

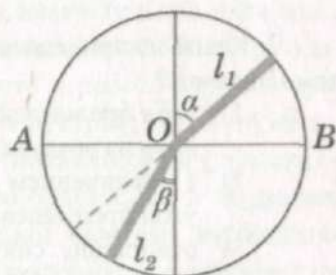
2.6. Текстовые задания

1. 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.

Чтобы изучить закон преломления, Птолемей провел следующий эксперимент. Он взял круг и укрепил на нем две подвижные линейки l_1 и l_2 (см. рисунок). 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 α и преломления β . Он измерял углы с точностью до $0,5^\circ$. Числа, полученные Птолемеем, представлены в таблице.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Угол падения α , град	10	20	30	40	50	60	70	80
Угол преломления β , 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

1. 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

2. Какой из приведенных ниже выводов **противоречит** опытам Птолемея?
 - 1) угол преломления меньше угла падения при переходе луча из воздуха в воду
 - 2) с увеличением угла падения линейно увеличивается угол преломления
 - 3) отношение синуса угла падения к синусу угла преломления не меняется
 - 4) синус угла преломления линейно зависит от синуса угла падения

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

2. Экспериментальное открытие закона эквивалентности теплоты и работы

В 1807 г. 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. 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?

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 объема, 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 подтвержден прямыми измерениями; особое значение имели опыты Джоуля, который измерял количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости вращающейся в ней мешалкой. Одновременно измерялись и работа, совершенная при вращении 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.

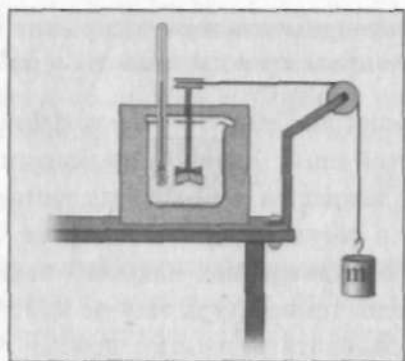


Рис. 1 Упрощенная схема опыта Джоуля по определению механического эквивалента теплоты

Задания

1. 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, так как давление в сосуде равно нулю

2. В опытах Джоуля внутренняя энергия жидкости увеличивается, благодаря

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

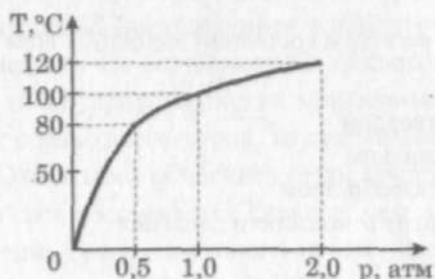
3. В процессе рабочего хода в двигателе внутреннего сгорания газы, образовавшиеся при сгорании топлива, расширяются и

- 1) охлаждаются
- 2) нагреваются
- 3) сначала нагреваются, потом охлаждаются
- 4) сначала охлаждаются, потом нагреваются

3. 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 (см. рисунок).



Зависимость температуры кипения воды от давления
(1 атм $\approx 10^5$ Па)

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 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

1. В каком агрегатном состоянии находится вода при температуре $110\text{ }^{\circ}\text{C}$?

- 1) только в твердом
- 2) только в жидком
- 3) только в газообразном
- 4) ответ зависит от внешнего давления

2. 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

3. В гейзерную трубку из бокового протока поступила порция пара. Над паром остался столб воды высотой 10 м. Вода на этой глубине находится при температуре $121\text{ }^{\circ}\text{C}$. Атмосферное давление 10^5 Па . При этом вода в трубке

- 1) будет перемещаться вниз под действием атмосферного давления
- 2) останется в равновесии, так как её температура ниже температуры кипения
- 3) быстро охладится, так как её температура ниже температуры кипения на глубине 10 м
- 4) закипит, так как её температура выше температуры кипения при внешнем давлении $2 \cdot 10^5\text{ Па}$

4. 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 рассеивается в основном синий свет, так что в выходящем из среды пучке начинает преобладать красный свет. Чем больший 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, в соответствии с которой центрами, рассеивающими свет, являются молекулы воздуха. Позже, уже в первой половине 20-го 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

Задания

1. 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

2. Длина волны в красной части видимого спектра примерно в два раза больше длины волны в фиолетовой части спектра. Согласно теории Рэлея 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

3. 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. 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

1. 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

2. 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

3. В модели магнитного поезда Б. Вейнберга понадобилось использовать вагончик большей массы. Для того чтобы новый вагончик двигался в прежнем режиме, необходимо

- 1) заменить медную трубу на железную
- 2) не выключать ток в электромагнитах до момента «прилипания» вагончика
- 3) увеличить силу тока в электромагнитах
- 4) монтировать электромагниты по длине дороги через большие промежутки

6. 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, помогая себе при этом рычагами. Угол наклона пандуса был очень незначительным – 5 или 6 градусов, из-за этого длина пандуса вырастала 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

1. К какому виду простых механизмов относится пандус?

