планету **Сатурн**. Сатурн часто называют окольцованной планетой из-за окружающих её многочисленных колец из пыли и камней. Сатурн занимает второе место по величине среди планет Солнечной системы. Эта планета входит в группу планет-гигантов, которые отличаются своими большими размерами. Как и все остальные планеты этой группы, Сатурн отличается большим количеством спутников. К настоящему времени известно 62 спутника.

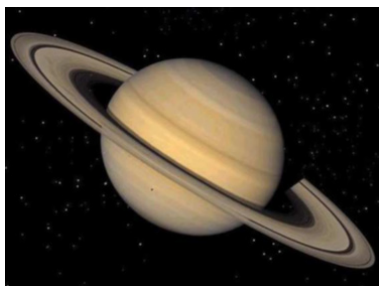


Рис. 88

### Задания к тексту «Московский планетарий»

1. Каким словом можно заменить выделенное в словосочетании слово: «...рассказ о тернистом пути к звёздам»?

- 1) Долгом;
- 2) нелёгком;
- 3) интересном;
- 4) захватывающем.

2. Почему учёные прозвали Венеру «вечерней звездой»?

- 1) Самый яркий объект на небе – это Венера.
- 2) Венера относится к планетам земной группы.
- 3) Это самая красивая планета Солнечной системы.
- 4) Венеру можно увидеть на небе сразу после заката Солнца.

3. Прочитай отрывок. Название, какой планеты необходимо вставить на место пропуска?

\_\_\_\_\_ – планета-гигант нашей Солнечной системы и пятая по удалённости от Солнца. Своё имя планета получила в честь главного бога древних римлян.

Ответ: \_\_\_\_\_.

4. Расположи планеты таким образом, чтобы получилась последовательность от самой большой к самой маленькой. Запиши цифры, которыми обозначены планеты, в клеточки в нужной последовательности.



1) Марс



2) Юпитер



3) Сатурн



4) Меркурий

Рис. 89

Ответ:

--	--	--	--

5. В приведённой ниже таблице обобщается информация из текста о Марсе и Сатурне. Заполни пустые ячейки таблицы.

Название планеты	Цвет планеты	К какой группе планет относится	Количество спутников
Марс		планеты земной группы	
Сатурн	бледно-жёлтый		62

6. Запиши названия трёх стран, в которых первыми в мире были открыты планетарии.

Ответ: \_\_\_\_\_.

7. В прошлом году сотрудники планетария провели опрос. У посетителей спросили: «Какая, по Вашему мнению, главная цель у Московского планетария?» Результаты опроса представлены в таблице 14.

**Таблица 14 – Результаты опроса посетителей Московского планетария**

Варианты ответа	Количество людей, которые выбрали данный ответ
Рассказать историю изучения Космоса	50 человек
Показать, как устроена Вселенная	35 человек
Сделать астрономию понятной Всем	15 человек

На основе полученных данных была построена диаграмма. Выбери диаграмму, которая соответствует результатам опроса.

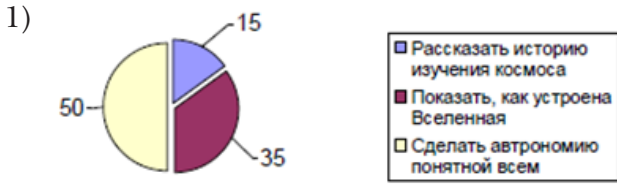


Рис. 90

8. Среднесуточная температура на поверхности Марса около:

1) 100 °С; 2) – 60 °С; 3) – 100 °С; 4) 0 °С.

9. Торжественное открытие Московского планетария состоялось в:

1) 1900 году; 2) 2019 году; 3) 2005 году; 4) 1929 году.

10. Прочитай отрывок. Название, какой планеты необходимо вставить на место пропуска?

С помощью небольшого телескопа можно отыскать прекрасную бледно-жёлтую планету. \_\_\_\_\_ занимает второе место по величине среди планет Солнечной системы.

1) Марс; 2) Юпитер; 3) Сатурн; 4) Меркурий.

## 5.6. Млечный путь

В любое время года в безоблачную ночь можно увидеть неровную и неяркую полосу света, проходящую по небу. Это Млечный Путь, наша Галактика. Хорошо Млечный Путь виден вдали от городских огней в безоблачную погоду (рис. 91).



Полоса Млечного Пути

Рис. 91

В мифах древних народов по-разному описывалось происхождение этой полосы света на небе. Согласно древнегреческому мифу, у Зевса и прекрасной женщины Алкмены родился сын Геракл. Чтобы ребенок обрел бессмертие, его кормилицей должна была стать Гера, но она и слышать об этом не желала. Тогда Зевс дождался, когда богиня заснула, а потом подослал к ней Гермеса с младенцем Гераклом. Проголодавшийся малыш сразу же начал сосать молоко. Гера проснулась и оттолкнула его прочь. Но было уже поздно – сын Зевса обрел бессмертие. А молоко, пролившееся из груди богини, так и осталось в небесах – в виде Млечного пути. Отсюда и возникло название.

Североамериканским индейцам светлая полоса напоминала извилистый путь во Вселенной. Они были уверены, что этот путь протоптала антилопа, соревнующаяся в беге с оленем. Куда же так стремились эти звери, индейцы не знали.

Темнокожие жители Восточной Африки были уверены, что это дым от костров давно умерших предков.

Самые маленькие люди на Земле, бушмены, думали, что среди звезд летают хлопья пепла из костра, брошенные давным-давно девушкой из их племени.

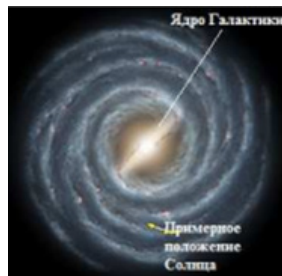
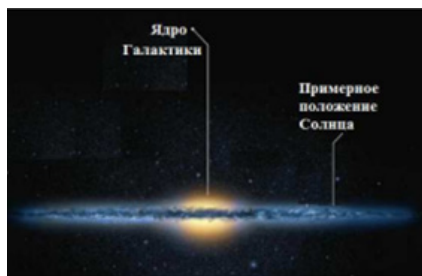
У якутов сохранилась история о том, как небесная богиня по имени Кубай-Хотун раздавала свое молоко всем детям, а также смертельно больным, которые после этого оживали.

Персы поведали, что это след от разбросанной соломы. Будто бы однажды какой-то человек ухватил ее с чужого воза. Вора заметили и кинулись за ним в погоню, а он так припустил, что забежал на небо, но и там не остановился, а продолжал нестись, что есть духу. Так всю краденую солому и растерял по небу.

Тайну Млечного пути пытались разгадать древние философы, жившие более 2000 лет назад. Так, Платон называл Млечный Путь швом, соединяющим небесные полушария. Аристотель объяснял его светящимися парами, располагающимися под Луной. Марк Манилий считал, что Млечный Путь – это сливающееся сияние маленьких звёзд.

В 1610 году итальянский учёный Галилео Галилей навел на светящуюся полосу Млечного Пути изготовленный им телескоп. То, что увидел Галилей, захватило дух. В месте белесой полосы его взору открылись сверкающие скопления из бесчисленных звёзд. Оказалось, что Млечный путь на самом деле состоит из огромного количества звёзд, не видимых по отдельности невооружённым глазом.

Сегодня учёные считают, что Млечный путь – центральная часть нашей Галактики. Отсюда и саму Галактику стали называть Млечный путь. Солнечная система, а вместе с ней и планета Земля, находятся на краю этого космического мира. Центр же где-то там, далеко от нас. Со стороны Галактика напоминает плоский диск с утолщением посередине. Утолщение в центральной части диска Млечного пути называют Галактическим ядром (рис. 92).



Схематическое изображение нашей Галактики (вид сбоку и вид сверху)

Рис. 92



Ядро Галактики – это ярко сияющий шар. Ядро состоит из огромного количества гораздо более старых, чем Солнце, звёзд. Если бы земляне могли наблюдать ядро Галактики в небе, то их взорам предстал бы гигантский светящийся вытянутый шар, который по своим размерам был бы больше Луны в сто раз. К сожалению, это зрелище недоступно людям из-за мощных газовых и пылевых облаков, которые заслоняют галактический центр от планеты Земля.

### **Задания к тексту «Млечный путь»**

1. Что представляет собой ядро Галактики?
  - 1) Светящуюся полосу Млечного пути;
  - 2) огромное газовое облако внутри Галактики;
  - 3) скопление звёзд в центральной области Галактики;
  - 4) самую яркую звезду Галактики.
2. Почему с Земли нельзя увидеть ядро Галактики?
  - 1) Ядро Галактики закрыто космическими газовыми и пылевыми облаками.
  - 2) Ядро Галактики закрыто от наблюдения облаками в Земной атмосфере.
  - 3) В городских условиях наблюдение ядра Галактики невозможно из-за городских огней.
  - 4) Ядро Галактики находится очень далеко от Земли.
3. Какой из указанных космических объектов является самым большим по размерам?
  - 1) Планета;
  - 2) звезда;
  - 3) солнечная система;
  - 4) ядро Галактики.

4. Какое из устройств является наиболее близким «родственником» телескопа?

1) весы; 2) фонарь; 3) бинокль; 4) термометр.

5. Какой цифре на рисунке соответствует примерное положение Земли в Галактике?

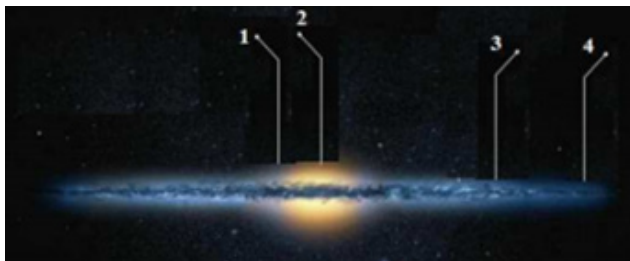


Рис. 93

6. В приведённой ниже таблице обобщается информация из текста о том, как древние народы объясняли происхождение Млечного Пути. Заполни пустые ячейки таблицы. Ячейка может содержать один и более правильных ответов.

