



Разбор



Задания с реального ОГЭ 2026 по физике

Содержание

Задание №1	4
Задача 1.1	4
Задача 1.2	5
Задание №2	6
Задача 2.1	6
Задача 2.2	7
Задача 2.3	8
Задание №3	9
Задача 3.1	9
Задача 3.2	10
Задача 3.3	11
Задача 3.4	12
Задание №4	13
Задача 4.1	13
Задача 4.2	15
Задача 4.3	16
Задача 4.4	17
Задание №5	18
Задача 5.1	18
Задача 5.2	19
Задача 5.3	20
Задание №6	21
Задача 6.1	21
Задание №7	22
Задача 7.1	22
Задача 7.2	23
Задача 7.3	24



Задание №8	25
Задача 8.1	25
Задание №9	26
Задача 9.1	26
Задача 9.2	27
Задание №10	28
Задача 10.1	28
Задача 10.2	28
Задание №11	29
Задача 11.1	29
Задание №12	30
Задача 12.1	30
Задача 12.2	31
Задание №13	32
Задача 13.1	32
Задача 13.2	33
Задание №14	34
Задача 14.1	34
Задача 14.2	35
Задание №15	37
Задача 15.1	37
Задание №16	38
Задача 16.1	38
Задание №17	39
Задача 17.1	39
Задача 17.2	41
Задача 17.3	42
Задача 17.4	43
Задание №18	44
Задача 18.1	44
Задача 18.2	46
Задача 18.3	48
Задача 18.4	49
Задача 18.5	50
Задача 18.6	51
Задание №19	53
Задача 19.1	53



Задача 19.2	54
Задача 19.3	55
Задача 19.4	56
Задача 19.5	57
Задача 19.6	58
Задача 19.7	59

Задание №20 60

Задача 20.1	60
Задача 20.2	61
Задача 20.3	62
Задача 20.4	63
Задача 20.5	64
Задача 20.6	65
Задача 20.7	67

Задание №21 68

Задача 21.1	68
Задача 21.2	69
Задача 21.3	70
Задача 21.4	71
Задача 21.5	72
Задача 21.6	73

Задание №22 75

Задача 22.1	75
Задача 22.2	76
Задача 22.3	77
Задача 22.4	78
Задача 22.5	79



Задание №1

Задача 1.1 #70515 Банк ФИПИ

Установите соответствие между физическими понятиями и примерами этих понятий.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

- А) физическая величина
- Б) единица физической величины
- В) прибор для измерения физической величины

ПРИМЕРЫ

- 1) амперметр
- 2) ватт
- 3) сила тока
- 4) электрон
- 5) электризация

Решение

А) Физическая величина — это измеряемая количественная характеристика физических объектов или процессов. Примером такой величины является **сила тока**. Ответ – 3

Б) Единица физической величины — это стандартное значение, используемое для её измерения. Примером такой единицы является **ватт** (единица измерения мощности). Ответ – 2

В) Прибор для измерения физической величины — это устройство, предназначенное для количественного определения значения величины. Примером такого прибора является **амперметр** (прибор для измерения силы тока). Ответ – 1

**Задача 1.2 #70697 Банк ФИПИ**

Установите соответствие между физическими величинами и единицами этих величин в Международной системе единиц (СИ).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ЕДИНИЦЫ
А) электрическое напряжение	1) кулон (1 Кл)
Б) электрическое сопротивление	2) ватт (1 Вт)
В) электрический заряд	3) ампер (1 А)
	4) вольт (1 В)
	5) ом (1 Ом)

Решение

А) Электрическое напряжение — это физическая величина, равная работе электрического поля по перемещению единичного заряда. В СИ она измеряется в **вольтах**. Ответ – 4

Б) Электрическое сопротивление — это физическая величина, характеризующая свойство проводника препятствовать прохождению электрического тока. Его единицей измерения в СИ является **ом**. Ответ – 5

В) Электрический заряд — это физическая величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия. В СИ единицей измерения заряда является **кулон**. Ответ –

1



Задание №2

Задача 2.1 #106406 Банк ФИПИ

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

- А) барометрический высотомер
- Б) шлюз

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- 1) взаимодействие сообщающихся сосудов
- 2) зависимость атмосферного давления от высоты
- 3) действие выталкивающей силы
- 4) действие сопротивления со стороны воздуха

Решение

А) Барометрический высотомер — это прибор, измеряющий высоту над уровнем моря. Его работа основана на том, что атмосферное давление закономерно уменьшается с увеличением высоты. Прибор представляет собой барометр, шкала которого проградуирована не в единицах давления, а в метрах. Таким образом, принцип действия основан на **зависимости атмосферного давления от высоты**.