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

2. 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

3. Если пренебречь трением, то пандус, соединявший при строительстве пирамиды Хефрена верхний храм с нижним, позволял получить выигрыш

- 1) в силе примерно в 11 раз
- 2) в силе более чем в 100 раз
- 3) в работе примерно в 11 раз
- 4) в расстоянии примерно в 11 раз

7. Насыщенность цвета

Окраска различных предметов, освещенных одним и тем же источником света (например, Солнцем), бывает весьма разнообразна. Это объясняется тем, что свет, падающий на предмет, частично отражается (рассеивается), частично пропускается и частично поглощается им. Доля светового потока, участвующего в каждом из этих процессов, определяется с помощью соответствующих коэффициентов: отражения, пропускания, поглощения.

Эти коэффициенты могут зависеть от длины световой волны, поэтому при освещении тел наблюдаются различные световые эффекты. Тела, у которых коэффициент поглощения близок к единице, будут черными непрозрачными телами, а те тела, у которых коэффициент отражения близок к единице, будут белыми непрозрачными телами.

Кроме обозначения цвета – красный, желтый, синий и т.д. – мы нередко различаем цвет по насыщенности, то есть по чистоте оттенка, отсутствию белесоватости. Примером глубоких или насыщенных цветов являются спектральные цвета. В них представлена узкая область длин волн без примеси других цветов. Цвета же тканей и красок, покрывающих предметы, обычно бывают менее насыщенными и в большей или меньшей степени белесоватыми.

Причина в том, что коэффициент отражения большинства красящих веществ не равен нулю ни для одной длины волны. Таким образом, при освещении окрашенной в красный цвет ткани белым светом мы наблюдаем в рассеянном свете преимущественно одну область цвета (красную), но к ней примешивается заметное количество и других длин волн, дающих в совокупности белый свет. Но если такой рассеянный тканью свет с преобладанием одного цвета

(например, красного) направить не прямо в глаз, а заставить вторично отразиться от той же ткани, то доля преобладающего цвета усилится по сравнению с остальными и белесоватость уменьшится. Многократное повторение такого процесса может привести к получению достаточно насыщенного цвета.

Поверхностный слой любой краски всегда рассеивает белый свет в количестве нескольких процентов. Это обстоятельство портит насыщенность цветов картин. Поэтому картины, написанные масляными красками, обычно покрывают слоем лака. Заливая все неровности краски, лак создает гладкую зеркальную поверхность картины. Белый свет от этой поверхности не рассеивается во все стороны, а отражается в определенном направлении. Конечно, если смотреть на картину из неудачно выбранного положения, то такой свет будет очень мешать (отсвечивать). Но если рассматривать картину с других положений, то благодаря лаковому покрытию белый свет от поверхности в этих направлениях не распространяется, и цвета картины выигрывают в насыщенности.

Задания

1. Какая физическая величина характеризует свет разного цвета?

- 1) амплитуда колебаний
- 2) частота волны
- 3) плотность среды, на поверхность которой падает свет
- 4) оптическая плотность среды

2. Что происходит при покрытии лаком картин, написанных масляными красками?

- 1) уменьшается коэффициент преломления света
- 2) увеличивается коэффициент поглощения света
- 3) отражение света становится направленным
- 4) свет еще больше рассеивается

3. Почему бархатные ткани, особенно ниспадающие складками, имеют насыщенный цвет?

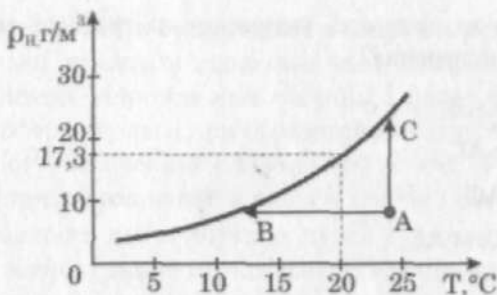
- 1) благодаря поглощению
- 2) благодаря рассеянию света
- 3) благодаря большому значению коэффициента отражения
- 4) благодаря многократному отражению света

8. 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 (см. рисунок).