Причина образования Млечного Пути	Народы
След от разбросанной соломы	
След от бега	
Небесная богиня раздавала свое молоко всем детям	

7. В каком году итальянский учёный Галилео Галилей навел на светящуюся полосу Млечного Пути изготовленный им телескоп?

1) 1510 г.

2) 1610 г.

3) 1500 г.

4) 1650 г.

8. Прочитай отрывок. Вставьте слово вместо пропуска.

«В месте белесой полосы его взору открылись сверкающие скопления из бесчисленных звёзд. Оказалось, что Млечный путь на самом деле состоит из огромного количества \_\_\_\_\_, не видимых по отдельности невооружённым глазом».

Ответ: \_\_\_\_\_.

9. В приведённой ниже таблице обобщается информация из текста о том, как древние философы пытались разгадать тайну Млечного пути. Заполни пустые ячейки таблицы. Ячейка может содержать один правильный ответ.

Тайна млечного пути	Древние философы (ученые)
Объяснял его светящимися парами, располагающимися под Луной	
Сливающееся сияние маленьких звёзд	
Шов, соединяющие небесные полушария	

10. Прочитай отрывок. Вставьте слово вместо пропуска.

«Сегодня учёные считают, что Млечный путь – центральная часть нашей Галактики. Отсюда и саму Галактику стали называть Млечный путь. Солнечная система, а вместе с ней и планета Земля, находятся на краю этого космического мира. Центр же где-то там, далеко от нас. Со стороны \_\_\_\_\_ напоминает пло-

ский диск с утолщением посередине. Утолщение в центральной части диска \_\_\_\_\_ называют \_\_\_\_\_.

Ядро Галактики – это ярко сияющий шар. Ядро состоит из огромного количества гораздо более старых, чем Солнце, \_\_\_\_\_».

## 5.7. История измерений размеров Земли

Не все знают, что о форме и размерах Земли люди имели достаточно реальные представления ещё до начала нашей эры. Так, древнегреческий философ Аристотель (384–322 гг. до н. э.) полагал, что Земля имеет шарообразную форму, а в качестве доказательства приводил округлость формы земной тени во время лунных затмений, поскольку только шар при освещении с любой стороны всегда даёт круглую тень.

Эратосфен, живший в Александрии, для определения размеров Земли выбрал дугу александрийского меридиана, на который приблизительно попадает город Асуан (в те времена Сиена). Эратосфен узнал, что в Асуане во время летнего солнцестояния в полдень можно видеть изображение Солнца в глубоких колодцах, т. е. Солнце находится в зените (по вертикали над головой). В то же самое время в Александрии Солнце оказывалось удалённым от зенита на одну пятидесятую часть окружности (рисунок 1). Отклонение светила от вертикали определялось по измерениям тени гномона – древнейшего астрономического инструмента, состоящего из вертикального стержня на горизонтальной площадке (рис. 94).

Расстояние между Асуаном и Александрией равно 5000 стадиям (800 км). Если длина  $\frac{1}{50}$  части окружности соответствует 5000 стадиям (800 км), то длина

всей окружности получается равной 250 000 стадий (40 000 км), а радиус Земли – примерно 6 370 км.

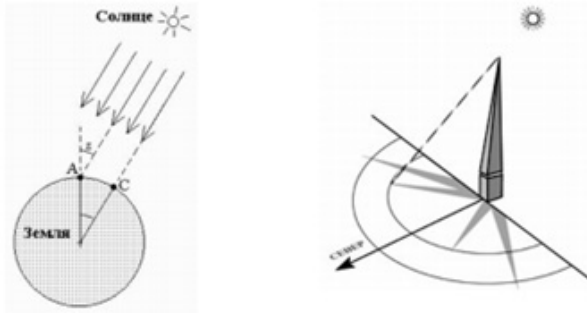


Рис. 94

В 1672 г. один французский астроном установил, что если точные маятниковые часы перевезти из Парижа в Кайенну (в Южной Америке, вблизи экватора), то они начинают отставать на 2,5 минуты в сутки. Ньютон объяснил это тем, что на экваторе поверхность Земли находится дальше от её центра, чем в Париже.

Французская академия наук решила проверить правильность рассуждений Ньютона. Если Земля, согласно Ньютону, имеет форму «мандарина», то дуга меридиана размером в  $1^\circ$  должна удлиняться при приближении к полюсам. Измерить дугу на севере и на юге Франции поручили директору Парижской обсерватории Джованни Кассини. Однако южная дуга у него получилась длиннее северной. Казалось, что Ньютон не прав: Земля не сплюснута, как «мандарин», а вытянута по оси вращения подобно «лимону». Но Ньютон не отказался от своих выводов и уверял, что Кассини ошибся при измерениях. Между сторонниками тео-

рии «мандарина» и «лимона» разгорелся учёный спор, который длился 50 лет.

Для разрешения спора в 1735 году Французская академия наук снарядила одну экспедицию к экватору, другую – к северному полярному кругу. Южная экспедиция проводила измерения в Перу. Северная экспедиция работала в Лапландии (так до начала XX века называлась северная часть Скандинавского и западная часть Кольского полуостровов). Для измерения была выбрана дуга меридиана длиной около 3°. После сравнения результатов работы экспедиций выяснилось, что полярный градус длиннее экваториального.

В наше время существует особая наука, которая занимается определением величины Земли при помощи точнейших измерений её поверхности. Геодезические работы по измерению Земли проводились и проводятся и в нашей стране. Еще в XIX веке русскими геодезистами была проделана очень точная работа по измерению «русско-скандинавской дуги меридиана» протяжением более 25°, т. е. длиной почти в 3 тыс. км. Её называли «дугой Струве» в честь основателя Пулковской обсерватории (под Петербургом) Василия Яковлевича Струве, который задумал эту огромную работу и руководил ею.

Искусственные спутники Земли позволяют определить величину силы тяжести в разных местах над поверхностью земного шара с такой точностью, которой нельзя было достигнуть никаким другим способом. Это в свою очередь позволит внести дальнейшее уточнение в наши знания о размерах и форме Земли.

Согласно современным данным из-за вращения вокруг своей оси Земля немного сжата вдоль оси вращения. Полярный радиус Земли короче экваториаль-

ного почти на 21 км, то есть короче всего на  $1/300$  экваториального радиуса. Форма Земли, таким образом, очень мало отличается от шара.

### Задания к тексту «История измерений размеров Земли»

1. Градусным измерением называется измерение дуги на земной поверхности, имеющее целью найти фигуру и размеры обитаемой нами планеты. Какие из утверждений верны?

А. Каждое градусное измерение состоит из двух действий: из определения линейной длины какой-либо дуги на поверхности Земли и вычисления угловой величины той же дуги

Б. Первое градусное измерение произведено в Египте александрийским математиком Эратосфеном:

1) только А; 2) только Б; 3) и А, и Б; 4) ни А, ни Б.

2. Сколько примерно стадий составляет диаметр Земли согласно измерениям

Эратосфена?

1) 6366; 2) 39800; 3) 12732; 4) 79600.

3. На рисунке 95 представлена трехмерная географическая модель земного шара. Какое соотношение между экваториальным и полярным радиусами справедливо?

- 1)  $a - c = 1/300$ ;  
2)  $a/c = 1/300$ ;  
3)  $(a - c)/a = 1/300$  ;  
4)  $a/(a - c) = 1/300$ .

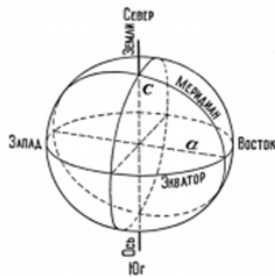


Рис. 95

4. Какое наблюдение не может служить косвенным доказательством шарообразной формы Земли?

1) Земная тень во время лунных затмений имеет форму круга.

2) Возможность провести кругосветное путешествие.

3) Дальность горизонта на уровне моря всюду одинакова.

4) Фотографии, полученные с ракет, запущенных на большую высоту, показывают, что край Земли всегда представляет собой дугу окружности.

5. Установите соответствие между термином и его значением: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ТЕРМИН

ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНА

А) зенит

Б) геодезия

1) древнейший астрономический инструмент

2) наука, изучающая форму и размеры земной поверхности

3) древняя наука о движении Солнца по небесной сфере

4) точка небесной сферы, находящаяся вертикально над головой

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б



6. Установите соответствие между точкой на рисунке 1 и тем, что она обозначает: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ТОЧКА НА РИСУНКЕ

ЧТО ОБОЗНАЧАЕТ

А) точка А

Б) точка В

1) город Александрия

2) город Асуан

3) Северный полярный полюс

4) точка на экваторе

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б

7. Выберите все верные утверждения, соответствующие содержанию текста, и обведите их номера.

1) Если перенести физический маятник с экватора на полюс, то период его колебаний уменьшится.

2) Города Александрия и Асуан находятся на одной географической широте.

3) В Асуане во время летнего солнцестояния ровно в полдень вертикально расположенные столбы практически не отбрасывают тень.

4) В одном километре содержится 6,25 стадий.

5) В споре о форме Земли, который разгорелся между Ньютоном и Кассини, Французская академия наук безоговорочно встала на сторону Ньютона.

6) Северной экспедицией в Лапландии в 1735 г. Руководил В.Я. Струве.

Обведённые цифры запишите в ответ, не разделяя их запятыми.

Ответ: \_\_\_\_\_.