Б) Шлюз — это гидротехническое сооружение для перемещения судов между участками водного пути с разными уровнями воды. Он состоит из камеры с воротами на концах. Принцип действия основан на **взаимодействии сообщающихся сосудов**: когда открываются клапаны, вода из верхнего бьефа (участка с высоким уровнем) перетекает в камеру шлюза или наоборот, выравнивая уровни и позволяя судну подниматься или опускаться.





Задача 2.2 #83972 Банк ФИПИ

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими закономерностями, лежащими в основе принципа их действия.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

А) барометр-анероид

Б) психрометр

1) уменьшение температуры жидкости при её испарении

2) зависимость объёма жидкости от температуры

3) зависимость гидростатического давления от высоты столба жидкости

4) зависимость деформации от действующей силы

Решение

А) Барометр-анероид измеряет атмосферное давление без использования жидкости. Он содержит металлическую коробку с гофрированными стенками, из которой откачан воздух. При изменении атмосферного давления стенки коробки деформируются (вдавливаются или выпрямляются). Эта деформация через систему рычагов передаётся на стрелку, которая перемещается по шкале. Таким образом, принцип действия основан на **зависимости деформации от действующей силы**.

Б) Психрометр — это прибор для измерения влажности воздуха. Он состоит из двух термометров: «сухого» и «влажного». Резервуар влажного термометра обёрнут тканью, смоченной водой. При испарении воды с ткани температура влажного термометра понижается, и чем суше воздух, тем интенсивнее испарение и тем больше разность показаний двух термометров. Следовательно, работа психрометра основана на **уменьшении температуры жидкости при её испарении**.



**Задача 2.3 #104907 Банк ФИПИ**

Установите соответствие между физическими величинами и приборами, предназначенными для измерения этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ПРИБОРЫ
А) скорость	1) акселерометр
Б) ускорение	2) динамометр
	3) манометр
	4) спидометр

Решение

А) Скорость — это физическая величина, характеризующая быстроту изменения положения тела. Для её непосредственного измерения в движущихся объектах (например, в автомобилях, самолётах) используется спидометр. Этот прибор определяет мгновенную скорость, обычно основываясь на частоте вращения колеса или вала, и отображает её на шкале или цифровом дисплее в км/ч или м/с.

Б) Ускорение — это физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости тела. Для его измерения используется акселерометр. Этот прибор определяет ускорение, измеряя силу инерции, действующую на инертную массу внутри прибора, или используя другие физические принципы (например, пьезоэлектрический). Акселерометры применяются в технике, мобильных устройствах и системах навигации.



Задание №3

Задача 3.1 #48192 Банк ФИПИ

Луч прожектора хорошо виден в тумане, но хуже – в ясную погоду. Какое явление помогает видеть луч?

- 1) зеркальное отражение света
- 2) рассеяние света
- 3) дисперсия света
- 4) поглощение света

Решение

Когда луч распространяется в тумане, то он сталкивается с частицами воды, висящими в воздухе. В результате этих столкновений происходит рассеивание света и благодаря этому со стороны можно увидеть луч света.



Задача 3.2 #44852 Банк ФИПИ

Стекло поглощает звук меньше, чем воздух. Однако уличный шум слышен лучше при открытых окнах. Какое явление объясняет этот факт?

- 1) поглощение звука в стекле
- 2) поглощение звука в воздухе
- 3) отражение звука на границе сред
- 4) преломление звука на границе сред

Решение

Звуковая волна, распространяясь в воздухе и дойдя до границы раздела сред, частично отражается от стекла и возвращается обратно на улицу, то есть только часть волн проходит через границу раздела.



Задача 3.3 #70124 Банк ФИПИ

Каким физическим явлением объясняется такое атмосферное природное явление, как голубой цвет неба в солнечный день?

- 1) преломление солнечного света
- 2) рассеяние голубой части солнечного света
- 3) дисперсия света
- 4) рассеяние красной части солнечного света

Решение

Голубой цвет неба объясняется явлением рассеяния солнечного света в атмосфере Земли. Так как короткие волны рассеиваются значительно сильнее длинных, то в чистом воздухе лучи длинноволновой части видимого спектра рассеиваются в меньшей степени.