Зависимость плотности насыщенного водяного пара от температуры

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

1. Из графика на рисунке видно, что при температуре 20 °С плотность насыщенного водяного пара равна 17,3 г/м³. Это означает, что при 20 °С

- 1) в 1 м³ воздуха масса насыщенных паров воды составляет 17,3 г
- 2) в 17,3 м³ воздуха находится 1 г насыщенного водяного пара
- 3) относительная влажность воздуха равна 17,3%
- 4) плотность воздуха равна 17,3 г/м³

2. 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

3. Какие утверждения справедливы?

А. Городские туманы, по сравнению с туманами в горных районах, отличаются более высокой плотностью.

Б. Туманы наблюдаются при резком возрастании температуры воздуха.

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

9. Альbedo Земли

Температура у поверхности Земли зависит от отражательной способности планеты – альbedo. Альbedo поверхности – это отношение потока энергии отраженных 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 20-го века стала очевидна значительная роль аэрозолей – мельчайших твердых 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 поднимаются пыль и сажа, которые плотным экраном закрывают Землю и увеличивают альбедо поверхности.

Задания

1. Под альбедо поверхности понимают

- 1) общий поток падающих на поверхность Земли солнечных лучей
- 2) отношение потока энергии отраженного излучения к потоку поглощенного излучения
- 3) отношение потока энергии отраженного излучения к потоку падающего излучения
- 4) разность между падающей и отраженной энергией излучения

2. 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

3. В таблице приведены некоторые характеристики для планет Солнечной системы – Венеры и Марса. Известно, что альbedo Венеры $A = 0,76$, а альbedo Марса $A = 0,15$. Какая из характеристик, главным образом, повлияла на различие в альbedo планет?

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

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

10. Парниковый эффект

Для определения температуры нагреваемого Солнцем объекта важно знать его расстояние от Солнца. Чем ближе планета Солнечной системы к Солнцу, тем выше ее средняя температура. Для объекта, удаленного от Солнца, как Земля, численная оценка средней температуры на поверхности дает следующий результат: $T_{\oplus} \approx -15^{\circ}\text{C}$.

В действительности климат Земли значительно более мягкий. Ее средняя температура на поверхности составляет около 18°C за счёт так называемого парникового эффекта – нагрева нижней части атмосферы излучением поверхности Земли.

В нижних слоях атмосферы преобладают азот (78%) и кислород (21%). На остальные составляющие приходится всего 1%. Но именно этот процент и определяет оптические свойства атмо-

сферы, так как азот и кислород почти не взаимодействуют с излучением.

Эффект «парника» известен всем, имевшим дело с этим незамысловатым огородным сооружением. В атмосфере он выглядит так. Часть 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. Средняя длина волны такого излучения значительно больше, чем приходящего от Солнца, и потому почти прозрачная для видимого света атмосфера пропускает инфракрасное излучение значительно хуже.

Пары воды поглощают около 62% инфракрасного излучения, что способствует нагреву нижних слоев атмосферы. За водяным паром в списке парниковых газов следует углекислый газ (CO_2), поглощающий в прозрачном воздухе 22% инфракрасного излучения Земли.

Атмосфера поглощает входящий от поверхности планеты поток длинноволнового излучения, нагревается и, в свою очередь, нагревает поверхность Земли. Максимум в спектре излучения Солнца приходится на длину волны около 550 нм. Максимум в спектре излучения Земли приходится на длину волны примерно 10 мкм. Роль парникового эффекта иллюстрирует рисунок 1.

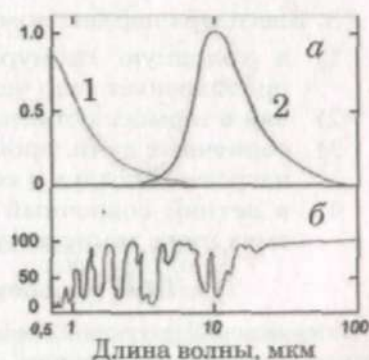


Рис. 1(а). Кривая 1 – расчетный спектр излучения Солнца (с температурой фотосферы 6000°C); кривая 2 – расчетный спектр излучения Земли (с температурой поверхности 25°C)

Рис. 1 (б). Поглощение (в процентном отношении) земной атмосферой излучения на разных длинах волн. На участке спектра от 10 до 20 мкм находятся полосы поглощения молекул CO_2 , H_2O , O_3 , CH_4 . Они-то и поглощают излучение, приходящее с поверхности Земли.