8. В приведенной ниже таблице обобщается информация из текста о том, как древние ученые пытались разгадать тайну истории измерений размеров Земли. Заполните пустые ячейки таблицы. Ячейка может содержать один правильный ответ.

История измерений размеров Земли	Ученые
Для определения размеров Земли выбрал дугу александрийского меридиана, на который приблизительно попадает город Асуан	
Полагал, что Земля имеет шарообразную форму	
Объяснил, что на экваторе поверхность Земли находится дальше от ее центра, чем в Париже	

9. В каком году французский астроном установил, что если точные маятниковые часы перевезти из Парижа в Кайенну, то они начинают отставать на 2,5 минуты в сутки?

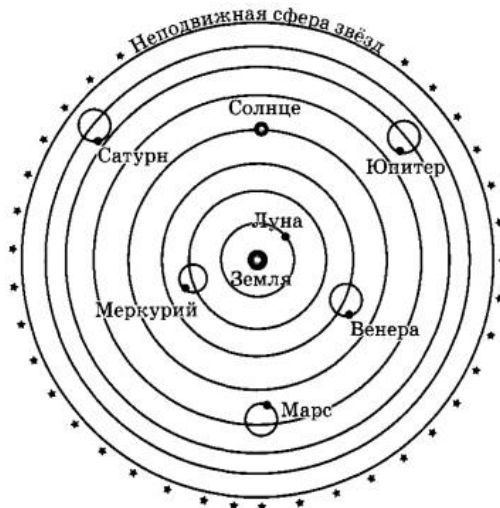
- 1) 1627 г.
- 2) 1672 г.
- 3) 1761 г.
- 4) 1621 г.

10. Как изменяется длина солнечной тени в течение дня? Куда направлена в наших широтах тень в полдень?

## 5.8. Солнечная система

В древние времена Земля считалась центром мироздания. Геоцентрическая система мира Гея в греческой мифологии – мать-земля) – представление об устройстве мироздания, согласно которому центральное положение во Вселенной занимает неподвижная Земля, вокруг которой вращаются Солнце, Луна, планеты и звёзды.

Во II веке древнегреческий астроном Клавдий Птолемей в своем фундаментальном сочинении «Великое математическое построение астрономии в 13 книгах», или «Альмагест», представляет свои доказательства сферичности Земли и неба, центрального положения Земли Вселенной, а также описывает сложное движение планет. На рисунке 96 представлена модель мира, построенная Птолемеем.



Модель мира Птолемея

Рис. 96

Работы Птолемея считались настолько совершенными, что господствовали в науке протяжении 1400 лет. Однако в ходе научных открытий XVI века выяснилось, что геоцентризм несовместим с астрономическими фактами и противоречит физической теории. Постепенно утвердилась гелиоцентрическая система мира (Гелиос – древнегреческий бог Солнца).

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.

**Таблица 15 – Сравнительная таблица некоторых параметров планет**

Планета	Масса, относительно*	Расстояние до Солнца, относительно*	Время обращения вокруг Солнца, земных лет	Сутки, относительно*	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Атмосфера, относительно*
Меркурий	0,06	0,38	0,241	58,6	5427	отсутствует
Венера	0,82	0,72	0,615	243	5243	плотная
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	5515	1
Марс	0,11	1,52	1,88	1,03	3933	2
Юпитер	318	5,20	11,86	0,414	1326	67
Сатурн	95	9,54	29,46	0,426	687	62
Уран	14,6	19,22	84,01	0,718	1270	27
Нептун	17,2	30,06	164,79	0,671	1638	13

\* Параметры в таблице 15 указаны по отношению 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.

### **Задания к тексту «Солнечная система»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

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

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) 5;
- 2) 10;
- 3) время обращения вокруг;
- 4) масса;
- 5) плотность.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

2. Основой гелиоцентрической модели мира является утверждение о том, что:

- 1) Солнце находится в центре мира, и все планеты обращаются вокруг Солнца;
- 2) Земля вращается вокруг своей оси;
- 3) Солнечная система движется во Вселенной;
- 4) все планеты движутся друг относительно друга и относительно Солнца.

3. Выберите верное утверждение:

- 1) По мере удаления от Солнца увеличивается радиус планет;
- 2) Планеты-гиганты характеризуются меньшей частотой вращения вокруг своей оси по сравнению с планетами земной группы;
- 3) По мере удаления от Солнца период обращения планет увеличивается;
- 4) Во времена Птолемея не были известны планеты Уран и Сатурн.

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

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

6. Можно или нет наблюдать такое явление, как болид, находясь на Луне? Ответ поясните.

7. Можно ли наблюдать такое явление, как болид, находясь на Марсе? Ответ поясните.

## **5.9. Альbedo Земли**

Температура у поверхности Земли зависит от отражательной способности планеты – альbedo. Альbedo поверхности – это отношение потока энергии отражённых солнечных лучей к потоку энергии падающих на поверхность солнечных лучей, выраженное в процентах или долях единицы. Альbedo Земли в видимой части спектра – около 40 %. В отсутствие облаков оно было бы около 15 %.

Альbedo зависит от многих факторов: наличия и состояния облачности, изменения ледников, времени года и соответственно от осадков. В 90-х годах XX века стала очевидна значительная роль аэрозолей – мельчайших твёрдых и жидких частиц в атмосфере. При сжигании топлива в воздух попадают газообразные оксиды серы и азота; соединяясь в атмосфере с капельками воды, они образуют серную, азотную кислоты и аммиак, которые превращаются потом в сульфатный и нитратный аэрозоли. Аэрозоли не только отражают солнечный свет, не пропуская его к поверхности Земли. Аэрозольные частицы служат ядрами конденсации атмосферной влаги при образовании облаков и тем самым способствуют увеличению облачности. А это, в свою очередь, уменьшает приток солнечного тепла к земной поверхности.

Прозрачность для солнечных лучей в нижних слоях земной атмосферы зависит также от пожаров. Из-за пожаров в атмосферу поднимается пыль и сажа, которые плотным экраном закрывают Землю и увеличивают альbedo поверхности.

**Задания к тексту «Альbedo Земли»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Альbedo зависит от многих факторов: наличия и состояния облачности, изменения ледников, времени года и соответственно от осадков. В 90-х годах XX века стала очевидна значительная роль А) \_\_\_\_\_ – мельчайших твёрдых и жидких частиц в атмосфере. При сжигании топлива в воздух попадают газообразные оксиды серы и азота; соединяясь в атмосфере с капельками воды, они образуют серную, азотную кислоты и аммиак, которые превращаются потом в сульфатный и нитратный Б) \_\_\_\_\_. Они не только отражают солнечный свет, не пропуская его к поверхности Земли. Эти частицы служат ядрами конденсации атмосферной влаги при образовании облаков и тем самым способствуют В) \_\_\_\_\_ облачности. А это, в свою очередь, Г) \_\_\_\_\_ приток солнечного тепла к земной поверхности.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) аэрозоль.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Под альbedo поверхности понимают:

- 1) общий поток падающих на поверхность Земли солнечных лучей;



2) отношение потока энергии отражённого излучения к потоку поглощённого излучения;

3) отношение потока энергии отражённого излучения к потоку падающего излучения;

4) разность между падающей и отражённой энергией излучения.

3. Какие утверждения справедливы?

А) Аэрозоли отражают солнечный свет и тем самым способствуют уменьшению альбедо Земли.

Б) Извержения вулканов способствуют увеличению альбедо Земли.

1) только А.

2) только Б.

3) и А, и Б.

4) ни А, ни Б.

4. В таблице 16 приведены некоторые характеристики для двух планет Солнечной системы – Венеры и Марса. Для какой из планет альбедо имеет большее значение? Ответ поясните.

**Таблица 16 – Характеристики Венеры и Марса**

Характеристики	Венера	Марс
А) Среднее расстояние от Солнца, в радиусах земной орбиты	0,72	1,52
Б) Средний радиус планеты, км	6050	3397
В) Число спутников	0	2
Г) Наличие атмосферы	Очень плотная	Разреженная

## 5.10. Солнечная активность

Одним из наиболее распространённых показателей уровня солнечной активности является число Вольфа, связанное с количеством солнечных пятен на видимой полусфере Солнца. Общий уровень солнечной активности меняется с периодом, примерно равным 11 годам (рис. 97).

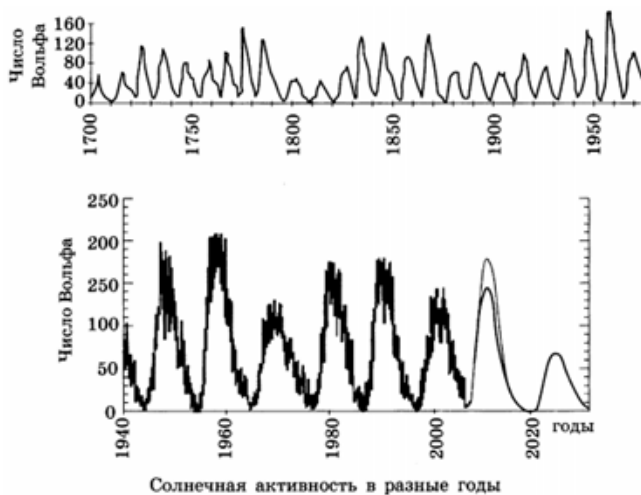


Рис. 97

В период активности на Солнце наблюдаются вспышки. Вспышка представляет собой нечто подобное взрыву, в результате которого образуется направленный поток очень быстрых заряженных частиц (электронов, протонов и др.). Потоки заряженных частиц, несущихся с огромной скоростью, изменяют магнитное поле Земли, то есть приводят к появлению магнитных бурь на нашей планете.