Задача 3.4 #83214 Банк ФИПИ

Летучие мыши ориентируются в пространстве благодаря эхолокации. Какое физическое явление лежит в основе эхолокации?

- 1) отражение звуковой волны
- 2) преломление звуковой волны
- 3) отражение световой волны
- 4) преломление световой волны

Решение

В основе эхолокации лежит отражение звуковой волны.

Во время полета мышь излучает короткие сигналы, а затем принимает отраженные эхосигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых.

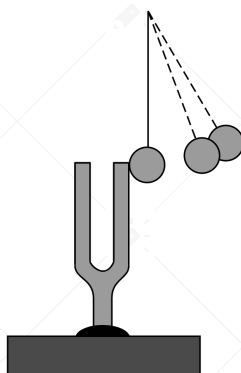


Задание №4

Задача 4.1 #82797 Банк ФИПИ

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

Источником звука является (А)... движение тел. Если ударить по камертону мягким молоточком, то будет слышен звук. Если поднести к звучащему камертону лёгкий шарик, подвешенный на нити, то шарик будет отскакивать от камертона (см. рисунок). Это свидетельствует о колебаниях ветвей камертона.



Если ударить по камертону с бóльшей силой, то шарик отскакивает от него на (Б)... расстояние. Это означает, что при увеличении силы удара (В)... колебаний ножек камертона увеличивается. При этом увеличивается (Г)... издаваемого звука.

Список слов и словосочетаний:

- 1) частота
- 2) амплитуда
- 3) громкость
- 4) высота тона
- 5) колебательное
- 6) равномерное
- 7) меньшее
- 8) большее

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Решение

Звук возникает благодаря колебательному движению тел. Колебания создают звуковые волны, которые распространяются в воздухе.

Если ударить по камертону сильнее, его ножки отклонятся на большее расстояние от положения равновесия. Следовательно, они сообщат шарiku большую энергию и оттолкнут его на большее расстояние.

Сила удара определяет начальное отклонение ножек камертона. Чем сильнее удар, тем на большее расстояние они отклоняются, то есть увеличивается амплитуда их колебаний. Частота при этом не меняется, так как она зависит от физических свойств самого камертона (размера, материала).

Физическая характеристика, которая напрямую зависит от амплитуды колебаний источника звука, — это громкость. Чем больше амплитуда, тем громче звук. Высота тона зависит от



частоты, которая в данном опыте не изменяется.

А - колебательное;

Б - большее;

В - амплитуда;

Г - громкость.

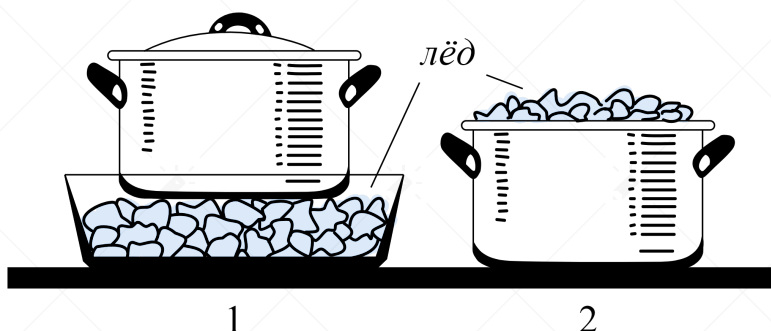




Задача 4.2 #83552 Банк ФИПИ

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

Для охлаждения морса в кастрюле используют лёд: в первом случае лёд кладут вниз, под дно кастрюли, во втором случае – вверх, в перевернутую крышку кастрюли (см. рисунок).



Процесс охлаждения морса происходит быстрее (А)... кастрюле. В этом случае процесс охлаждения осуществляется преимущественно за счёт (Б)... . Плотность охлажденных слоев жидкости (В)... , поэтому они будут (Г)...

Список слов и словосочетаний:

- 1) теплопроводность
- 2) конвекция
- 3) во второй
- 4) в первой
- 5) меньше
- 6) больше
- 7) всплывать
- 8) опускаться

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Решение

Охлаждение происходит быстрее, когда лёд кладут сверху, на перевернутую крышку. Это связано с тем, что в жидкости основным механизмом теплопередачи является конвекция.