1. Какой из газов играет наибольшую роль в парниковом эффекте атмосферы Земли?

- 1) азот
- 2) кислород
- 3) углекислый газ
- 4) водяной пар

2. Какое из приведенных ниже утверждений соответствует кривой на рисунке 1(б)?

А. Видимое излучение, соответствующее максимуму солнечного спектра, проходит сквозь атмосферу практически беспрепятственно.

Б. Инфракрасное излучение длиной волны, превышающей 10 мкм, практически не проходит за пределы земной атмосферы.

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

3. Благодаря парниковому эффекту

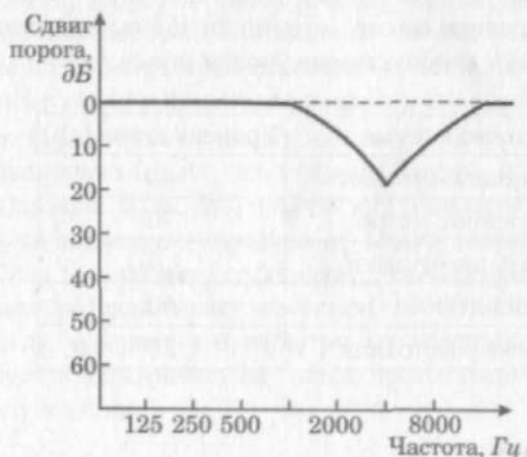
- 1) в холодную пасмурную погоду шерстяная одежда предохраняет тело человека от переохлаждения
- 2) чай в термосе остается длительное время горячим
- 3) солнечные лучи, прошедшие через застекленные окна, нагревают воздух в комнате
- 4) в летний солнечный день температура воды в водоемах ниже температуры песка на берегу

11. Шум и здоровье человека

Современный шумовой дискомфорт вызывает у живых организмов болезненные реакции. Транспортный или производственный шум действует угнетающе на человека – утомляет, раздражает, мешает сосредоточиться. Как только такой шум смолкает, человек испытывает чувство облегчения и покоя.

Уровень шума в 20–30 децибел (дБ) практически безвреден для человека. Это естественный шумовой фон, без которого невозможна человеческая жизнь. Для «громких звуков» предельно допустимая граница примерно 80–90 децибел. Звук в 120–130 децибел уже вызывает у человека болевые ощущения, а в 150 – становится для него непереносимым. Влияние шума на организм зависит от возраста, слуховой чувствительности, продолжительности действия.

Наиболее пагубны для слуха длительные периоды непрерывного воздействия шума большой интенсивности. После воздействия сильного шума заметно повышается нормальный порог слухового восприятия, то есть самый низкий уровень (громкость), при котором данный человек еще слышит звук той или иной частоты. Измерения порогов слухового восприятия производят в специально оборудованных помещениях с очень низким уровнем окружающего шума, подавая звуковые сигналы через головные телефоны. Эта методика называется аудиометрией; она позволяет получить кривую индивидуальной чувствительности слуха, или аудиограмму. Обычно на аудиограммах отмечают отклонения от нормальной чувствительности слуха (см. рисунок).



Аудиограмма типичного сдвига порога слышимости после кратковременного воздействия шума

1. Порог слышимости определяется как
 - 1) минимальная частота звука, воспринимаемая человеком
 - 2) максимальная частота звука, воспринимаемая человеком
 - 3) самый высокий уровень, при котором звук той или иной частоты не приводит к потере слуха
 - 4) самый низкий уровень, при котором данный человек еще слышит звук той или иной частоты

2. Какие утверждения, сделанные на основании аудиограммы (см. рисунок), справедливы?

А. Максимальный сдвиг порога слышимости соответствует низким частотам (примерно до 1000 Гц).

Б. Максимальная потеря слуха соответствует частоте 4000 Гц.

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

3. Определите, какие источники шума, представленные в таблице, создают недопустимые уровни шума.

Источник шума	Уровень шума (дБ)
А. Работающий пылесос	40
Б. Шум в вагоне метро	70
В. Оркестр поп-музыки	110
Г. Автомобиль	60
Д. Шепот на расстоянии 1 м	20

- 1) В
- 2) В и Б
- 3) В, Б и Г
- 4) В, Б, Г и А

12. 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 большая часть избыточных электрических разрядов нейтрализуется электрическим током, протекающим по плазменному каналу молнии.

1. 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

2. 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

3. 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