Захваченные магнитным полем Земли заряженные частицы движутся вдоль магнитных силовых линий и наиболее близко к поверхности Земли проникают в области магнитных полюсов Земли. В результате столкновений заряженных частиц с молекулами воздуха возникает электромагнитное излучение — полярное сияние.

Цвет полярного сияния определяется химическим составом атмосферы. На высотах от 300 до 500 км, где воздух разрежён, преобладает кислород. Цвет сияния здесь может быть зелёным или красноватым. Ниже уже преобладает азот, дающий сияния ярко-красного и фиолетового цвета.

### **Задания к тексту «Солнечная активность»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В период активности на Солнце наблюдаются  
А) \_\_\_\_\_. Она представляет собой нечто подобное взрыву, в результате которого образуется направленный поток очень быстрых заряженных частиц (электронов, протонов и др.). Потоки заряженных частиц, несущихся с огромной скоростью, изменяют магнитное поле Земли, то есть приводят к появлению  
Б) \_\_\_\_\_ на нашей планете.

Захваченные магнитным полем Земли заряженные частицы движутся вдоль магнитных силовых линий и наиболее близко к поверхности Земли проникают в области магнитных полюсов Земли. В результате столкновений заряженных частиц с молекулами воздуха возникает В) \_\_\_\_\_ — полярное сияние.

Список слов и словосочетаний:

- 1) электромагнитное излучение;
- 2) вспышки;
- 3) магнитные бури.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Цвет полярного сияния, возникающего на высоте 100 км, определяется преимущественно излучением:

- 1) азота;
- 2) кислорода;
- 3) водорода;
- 4) гелия.

3. Выберите верное утверждение, соответствующее тексту:

1) Наибольшая активность полярных сияний наблюдается в экваториальных широтах;

2) Возникновение полярных сияний не связано с солнечной активностью, а обусловлено только изменением химического состава атмосферы;

3) Текущий год приходится на максимум солнечной активности;

4) Изменения чисел Вольфа указывают не только на 11-летний цикл солнечной активности, но и на возможное присутствие цикла с более длительным периодом.

4. Магнитные бури на Земле представляют собой:

- 1) вспышки радиоактивности;
- 2) потоки заряженных частиц;
- 3) быстрые и непрерывные изменения облачности;
- 4) быстрые и непрерывные изменения магнитного поля планеты.

5. Можно ли утверждать, что Земля – единственная планета Солнечной системы, где возможно возникновение полярных сияний по механизму, описанному в тексте? Ответ поясните.

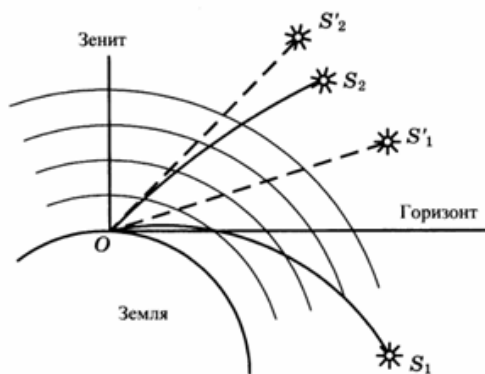
### **5.11. Прохождение солнечных лучей сквозь атмосферу Земли**

При прохождении сквозь атмосферу Земли луч света, идущий от Солнца, подвергается процессам рефракции (преломления), поглощения и рассеяния.

Рассеяние зависит от длины световой волны: синий (голубой) свет рассеивается сильнее, чем красный. В 1871 году Дж. Стретт (Рэлей) установил закон рассеяния: интенсивность рассеянного света прямо пропорциональна четвёртой степени частоты света, или, иначе говоря, обратно пропорциональна четвёртой степени длины световой волны. Чем больший путь проходит белый солнечный луч в рассеивающей среде, тем в большей степени рассеиваются лучи синей части спектра и тем более красным луч кажется наблюдателю на Земле.

Проходя через атмосферу Земли, луч не только рассеивается, но из-за преломления отклоняется от прямой линии по направлению к Земле. Это явление называется рефракцией. По мере приближения к по-

верхности Земли плотность атмосферы растёт, и лучи преломляются всё сильнее. В результате все небесные тела, за исключением тех, что находятся в зените, кажутся на небе выше, чем они есть на самом деле (рис. 98).



Видимое смещение (обозначено пунктиром)  
для истинных звезд  $S_1$  и  $S_2$ .  
Наблюдатель находится в точке  $O$

Рис. 98

Задания к тексту «Прохождение солнечных лучей сквозь атмосферу Земли»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Проходя через атмосферу Земли, луч не только рассеивается, но из-за преломления отклоняется от прямой линии по направлению к Земле. Это явление называется А) \_\_\_\_\_. По мере приближения к поверхности Земли Б) \_\_\_\_\_ атмосферы растёт, и лучи преломляются всё сильнее. В результате

все небесные тела, за исключением тех, что находятся в зените, кажутся на небе В) \_\_\_\_\_, чем они есть на самом деле.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) выше;
- 2) ниже;
- 3) рефракция;
- 4) плотность.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Рефракция света в атмосфере – это атмосферно-оптическое явление, вызываемое:

- 1) рассеянием световых лучей в атмосфере;
- 2) поглощением, преломлением и рассеянием световых лучей в атмосфере;
- 3) преломлением световых лучей в атмосфере;
- 4) поглощением световых лучей в атмосфере.

3. Известно, что частота волны в красной части видимого спектра примерно в 2 раза меньше частоты волны в фиолетовой части спектра. Согласно закону Рэля интенсивность рассеянных фиолетовых лучей по сравнению с красными:

- 1) в 8 раз больше;
- 2) в 16 раз больше;
- 3) в 8 раз меньше;
- 4) в 16 раз меньше.

4. Какой цвет приобретает Солнце в момент своего захода и восхода? Ответ поясните.

## 5.12. Приливы и отливы на Земле

Наша планета постоянно находится в гравитационном поле, которое создают Луна и Солнца. Это является причиной уникального явления, выраженного в приливах и отливах на Земле. Приливы и отливы – это изменения уровня воды морских стихий и Мирового океана. Характер образования приливов и отливов уже достаточно изучен: постепенно поднимается уровень воды, достигая своей наивысшей точки (уровень «полная вода»); далее вода начинает спадать (процесс «отлив»); в течение примерно шести часов вода продолжает уходить и достигает минимальной своей точки (уровень «малая вода»). На рисунке 99 схематично представлено образование приливов и отливов.



Рис. 99

Основное влияние на образование приливов и отливов оказывает Луна благодаря своему близкому положению относительно Земли. Наиболее близкая к Луне точка земной поверхности подвержена лунно-



му тяготению примерно на 6% больше, чем наиболее удаленная.

В течение суток (лунных) бывают две полные и две малые воды. Период равен половине лунных суток и составляет в среднем 12 часов 25 минут. Лунными сутками принято называть время оборота Луны вокруг нашей планеты, он чуть длиннее привычных для нас двадцати четырех часов. Каждый день приливы и отливы сдвигаются на пятьдесят минут. Этот временной промежуток необходим волне, чтобы «догнать» Луну, перемещающуюся за земные сутки на тринадцать градусов.

Наблюдение процесса прилива в одном и том же месте на протяжении месяца показывает, что уровни малых и полных вод зависят от фазы Луны: в полнолуние и новолуние уровни отдаляются друг от друга, обеспечивая максимальную амплитуду прилива.

На земные приливы и отливы также влияет тяготение со стороны Солнца. Из-за огромной массы Солнца сила гравитационного притяжения между Солнцем и Землей почти в 200 раз больше силы притяжения между Землей и Луной (но из-за внушительной удаленности это действие очень мало различается для разных областей Земли). Амплитуда солнечных приливов практически вдвое меньше, чем у приливно-отливных процессов спутника Земли. В том случае, когда все три небесных тела – Земля, Луна и Солнце – располагаются на одной прямой, происходит складывание лунных и солнечных приливов.

Энергия приливной волны невероятно велика, поэтому уже много лет разрабатываются проекты по строительству электростанция в районах с большой амплитудой движения водных масс. В России таких

электростанций уже несколько. Первая была построена в Белом море.

### Задания к тексту «Приливы и отливы на Земле»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В течение суток (лунных) бывают две полные и две малые воды. А) \_\_\_\_\_ равен половине лунных суток и составляет в среднем 12 часов 25 минут. Б) \_\_\_\_\_ принято называть время оборота Луны вокруг нашей планеты, он чуть длиннее привычных для нас двадцати четырех часов. Каждый день приливы и отливы сдвигаются на В) \_\_\_\_\_. Этот временной промежуток необходим волне, чтобы «догнать» Луну, перемещающуюся за земные сутки на тринадцать градусов.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) лунные сутки;
- 2) период;
- 3) десять минут;
- 4) тридцать минут;
- 5) пятьдесят минут.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Лунные сутки составляют примерно:

- 1) 29 земных дней;
- 2) 28 земных дней;
- 3) 24 ч 50 мин;
- 4) 12 ч 25 мин.

3. Наибольшее влияние на образование приливов и отливов на Земле оказывает:

1) Солнце, так как притяжение между Солнцем и Землей почти в 200 раз больше притяжения между Землей и Луной;

2) Солнце, так как оно оказывает одинаковое действие на все области Земли

3) Луна, так как силы тяготения со стороны Луны превышают силы тяготения со стороны Солнца;

4) Луна, так как сила притяжения Луны заметно меняется от участка к участку земной поверхности.

4. Сколько раз в месяц из-за сложения лунного и солнечного приливов возникают приливы, отличающиеся резким перепадом между крайними точками: самые высокие полные воды и самые низкие малые воды? Ответ поясните.

### **5.13. Закон Кеплера**

Иоганн Кеплер, изучив результаты наблюдений астрономов за многие годы, установил, что известные в то время планеты вращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам (рис. 100).