При охлаждении сверху верхние слои жидкости становятся более плотными и опускаются вниз, вытесняя более тёплые и менее плотные слои вверх, где они в свою очередь охлаждаются. Таким образом, возникает непрерывная конвекция (естественная конвекция), которая обеспечивает быстрое и эффективное охлаждение всей жидкости.

При охлаждении плотность жидкости увеличивается. Поэтому охлаждённые слои жидкости имеют большую плотность по сравнению с тёплыми.

Поскольку охлаждённые слои жидкости становятся более плотными и тяжелыми, чем тёплые, на них действует большая сила тяжести. Согласно закону Архимеда, они будут опускаться вниз. А - **во второй**;

Б - **конвекции**;

В - **больше**;

Г - **опускаться**.

**Задача 4.3 #83496 Банк ФИПИ**

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова из приведённого списка.

Наденем на пустую бутылку надутый воздушный шарик (рис. 1) и поместим бутылку под струю воды из-под крана. Шарик начинает сдуваться (рис. 2). Это свидетельствует о том, что вода имеет более (А)... температуру по сравнению с первоначальной температурой бутылки. В этом случае скорость теплового движения молекул и (Б)... воздуха внутри бутылки (В)... , и шарик уменьшается в объёме. Шарик сдувается до тех пор, пока действие на резиновую оболочку изнутри шарика не станет (Г)... действию снаружи.



Рис. 1

Рис. 2

Список слов:

- 1) высокая
- 2) низкая
- 3) равный
- 4) уменьшаться
- 5) увеличиваться
- 6) масса
- 7) давление

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

Решение

Шарик сдувается, потому что воздух внутри охлаждается и сжимается. Тепло передаётся от более тёплого тела к более холодному. Если шарик сдувается, значит, воздух в бутылке теряет тепловую энергию. Следовательно, вода должна иметь более низкую температуру, чем первоначальная температура бутылки и воздуха внутри.

При охлаждении газа кинетическая энергия его молекул уменьшается. Поскольку температура уменьшается, то частицы бьются о стенки с меньшей силой и частота их ударов уменьшается, поэтому давление воздуха внутри бутылки уменьшается. Шарик перестанет сжиматься, когда давление воздуха внутри него сравняется с атмосферным давлением снаружи.

А - **низкую;**

Б - **давление;**

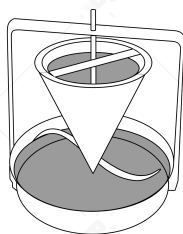
В - **уменьшаются;**

Г - **равным.**



Задача 4.4 #47876 Банк ФИПИ

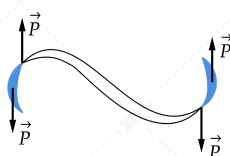
В 1750 году Я. Сегнер выдвинул идею водяного двигателя. Вода поступала сверху в сосуд, внизу которого располагались трубки с загнутыми в одну сторону концами. Вода, вытекая через них, приводила во вращение все колесо.



Что лежит в основе вращения колеса?

- 1) свободное падение струи воды
- 2) силы жидкого трения
- 3) принцип реактивного движения
- 4) сохранение кинетической энергии струи

Решение



Вода, выливаясь из трубок создает импульс, направленный в противоположную сторону ее движения, что заставляет вращаться сосуд с водой. Этот эффект известен как принцип реактивного движения.



Задание №5

Задача 5.1 #105623 Банк ФИПИ

В тёплом помещении в два одинаковых чайника налили одинаковый объём горячего чая. Один из чайников накрыли чехлом (грелкой для чайников), изготовленным из плотной хлопчатобумажной ткани.

В каком из чайников чай остынет быстрее при прочих равных условиях?

- 1) В чайнике, накрытом чехлом, чай остынет быстрее, так как ткань чехла имеет теплопроводность, бо́льшую теплопроводности воздуха, и быстрее передаёт тепло от чайника в окружающую среду.
- 2) В чайнике, накрытом чехлом, чай будет остывать медленнее, так как чехол дополнительно греет чайник с чаем.
- 3) В чайнике, накрытом чехлом, чай будет остывать медленнее, так как чехол препятствует теплообмену между чайником и окружающей средой.
- 4) В чайнике, накрытом чехлом, чай остынет быстрее, так как дополнительная энергия идёт на нагревание чехла для чайника.

Решение

Чехол, изготовленный из плотной ткани, замедляет теплообмен между чайником и окружающим воздухом. Он снижает скорость теплоотдачи, так как ткань является плохим проводником тепла, в отличие от воздуха. Это создает изоляционный эффект, который удерживает тепло внутри чайника.