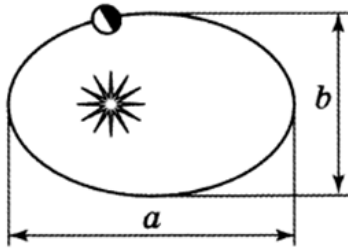


Рис. 100

Эллипс характеризуется большой и малой осями  $a$  и  $b$ , окружность является эллипсом, у которого  $a = b$ . Реальные орбиты планет слабо отличаются от окружностей, в центре которых находится Солнце. Кеплер сформулировал количественное соотношение, связывающее периоды обращения планет вокруг Солнца и геометрические параметры орбит. Этот закон Кеплера гласит, что квадраты периодов планет пропорциональны кубам больших полуосей орбит планет. Такое соотношение означает, что для любой планеты отношение квадрата периода вращения вокруг Солнца к кубу полуоси её эллиптической орбиты должно быть одинаково.

### Задания к тексту «Закон Кеплера»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Кеплер сформулировал количественное соотношение, связывающее А) \_\_\_\_\_ обращения планет вокруг Солнца и геометрические параметры орбит. Этот закон Кеплера гласит, что квадраты Б) \_\_\_\_\_ планет пропорциональны кубам

В) \_\_\_\_\_ полуосей орбит планет. Такое соотношение означает, что для любой планеты отношение квадрата Г) \_\_\_\_\_ вращения вокруг Солнца к кубу полуоси её эллиптической орбиты должно быть одинаково.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) больших;
- 2) малых;
- 3) период;
- 4) частота;
- 5) длина.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В	Г

2. Если  $a_1$  и  $a_2$  длины больших полуосей орбит двух планет, а  $T_1$  и  $T_2$  – периоды обращения тех же планет вокруг Солнца, то такое соотношение отражает сформулированный в тексте закон Кеплера?

1)  $\frac{a_1^2}{a_2^2} = \frac{T_2^3}{T_1^3}$ ;

2)  $\frac{a_1^2}{a_2^2} = \frac{T_1^3}{T_2^3}$ ;

3)  $\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$ ;

4)  $\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$ .

3. На рисунке 101 *a, б, в* показаны диаграммы, на которых ученики А, Б и В на основании справочных таблиц отразили для двух планет (1 и 2) соотношения средних радиусов орбит планет (белые столбцы) и периодов (черные столбцы), в предположении, что орбиты слабо отличаются от окружностей. Кто из учеников А, Б или В наиболее правильно построил диаграмму?

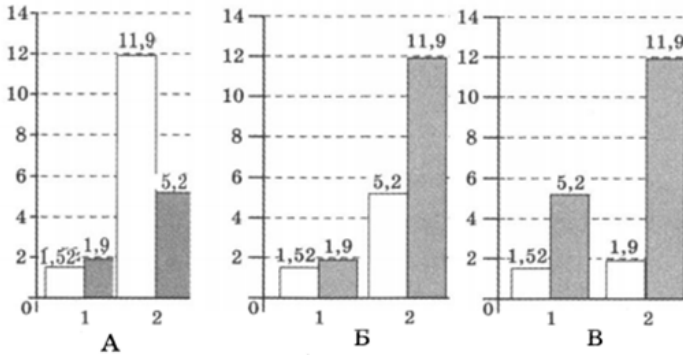


Рис. 101

- 1) ученик А;
- 2) ученик Б;
- 3) ученик В;
- 4) ни один из учеников.

4. Период обращения Марса примерно 2 земных года, малая ось его орбиты составляет 0,99 от его большой оси. Может ли орбита Земли когда-либо пресечься с орбитой Марса, если эти соотношения сохраняются? Ответ поясните.

## 5.14. Гало и венцы

Гало – оптическое явление, заключающееся в образовании светящегося кольца вокруг источника света. Термин произошёл от фр. *halo* и греч. *halos* – *световое кольцо*.

Гало обычно возникают вокруг Солнца или Луны, иногда – вокруг других мощных источников света, таких как уличные огни. Они вызваны преимущественно отражением и преломлением света ледяными кристаллами в перистых облаках и туманах. Для возникновения некоторых гало необходимо, чтобы ледяные кристаллы, имеющие форму шестигранных призм, были ориентированы по отношению к вертикали одинаковым или хотя бы преимущественным образом.

Отражённый и преломлённый ледяными кристаллами свет нередко разлагается в спектр, что делает гало похожим на радугу, однако гало в условиях низкой освещённости имеет малую цветность. Окрашенные гало образуются при преломлении света в шестигранных кристаллах ледяных облаков; неокрашенные (бесцветные) формы – при его отражении от граней кристаллов. Иногда в морозную погоду гало образуется очень близко к земной поверхности. В этом случае кристаллы напоминают сияющие драгоценные камни.

Вид наблюдаемого гало зависит от формы и расположения кристаллов. Наиболее обычные формы гало: радужные круги вокруг диска Солнца или Луны; паргелии, или «ложные Солнца», – слегка окрашенные светлые пятна на одном уровне с Солнцем справа и слева от него; паргелический круг – белый горизонтальный круг, проходящий через диск светила; столб – часть

белого вертикального круга, проходящего через диск светила; он в сочетании с паргелическим кругом образует белый крест.

Гало следует отличать от венцов, которые внешне схожи с ним, но имеют другое происхождение. Венцы возникают в тонких водяных облаках, состоящих из мелких однородных капель (обычно это высококучевые облака) и закрывающих диск светила, за счёт дифракции. Они могут появиться также в тумане около искусственных источников света. Основная, а часто единственная часть венца – светлый круг небольшого радиуса, окружающий вплотную диск светила (или искусственный источник света). Круг в основном имеет голубоватый цвет и лишь по внешнему краю – красноватый. Его называют также ореолом. Он может быть окружён одним или несколькими дополнительными кольцами такой же, но более светлой окраски, не примыкающими вплотную к кругу и друг к другу.

### Задания к тексту «Гало и венцы»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) \_\_\_\_\_ – оптическое явление, заключающееся в образовании светящегося кольца вокруг источника света. Термин произошёл от фр. *halo* и греч. *halos* – световое кольцо.

Б) \_\_\_\_\_ возникают в тонких водяных облаках, состоящих из мелких однородных капель (обычно это высококучевые облака) и закрывающих диск светила, за счёт дифракции. Они могут появиться



также в тумане около искусственных источников света. Основная, а часто единственная часть – светлый круг небольшого радиуса, окружающий плотную диск светила (или искусственный источник света). Круг в основном имеет голубоватый цвет и лишь по внешнему краю – красноватый. Его называют также В) \_\_\_\_\_. Он может быть окружён одним или несколькими дополнительными кольцами такой же, но более светлой окраски, не примыкающими вплотную к кругу и друг к другу.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) венец;
- 2) ореол;
- 3) гало.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Вид гало зависит от:

- А) Формы кристаллов льда;
- Б) Расположения кристаллов льда.

Правильный ответ:

- 1) только А;
- 2) только Б;
- 3) и А, и Б;
- 4) ни А, ни Б.

3. Неокрашенные гало возникают вследствие:
- 1) отражения света;
  - 2) дисперсии света;
  - 3) дифракции света;
  - 4) преломления света.
4. Какое (-ие) из утверждений верно (-ы)?  
Венцы возникают:
- А) в кучевых облаках, состоящих из капель воды;
  - Б) в перистых облаках, состоящих из кристалликов льда:
- 1) только А;
  - 2) только Б;
  - 3) и А, и Б;
  - 4) ни А, ни Б.
5. Какую окраску имеют гало при преломлении белого света в кристалликах льда? Ответ поясните.

### **5.15. Прохождение Венеры по диску Солнца**

8 июня 2004 года во многих местах Земли можно было наблюдать, как планета Венера проходит перед Солнечным диском. Это явление называется «прохождение Венеры по диску Солнца» и случается, когда Венера проходит между Солнцем и Землей. Предыдущее прохождение Венеры произошло в 1882 году, а следующее, по прогнозам, должно произойти в 2012 году. Ниже на рисунке 102 показано прохождение Венеры в 2004 году. Телескоп был направлен на Солнце, а изображение проецировалось на белый экран.

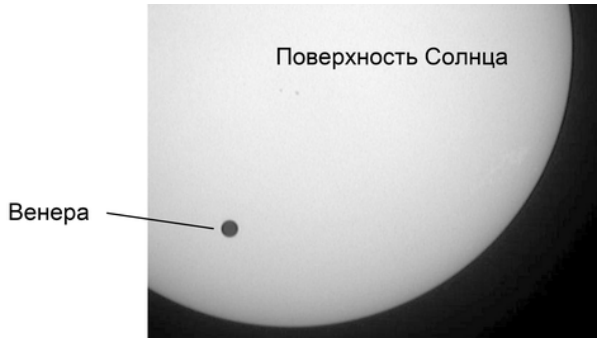


Рис. 102

### Задания к тексту «Прохождение Венеры по диску Солнца»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

8 июня 2004 года во многих местах Земли можно было наблюдать, как планета Венера проходит А) \_\_\_\_\_ Солнечным диском. Это явление называется «прохождение Венеры по диску Солнца» и случается, когда Венера проходит между Солнцем и Б) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) за;
- 2) перед;
- 3) Луна;
- 4) Земля.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

2. Почему прохождение Венеры наблюдалось посредством проецирования изображения на белый экран, а не с помощью наблюдения прямо через телескоп?

1) Солнечный свет был слишком ярким, и Венеру в нем не было видно;

2) Солнце достаточно большое, чтобы видеть его без увеличительных приборов;

3) Если смотреть на Солнце через телескоп, можно повредить глаза;

4) Проецирование изображения на экран требовалось для его уменьшения.

3. Если смотреть с Земли, прохождение какой из следующих планет по диску Солнца можно наблюдать в определенные периоды времени?

1) Меркурия.

2) Марса.

3) Юпитера.

4) Сатурна.

4. В следующем высказывании подчеркнута несколько слов.

По прогнозам астрономов, в текущем столетии с планеты Нептун можно будет наблюдать прохождение Сатурна по диску Солнца.

Какие три из подчеркнутых слов были бы наиболее полезны при поисках в Интернете или библиотеках, если вам нужно узнать, когда именно может произойти это прохождение?

## **5.16. Метеороиды и кратеры**

Камни из космоса, попадающие в атмосферу Земли, называются метеороидами. Пролетая через атмосферу Земли, метеороиды разогреваются и начинают светиться. Большая часть метеороидов полностью сгорает раньше, чем они достигнут поверхности Земли. Если метеороид достигает поверхности Земли, он может образовать яму, называемую кратером.



**Рис. 103**

### **Задания к тексту «Метеороиды и кратеры»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Как атмосфера планеты влияет на число кратеров на поверхности планеты? Чем толще атмосфера планеты, тем А) \_\_\_\_\_ кратеров будет на её поверхности, так как Б) \_\_\_\_\_ метеороидов будет сгорать в атмосфере.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) больше;
- 2) меньше.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б

2. По мере приближения к Земле и к её атмосфере скорость метеороида увеличивается. Почему это происходит?

- 1) Метеороид тянется вращением Земли
- 2) Метеороид подталкивается солнечным светом
- 3) Метеороид притягивается массой Земли
- 4) Метеороид отталкивается космическим вакуумом

3. Рассмотрим следующие три кратера.

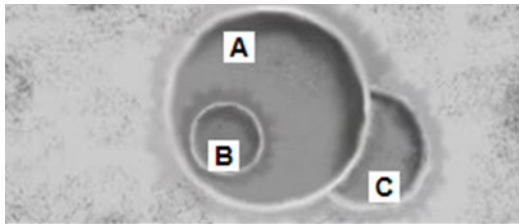


Рис. 104

Расположите кратеры в последовательности согласно размерам метеороидов, их образовавших, от самого большого к самому малому.

1) *Ответ:* \_\_\_\_\_.

Расположите кратеры в последовательности согласно времени их образования, от самого старого к самому новому.

2) *Ответ:* \_\_\_\_\_.

### 5.17. Звездный свет

Саша любит смотреть на звезды. Однако он не может, как следует наблюдать за звездами ночью, потому что живет в большом городе. В прошлом году Саша был в сельской местности, где увидел огромное количество звезд, которые не мог видеть, когда находился в городе.

Рассмотрите таблицу 17, содержащую сведения о ярких звездах.

**Таблица 17 – Сведения о ярких звёздах**

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	2,5	43	65
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3600	15	1000	650
Вега	9600	2	3	25
Капелла	5000	3	12	42
Кастор	10400	2	2,5	50
Процион	6600	1,5	2	11
Спика	22000	11	8	260

**Задания к тексту «Звездный свет»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

К красным сверхгигантам относят звёзды с А) \_\_\_\_\_ температурой (3000–5000 К) и большим радиусом (200–1500 радиусов Солнца). Бетельгейзе попадает в эту категорию.

Температура на поверхности Солнца (6000 К) Б) \_\_\_\_\_, чем температура на поверхности звезды Капелла (5200 К).

Звезда Альтаир находится дальше от Солнца (17 св. лет), чем В) \_\_\_\_\_ (11 св. лет).

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) Процион;
- 2) Кастор;
- 3) больше;
- 4) меньше;
- 5) низкой;
- 6) высокой.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Почему в сельской местности можно увидеть больше звезд, чем в больших городах?

1) Луна в городах ярче, и она закрывает свет многих звезд.



2) В сельской местности по сравнению с городской воздух содержит больше частичек пыли, которые отражают свет.

3) Многие звезды трудно увидеть из-за ярких городских огней.

4) Воздух в городах теплее за счет выделения тепла от транспорта и домов.

3. Саша использует телескоп с линзами большого диаметра для того, чтобы наблюдать за неяркими звездами. Почему использование телескопа с линзами большого диаметра позволяет наблюдать за неяркими звездами?

1) Чем больше линзы, тем больше света они собирают.

2) Чем больше линзы, тем сильнее они увеличивают.

3) Большие линзы позволяют видеть больше небесного пространства.

4) Большие линзы позволяют обнаружить темные цвета в звездах.

## **5.18. Солнечная хромосфера**

Во время полных солнечных затмений хорошо видны внешние области атмосферы Солнца – хромосфера розового цвета и серебристо-жемчужная корона. Их яркость во много раз меньше яркости фотосферы, поэтому наблюдать их можно либо во время затмений, либо с помощью специальных телескопов. Хромосфера простирается до высоты 10000–14000 км. В самых низких ее слоях температура равна приблизительно 5000 °С, а с высотой температура растет и достигает 20000–50000 °С.

Яркость хромосферы неодинакова, и она связана со всеми процессами, протекающими в нижних слоях атмосферы Солнца. В ней наблюдаются хромосферные факелы и пятна, расположенные над фотосферными факелами и пятнами. Особый интерес вызывают самые мощные и быстро развивающиеся процессы, называемые вспышками, в ходе которых яркость небольшого участка хромосферы начинает резко увеличиваться, а потом размеры вспышки достигают примерно  $10^{10}$  км<sup>2</sup>. Слабые вспышки существуют всего лишь 5–10 минут, наиболее мощные длятся несколько часов.

Как правило, вспышки появляются над пятнами, которые быстро изменяются. Так как в процессе вспышек выделяется огромная энергия (до  $10^{25}$ – $10^{28}$  Дж), и развиваются они достаточно быстро, то можно предположить, что вспышки являются взрывными процессами, в ходе которых высвобождается энергия магнитного поля солнечных пятен. Следствием вспышек является мощное ультрафиолетовое, рентгеновское и радиоизлучение, а также огромный выброс заряженных частиц в межпланетное пространство. Для Земли последствием вспышек будут магнитные бури – кратковременные изменения магнитного поля нашей планеты.

Наиболее красивая достопримечательность хромосферы Солнца – это протуберанцы – гигантские арки, как будто опирающиеся на хромосферу и врывающиеся в солнечную корону. Протуберанцы классифицируют либо по форме, либо по степени их динамической активности.

Спокойные протуберанцы существуют несколько недель и даже месяцев. Иногда возникают протуберанцы, для которых характерны очень быстрые движения

и выбросы вещества в корону. По своей природе протуберанцы – это газ, выбросы солнечного вещества, висящего над поверхностью Солнца благодаря его магнитному полю. Размеры протуберанцев могут превосходить размеры нашей планеты, которая легко могла бы уместиться под этими гигантскими выступами.

### **Задания к тексту «Солнечная хромосфера»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Яркость хромосферы неодинакова, и она связана со всеми процессами, протекающими в нижних слоях атмосферы А) \_\_\_\_\_. В ней наблюдаются хромосферные факелы и пятна, расположенные над фотосферными факелами и пятнами. Особый интерес вызывают самые мощные и быстро развивающиеся процессы, называемые вспышками, в ходе которых яркость небольшого участка хромосферы начинает резко Б) \_\_\_\_\_, а потом размеры вспышки достигают примерно  $10^{10}$  км<sup>2</sup>. Слабые вспышки существуют всего лишь 5–10 минут, наиболее мощные длятся несколько часов.

Как правило, вспышки появляются над пятнами, которые быстро изменяются. Так как в процессе вспышек выделяется огромная энергия (до  $10^{25}$ – $10^{28}$  Дж), и развиваются они достаточно быстро, то можно предположить, что вспышки являются взрывными процессами, в ходе которых высвобождается энергия магнитного поля солнечных пятен. Следствием вспышек является мощное ультрафиолетовое, рентгеновское и радиоизлучение, а также огромный выброс заряжен-

ных частиц в межпланетное пространство. Для Земли последствием вспышек будут В) \_\_\_\_\_ – кратковременные изменения магнитного поля нашей планеты.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) магнитные бури;
- 2) уменьшается;
- 3) увеличивается;
- 4) Солнце;
- 5) Земля;
- 6) Луна.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б	В

2. Какова природа солнечных вспышек?
3. Какое из явлений хромосферы наиболее сильно влияет на жизнь на Земле?

## 5.19. Внутреннее строение Солнца

На протяжении миллиардов лет Солнце излучает каждую секунду огромную энергию в межпланетное пространство. Чтобы понять, что является источником этой энергии, нужно построить модель строения Солнца. Основываясь на астрономических данных о массе, светимости, радиусе Солнца и применяя универсальные физические законы, можно предположить,

что давление, плотность и температура солнечного вещества растут с глубиной и достигают максимальных значений в центре Солнца. Химический состав тоже неоднороден: хотя водород и остаётся самым распространённым химическим элементом, но его процентное содержание выше всего в атмосфере Солнца, а в центре оно принимает меньшее значение.

Условно можно разделить строение Солнца на три области. На расстоянии 0,3 радиуса от центра температура столь высока и скорости протонов столь велики, что возникают условия для термоядерного синтеза, в ходе которых водород превращается в гелий и выделяется гигантская энергия. Рассчитать эту энергию возможно по формуле Эйнштейна взаимосвязи массы и энергии:

$$E = mc^2.$$

При «сгорании» всего лишь 1 г водорода выделяется приблизительно  $6,3 \cdot 10^{11}$  Дж, а масса Солнца примерно равна  $2 \cdot 10^{30}$  кг, что позволяет ему выделять энергию в течение миллиардов лет.