Теплообмен между чайником и окружающим воздухом будет ограничен из-за чехла, и температура чая будет уменьшаться медленнее.



**Задача 5.2 #105541 Банк ФИПИ**

Сплошной шарик из парафина сначала поместили в сосуд с водой, а затем – в сосуд с глицерином. Сравните выталкивающие силы, действующие на шарик в сосуде с водой и в сосуде с глицерином.

- 1) Выталкивающая сила в сосуде с глицерином больше, так как плотность глицерина больше плотности воды.
- 2) Выталкивающая сила в сосуде с водой больше, так как объем погруженной части шарика в воде больше, чем в глицерине.
- 3) Выталкивающая сила в сосуде с глицерином равна выталкивающей силе в сосуде с водой, так как выталкивающая сила уравнивает одну и ту же силу тяжести, действующую на шарик.
- 4) Выталкивающая сила в сосуде с глицерином больше, так как в глицерине выталкивающая сила уравнивает силу тяжести, действующую на плавающий шарик, а в воде шарик тонет, т.е. выталкивающая сила меньше силы тяжести.

Решение

Согласно закону Архимеда, выталкивающая сила равна

$$F_A = \rho_{ж} g V_{п},$$

где $\rho_{ж}$ - плотность жидкости, $V_{п}$ - объем тела, погруженной в жидкость.

Из справочных данных

$\rho_{п} = 900 \text{ кг/м}^3$ – плотность парафина;

$\rho_{в} = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды;

$\rho_{г} = 1260 \text{ кг/м}^3$ – плотность глицерина.

Т.к. в обоих случаях плотность сплошного шарика меньше плотности жидкости, то шарик в обеих жидкостях плавает, тогда выполняется условие равновесия тела относительно поступательного движения. Запишем второй закон Ньютона

$$m\vec{g} + \vec{F}_A = \vec{0}.$$

Спроецируем на вертикальную ось

$$mg = F_A.$$

Тогда силы Архимеда в обоих случаях равны.



Задача 5.3 #105775 Банк ФИПИ

Полосовой магнит подносили к тонкой железной полоске, подвешенной на нити, поочередно то южным, то северным полюсом. В обоих случаях полоска притягивалась к магниту. Можно ли на основании этого опыта сделать однозначный вывод, что изначально железная полоска была намагничена?

- 1) Можно, так как все железные тела являются магнитами.
- 2) Можно, так как только намагниченные тела притягиваются друг к другу разноимёнными полюсами.
- 3) Нельзя, так как полоска могла намагнититься в поле полосового магнита и притянуться к нему.
- 4) Нельзя, так как не все металлические тела могут намагничиваться.

Решение

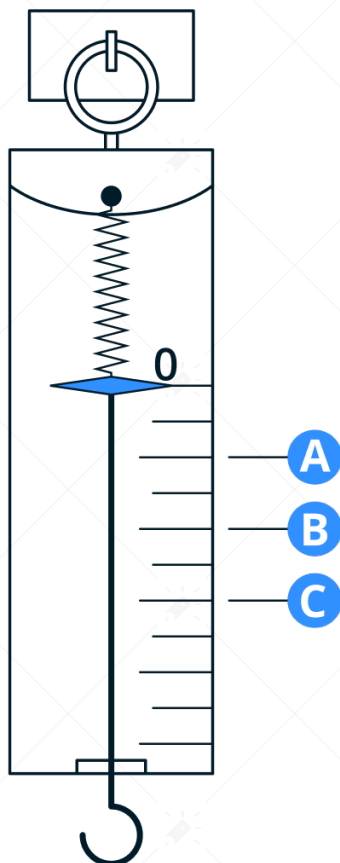
Железная полоска изначально могла быть ненамагниченной. Однако, когда к ней подносили полосовой магнит, его магнитное поле индуцировало в полоске наведённые магнитные полюса. В результате полоска притягивалась к магниту независимо от того, каким полюсом он был поднесён. Это явление называется магнитной индукцией. Таким образом, эксперимент не доказывает, что полоска была намагничена изначально.



Задание №6

Задача 6.1 #105822 Банк ФИПИ

Чтобы проградуировать шкалу динамометра, к её пружине подвешивают последовательно 1, 2 и 3 груза по 100 г каждый. При этом пружина растягивается до положений *A*, *B* и *C* соответственно.