В области от 0,3 до 0,7 радиуса Солнца энергии передается излучением от слоя к слою, при этом слои не меняются местами, а только переизлучают полученную энергию. Каждый слой излучает кванты меньшей энергии, чем предыдущий, поэтому гамма-кванты, рожденные в процессе термоядерного синтеза, постепенно превращаются в кванты рентгеновского излучения, затем в кванты ультрафиолетового, и вблизи границы области в кванты видимого излучения.

Примерно на расстоянии 0,3 радиуса Солнца от его поверхности лежит конвективная зона, в которой постоянно происходит перемешивание сол-

нечного вещества. Доказательством существования конвекции является непрерывное образование гранул, которые являются верхушками конвекционных потоков. Равновесие Солнца обеспечивается тем, что силы тяготения, стремящиеся сжать газовый шар, уравновешиваются силами внутреннего газового давления.

Такая модель строения Солнца позволяет не только объяснить явления, происходящие на нашей звезде, но и прогнозировать ее дальнейшую эволюцию, а также анализировать процессы, происходящие на других звездах, которые находятся очень далеко от нас.

### Задания к тексту «Внутреннее строение Солнца»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Условно можно разделить строение Солнца на три области. На расстоянии 0,3 радиуса от центра температура столь высока и скорости протонов столь велики, что возникают условия для термоядерного синтеза, в ходе которых водород превращается в

А) \_\_\_\_\_ и выделяется гигантская энергия.

Рассчитать эту энергию возможно по формуле

Б) \_\_\_\_\_ взаимосвязи массы и энергии:

$$E = mc^2.$$

При «сгорании» всего лишь 1 г водорода выделяется приблизительно  $6,3 \cdot 10^{11}$  Дж, а В) \_\_\_\_\_ Солнца примерно равна  $2 \cdot 10^{30}$  кг, что позволяет ему выделять энергию в течение миллиардов лет.

Список слов и словосочетаний:

- 1) масса;
- 2) азот;
- 3) гелий;
- 4) Ньютон;
- 5) Эйнштейн.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Почему термоядерный синтез протекает только в центральной области Солнца?

3. Какое явление позволяет энергии «выбираться» на поверхность Солнца в его средней области?

## 5.20. Время

Иван (из города Владивостока) и Андрей (из города Челябинска) часто общаются друг с другом в Интернете. Им приходится выходить в Интернет в одно и то же время, чтобы они могли поболтать.

Чтобы определить удобное для общения время, Иван посмотрел таблицы «Часовые пояса России», и нашел следующую информацию:



Рис. 105

### Задания к тексту «Время»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Анализируя таблицу «Часовые пояса России», Иван сделал для себя вывод, что Россия разделена на А) \_\_\_\_\_ часовых поясов. И разница во времени между городами Москва и Челябинск в Б) \_\_\_\_\_ часа. Например, когда в Москве 8.00 утра, то в Челябинске В) \_\_\_\_\_.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) 10.00 ч.;
- 2) 12.00 ч.;
- 3) 14.00 ч.;
- 4) 11;



- 5) 12;
- 6) 2;
- 7) 4.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

2. Какое время во Владивостоке, если в Челябинске 20.00? Укажите верный ответ.

- 1) Во Владивостоке 13 часов.
- 2) Во Владивостоке 1 час ночи.
- 3) Во Владивостоке 11 часов.
- 4) Во Владивостоке 3 часа ночи.

3. Иван и Андрей не могут общаться между 9.00 и 16.00 по их местному времени, так как они в это время должны находиться в школе. Они также не могут общаться с 23.00 до 7.00 по их местному времени, так как в это время они будут спать.

Какое время было бы удобно для мальчиков, чтобы они могли пообщаться? Укажите в таблице местное время для каждого города:

Город	Время
Владивосток	
Челябинск	

4. В какой промежуток времени мальчики могли бы пообщаться в выходной день или во время каникул? Они не могут общаться только с 23.00 до 9.00 по

их местному времени, так как в это время они будут спать.

1) Андрей может общаться до 18.00 местного времени, Иван может общаться с 14.00 местного времени.

2) Андрей может общаться с 18.00 местного времени, Иван может общаться до 14.00 местного времени.

3) Иван может общаться до 15.00 местного времени, Андрей может общаться с 17.00 местного времени.

4) Иван может общаться с 17.00 местного времени, Андрей может общаться до 15.00 местного времени.

## **5.21. Космический мусор**

На орбите нашей планеты, по средним оценкам, находится около 3000 тонн космического мусора, движущегося со скоростью более 35 000 км/ч. Среди этих объектов отработанные верхние ступени ракет, списанные или сломанные спутники, пусковые адаптеры, крышки от объективов и даже тонкие медные провода – все, что сопровождает запуск ракеты. Объекты отслеживают и вносят в каталог космического мусора. На январь 2019 года было зарегистрировано 34 тыс. объектов более 10 см, 900 тыс. объектов от 1 см до 10 см, 128 млн. объектов от 1 мм до 1 см («Наука и жизнь», № 4, 2019 г.).

### **Задания к тексту «Космический мусор»**

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

На орбите нашей планеты, по средним оценкам, находится около 3000 тонн космического мусора, движущегося со А) \_\_\_\_\_ более 35 000 км/ч. Среди этих объектов отработанные верхние ступени ракет, списанные или сломанные спутники, пусковые адаптеры, крышки от объективов и даже тонкие медные провода – все, что сопровождает запуск Б) \_\_\_\_\_.

Объекты отслеживают и вносят в каталог космического мусора.

*Список слов и словосочетаний:*

- 1) ракета;
- 2) скорость;
- 3) время;
- 4) путь.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

*Ответ:*

А	Б

2. Какая последовательность букв соответствует порядку возрастания величины скорости, где А – первая космическая скорость, Б – вторая космическая скорость, В – скорость движения космического мусора?

- 1) АБВ;
- 2) БВА;
- 3) ВАБ;
- 4) АВБ.

3. Большая система мониторинга за мусором в космическом пространстве создана для...

- 1) безопасности;
  - 2) экономической выгоды;
  - 3) развития информационных технологий;
  - 4) изучения законов физики.
4. На орбите преобладает мусор малых размеров, его доля в общем количестве мусора растет. Объясните почему?

## ОТВЕТЫ К РАЗДЕЛУ V «АСТРОНОМИЯ»

### 5.1. Полярные сияния

1	2	3	4	5
2576	3	3	Только на Марсе, т.к. для наблюдения полярных сияний на планете необходимо выполнение двух условий: наличие атмосферы и наличие магнитного поля у планеты. Эти условия из планет земной группы выполняются для Марса	Нельзя утверждать, что Земля – единственная планета Солнечной системы, где можно наблюдать полярные сияния. Т.к. если планета имеет собственное магнитное поле и атмосферу, то вероятность возникновения полярных сияний очень велика

### 5.2. Метеориты

1	2	3	4
2331	3	2	На метеорит действуют сила тяжести и сила торможения (сопротивления) при движении в атмосфере Земли. Сила сопротивления зависит от скорости метеорита. Поскольку скорость очень велика, то и сила сопротивления значительна

**5.3. Цвет неба и заходящего Солнца**

1	2	3	4	5
43431	4	2	3	Красный цвет. В момент захода и восхода солнечные лучи, прежде чем попасть в глаз наблюдателю, проходят самый большой путь сквозь земную атмосферу. Чем больший путь проходит белый луч в рассеивающей среде, тем более красным он кажется на выходе

**5.4. Какая планета?**

1	2	3	4
Б	Не могут, т.к. человекоподобным существам и растениям нужен кислород для дыхания, а на диаграмме его нет, например: «Им нужен кислород»; «Там нет кислорода» (минимально достаточный ответ); «Им нечем дышать» (принимается)	А, Б, Г	Говорится, что атмосферное давление на поверхности планеты должно быть больше 20 атмосфер

### 5.5. Московский планетарий

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	Юпитер	2314	оранжево-красный (красный); 2; планетезы-гиганты	Германия, Италия, Австрия	4	2	4	3

### 5.6. Млечный путь

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	4	3	3	Персы Северо-американские индейцы Якуты	2	Звезд	Аристотель Марк Манилий Платон	Галактика Млечного пути Галактическим ядром Звезд

### 5.7. История измерений размеров Земли

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	4	3	2	42	12	134	Эратосфен Аристотель Ньютон	2	Самая короткая тень отбрасывается одним и тем же предметом в полдень, более длинные тени – утром и вечером. В полдень тень указывает строго на север

5.8. Солнечная система

1	2	3	4	5	6	7
32	1	3	Из таблицы находим, что длительность суток на Юпитере составляет 0,414 от длительности суток на Земле, то есть от 24 часов: $0,414 \cdot 24 \text{ ч} \approx 10 \text{ ч}$ .	Из таблицы находим, что длительность года на Марсе составляет 1,88 от длительности года на Земле: $1,88 \cdot 365 \text{ дней} \approx 686 \text{ дней}$	Нельзя. У Луны отсутствует собственная атмосфера. Космические тела, падающие на поверхность Луны, в процессе падения не будут нагреваться (и светиться) из-за отсутствия сил сопротивления	Нельзя. У Марса очень разреженная атмосфера. Метеориты падают на поверхность Марса практически не замедляясь и не стораая в атмосфере. Космические тела, падающие на поверхность Марса, в процессе падения не будут нагреваться (и светиться) из-за очень маленьких сил сопротивления



**5.9. Альbedo Земли**

1	2	3	4
3321	3	2	Альbedo Венеры имеет большее значение. Главным фактором, влияющим на альbedo планеты, является состояние её атмосферы. Так как Венера имеет очень плотную атмосферу, то доля отражённых солнечных лучей при прохождении через её атмосферу будет больше

**5.10. Солнечная активность**

1	2	3	4	5
131	1	4	4	Нет, нельзя. Если планета имеет собственное магнитное поле и атмосферу, то вероятность возникновения полярных сияний по механизму, описанному в тексте, очень велика