Чему равна цена деления динамометра? Ответ дайте в Н.

Решение

Динамометр при подвешивании к нему груза показывает вес груза, то есть, mg .

В случае одного груза $m_1g = 0,1 \cdot 10 = 1$ Н.

При двух грузах $m_2g = 0,2 \cdot 10 = 2$ Н.

При трёх грузах $m_3g = 0,3 \cdot 10 = 3$ Н.

Тогда отсчёты *A*, *B* и *C* соответствуют 1, 2 и 3 Н.

Как видно, цена деления находится между этими и отсчетами и предыдущими по середине.

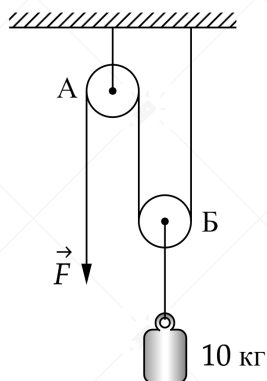
То есть, цена деления 0,5 Н.



Задание №7

Задача 7.1 #73641 Банк ФИПИ

Чему равен модуль силы \vec{F} , которую нужно приложить к концу лёгкой нерастяжимой нити, перекинутой через блоки, чтобы уравновесить груз массой 10 кг, подвешенный к оси блока Б (см. рисунок)? Нить и блоки А и Б считать невесомыми, трением пренебречь. Ответ дайте в Н.



Решение

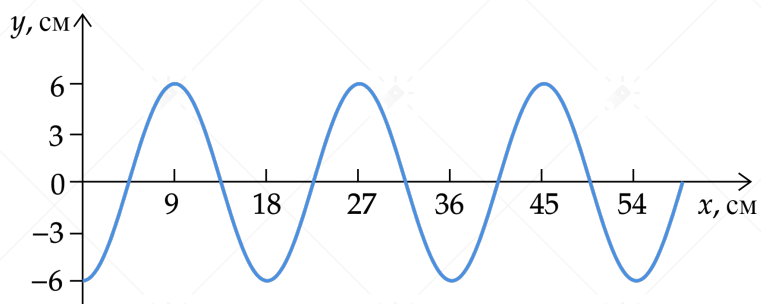
Для того, чтобы уравновесить груз, необходимо приложить силу вдвое меньшую, чем сила тяжести, действующая на тело m . Это достигается из-за подвижного блока, который дает выигрыш в силе в 2 раза. Получим:

$$F = \frac{mg}{2}$$
$$F = \frac{10 \cdot 10}{2} = 50 \text{ Н}$$



Задача 7.2 #83097 Банк ФИПИ

На рисунке показан профиль волны.



Какова амплитуда волны? Ответ дайте в м.

Решение

Амплитуда - максимальное отклонение от положения равновесия. В нашем случае амплитуда равна 6 см.



Задача 7.3 #83219 Банк ФИПИ

Груз на пружине, совершающий свободные колебания, проходит от крайнего нижнего положения до положения равновесия за 0,5 с. Чему равен период колебания груза? Ответ дайте в с.