**5.11. Прохождение солнечных лучей  
сквозь атмосферу Земли**

1	2	3	4
341	3	2	Красный цвет. В момент захода и восхода солнечные лучи, прежде чем попасть в глаз наблюдателю, проходят самый большой путь сквозь земную атмосферу. Чем больший путь проходит белый луч в рассеивающей среде, тем более красным он кажется наблюдателю

### 5.12. Приливы и отливы на Земле

1	2	3	4
215	3	4	Два раза в месяц. Сложение лунных и солнечных приливов наблюдается, когда Земля, Луна и Солнце выстраиваются примерно на одной линии. Это происходит дважды в месяц: в полнолуние и новолуние

### 5.13. Закон Кеплера

1	2	3	4
3313	3	2	Т.к. период обращения Марса вокруг Солнца в 2 раза больше, чем у Земли, радиус его орбиты в 1,6 раза больше земного. Орбиты Земли и Марса можно считать окружностями, в центре которых расположено Солнца. Поэтому такие орбиты пересечься не могут. Если по каким-либо причинам геометрические соотношения изменяется, то и соотношения периодов должны измениться, что противоречит условию задачи

### 5.14. Гало и венцы

1	2	3	4	5
312	3	1	1	Гало имеют радужную окраску. Свет, преломляемый кристаллами льда, разлагается в спектр, из за явления дисперсии. В состав белого света входит электромагнитное излучение различных частот, поэтому окраска гало будет радужной

**5.15. Прохождение Венеры  
по диску Солнца**

1	2	3	4
24	3	1	Прохождение, Сатурн, Нептун

**5.16. Метеороиды и кратеры**

1	2	3
21	3	1) ACB; 2) CAB

**5.17. Звездный свет**

1	2	3
531	3	1

**5.18. Солнечная хромосфера**

1	2	3
431	освобождение энергии магнитного поля солнечных пятен	вспышки

**5.19. Внутреннее строение Солнца**

1	2	3
351	температура достигает максимального значения в центре Солнца	излучение

**5.20. Время**

1	2	3	4
461	2	Владивосток: 21.00 – 23.00 Челябинск: 16.00 – 18.00	1

**5.21. Космический мусор**

1	2	3	4
21	4	1	Мусор, движется с большой скоростью, испытывает соударения, вследствие которых разрушается. Те обломки, скорость которых больше первой космической скорости, продолжают двигаться на орбите, поэтому мусор небольшого размера преобладает

## Заключение

Дидактических пособий с текстами физического содержания на книжном рынке недостаточно, да и тексты в них повторяются. А для достижения целей, обозначенных в нормативных документах, в области читательской грамотности необходима современная дидактика.

Формат учебников не предполагает наличия в нем большого количества дополнительных тематических текстов необходимых для формирования читательской грамотности обучающихся. На помощь в достижении данного планируемого результата обучения приходят рабочие тетради на печатной основе, где есть в наличии учебный текст и задания к нему. Но не все учителя их используют в учебном процессе по физике (нехватка времени, не владение методикой применения в учебном процессе тетрадей на печатной основе, отсутствие тетради у части обучающихся).

Выход из создавшегося положения мы видим в создании учителем таких текстов и разработки различных заданий к ним [1–5].

Преодоление проблемы, возникающие у обучающихся по использованию иллюстративной информации к основным и дополнительным текстам учебника физики и заданий к ним, связано с формированием у них читательской грамотности.

Для формирования читательской грамотности учитель должен

ЗНАТЬ:

- требования к планируемым результатам освоения обучающимися учебного материала;
- особенности расположения и содержания учебного материала на страницах авторского УМК;

- особенности формирования читательской грамотности при обучении физике средствами иллюстративного материала учебника как бумажного, так и электронного формата, и заданий к текстам физического содержания;

УМЕТЬ:

- выстраивать учебно-познавательную деятельность обучающихся с иллюстративным материалом, расположенным в основных и дополнительных текстах учебника как бумажного, так и электронного формата, и рабочей тетради;

- создавать тексты физического содержания и различные виды заданий к ним, в частности задания на дополнение текста словами из предложенного списка. Для этого использовать рабочие тетради, электронную форму учебника;

- эффективно использовать тексты физического содержания и задания к ним в учебном процессе.

## Библиографический список

1. Антонова, Н.А. Анализ выполнения задания на дополнение текста словами из предложенного списка по физике / Н.А. Антонова // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к юбилею Тамары Николаевны Шамало, 26–27 октября 2020 г., Екатеринбург, Россия / Уральский государственный педагогический университет; ответственный редактор А.П. Усольцев. – Екатеринбург: [б. и.], 2020. – С. 28–32. – ISSN 978-5-7186-1735-1. – Текст: непосредственный.

2. Антонова, Н.А. Текст физического содержания в формировании читательской грамотности / Н.А. Антонова // Актуальные проблемы развития общего и высшего образования: межвуз. сб. науч. тр. / под ред. О.Р. Шефер. – Вып. XVIII. – Челябинск: Край Ра, 2022. – С. 43–48. – Текст: непосредственный.

3. Антонова, Н.А. Формирование читательской грамотности как педагогическая проблема / Н.А. Антонова // Инновации в образовании. – 2023. – № 2. – С. 12–27. – ISSN 1609-4646. – Текст: непосредственный.

4. Антонова, Н.А. Формирование читательской грамотности при обучении физике: учебное пособие / Н.А. Антонова; Министерство просвещения Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гумани-

тарно-педагогического университета, 2023. – 212 с. – ISBN 978-5-907611-98-6. – Текст: непосредственный.

5. Антонова, Н.А. Формирование читательской грамотности при обучении физике в рамках подготовки к PISA / Н.А. Антонова // Физика в школе. – 2022. – № 7. – С. 19–27. – ISSN 0130-5522. – Текст: непосредственный.

6. Камзеева, Е.Е. ОГЭ 2020. Физика. 12 вариантов. Типовые варианты экзаменационных заданий от разработчиков ОГЭ / Е.Е. Камзеева. – Москва: Экзамен, 2020. – 152 с. – Серия «ОГЭ. Тесты от разработчиков». – ISSN 978-5-377-14924-8. – Текст: непосредственный.

7. Камзеева, Е.Е. ОГЭ 2020. Физика. 14 вариантов. Типовые варианты экзаменационных заданий / Е.Е. Камзеева. – Москва: Экзамен, 2020. – 174 с. – ISSN 978-5-377-14923-1. – Текст: непосредственный.

8. Камзеева, Е.Е. ОГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / под ред. Е. Е. Камзеевой. – Москва: Национальное образование, 2020. – 352 с.: ил. – (ОГЭ. ФИПИ – школе). – ISSN 978-5-4454-1330-1. – Текст: непосредственный.

9. Ковалева, Г.С. Естественно-научная грамотность. Сборник эталонных заданий. Выпуск 1: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / [Г.С. Ковалева, А. Ю. Пентин, Е. А. Никишова, Г. Г. Никифоров]; под ред. Г.С. Ковалевой, А. Ю. Пентина. – Москва; Санкт-Петербург: Просвещение, 2020. – 95 с.: ил. – (Функциональная грамотность. Учимся для жизни). ISBN 978-5-09-097934-4. – Текст: непосредственный.

10. Министерство просвещения Российской Федерации ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» Центр оценки качества образования. Международные исследо-



вания. – URL: <http://www.centeroko.ru/projects.html>. – Текст: электронный.

11. Пурышева, Н.С. ОГЭ – 2020. Физика. 10 тренировочных вариантов экзаменационных работ для подготовки к основному государственному экзамену / Н.С. Пурышева. – Москва: Издательство АСТ, 2019. – 104 с. – (ОГЭ – 2020. Это будет на экзамене). – ISSN 978-5-17-116008-1. – Текст: непосредственный.

12. Пурышева, Н.С. Физика. Основной Государственный Экзамен. Готовимся к итоговой аттестации: учебное пособие / Н.С. Пурышева. – Москва: Интеллект – Центр, 2019. – 168 с. – ISSN 978-5-907033-59-7. – Текст: непосредственный.

13. Сдам ГИА: Решу ОГЭ. Образовательный портал для подготовки к экзаменам. – URL: <https://phys-oge.sdangia.ru>. – Текст: электронный.

14. Федеральный институт педагогических изменений. – URL: [www.fipi.ru](http://www.fipi.ru). – Текст: электронный.

15. Ханнанов, Н.К. ОГЭ 2020. Физика: сборник заданий: 800 заданий с ответами / Н.К. Ханнонов. – Москва: Эксмо, 2019. – 384 с. – (ОГЭ. Сборник заданий). – ISSN 978-5-04-101502-2. – Текст: непосредственный.

16. Шефер, О. Р. Сборник текстов физического содержания и заданий к ним / О.Р. Шефер, Е.П. Вихарева. – Челябинск: Край Ра, 2013. – 100 с. – Текст: непосредственный.

17. Шефер, О. Р. Тексты физического содержания как средство формирования учащихся умения работать с научно-популярной информацией / О. Р. Шефер, Е. П. Вихарева: монография. – Челябинск: Край Ра, 2015. – 148 с. – ISBN 978-5-905251-19-1. – Текст: непосредственный.



*Учебное пособие*

**Антонова Надежда Анатольевна**

**ТЕКСТЫ ФИЗИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ  
И ЗАДАНИЯ К НИМ**

ISBN 978-5-907790-33-9

Работа рекомендована РИС ЮУрГГПУ  
Протокол № 29, 2024

Издательство ЮУрГГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

Редактор О.Э. Карпенко

Подписано в печать 2.05.2024 г.  
Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Тираж 100 экз.  
Уч.-изд. л. 8,57. Усл. п.л. 20,11  
Заказ № 77

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии ЮУрГГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