Решение

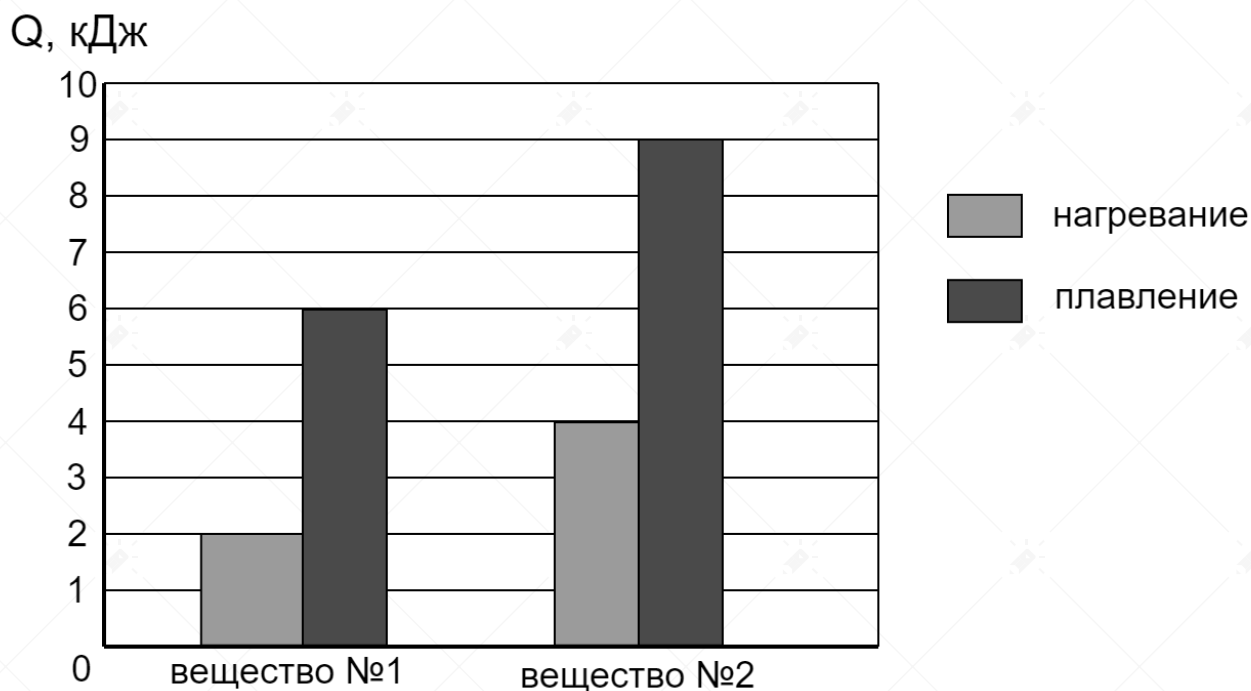
Переход тела от крайнего нижнего положения до положения равновесия это четверть периода, значит, период равен $T = 2$ с.



Задание №8

Задача 8.1 #80462 Банк ФИПИ

На диаграмме для двух веществ приведены значения количества теплоты, необходимого для нагревания 1 кг вещества на 10°C и для плавления 100 г вещества, нагретого до температуры плавления. Ответ дайте в $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.



Чему равна удельная теплота плавления второго вещества?

Решение

Тепло, которое израсходовалось при плавлении тела, можно найти по формуле:

$$Q = \lambda m$$

где m - масса тела, λ - удельная теплота плавления.

Выразим удельную теплоту плавления:

$$\lambda = \frac{Q}{m}$$

По графику можно узнать количество теплоты - $9 \cdot 10^3$ Дж

Найдем удельную теплоту плавления:

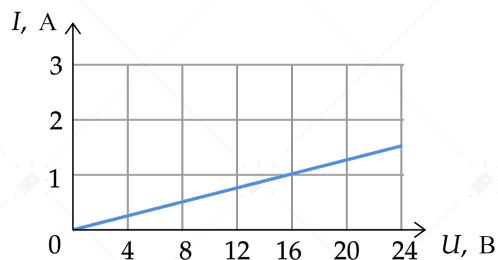
$$\lambda = \frac{9 \cdot 10^3}{0,1} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 90 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$



Задание №9

Задача 9.1 #79908 Банк ФИПИ

На рисунке изображён график зависимости силы тока I в проводнике от напряжения U на его концах. Чему равно сопротивление проводника? Ответ дайте в Ом.



Решение

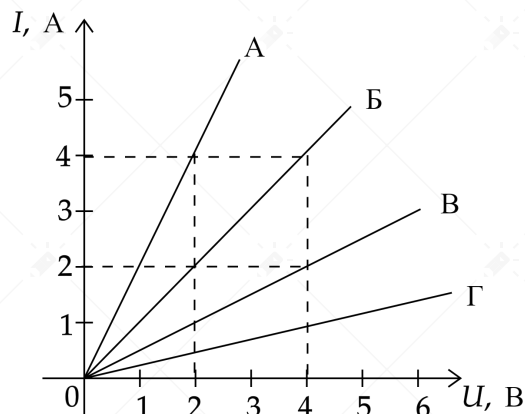
Найдем сопротивление по закону Ома по данным из графика:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{16}{1} = 16 \text{ Ом}$$



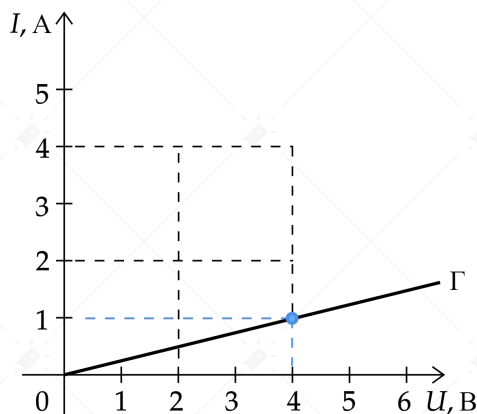
Задача 9.2 #79987 Банк ФИПИ

На рисунке представлены графики зависимости силы тока I в проводнике от напряжения U на его концах для четырёх проводников.



Чему равно электрическое сопротивление проводника Г? Ответ дайте в Ом.

Решение



Сопротивление можно рассчитать по формуле:

$$R = \frac{U}{I}$$

Возьмем напряжение и ток с графика:

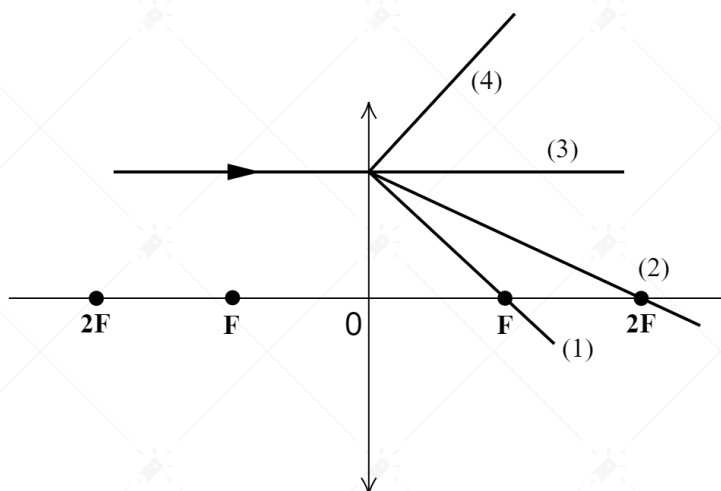
$$R = \frac{4}{1} = 4 \text{ Ом}$$



Задание №10

Задача 10.1 #50732 Банк ФИПИ

На рисунке изображён ход падающего на линзу луча.



Какая из линий – 1, 2, 3 или 4 – соответствует ходу прошедшего через линзу луча?

Решение

На рисунке представлена тонкая собирающая линза. Луч, падающий на линзу перпендикулярно, преломляется в ней так, что после проходит через её фокус F .

Этому условию соответствует луч под номером 1.

Задача 10.2 #105853 Банк ФИПИ

Во сколько раз увеличится электрическое сопротивление спирали плитки, если старую спираль, изготовленную из никелина, заменить на спираль из фехраля вдвое большей длины с той же площадью поперечного сечения?

Решение

Электрическое сопротивление вычисляется по формуле:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

где ρ - удельное сопротивление проводника, l - длина проводника, S - площадь поперечного сечения проводника.

Из справочных данных

$\rho_1 = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ - удельное электрическое сопротивление никелина, $\rho_2 = 1,2 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ - удельное электрическое сопротивление фехраля.

Тогда

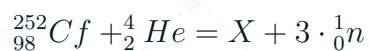
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{\rho_2 \cdot 2l}{S}}{\frac{\rho_1 \cdot l}{S}} = \frac{1,2 \cdot 2}{0,4} = 6.$$



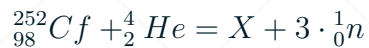
Задание №11

Задача 11.1 #73840 Банк ФИПИ

Каково зарядовое число ядра X в реакции



Решение



При ядерной реакции выполняется закон сохранения массового и зарядового числа. Запишем закон сохранения зарядового числа:

$$98 + 2 = Z + 3 \cdot 0$$

Здесь Z - зарядового число

$$Z = 100$$



Задание №12

Задача 12.1 #67971 Банк ФИПИ

В процессе конденсации пар превращается в воду. Как при этом изменяются средняя кинетическая энергия молекул пара и внутренняя энергия системы вода – пар?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Средняя кинетическая энергия молекул пара	Внутренняя энергия системы вода – пар

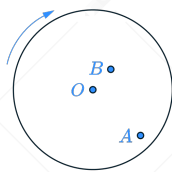
Решение

При конденсации температура не изменяется, а значит не изменяется и средняя кинетическая энергия молекул пара.

Внутренняя энергия системы складывается из кинетической и потенциальной энергии взаимодействия молекул. При конденсации пар отдаёт количество теплоты (удельную теплоту конденсации), при этом средняя кинетическая энергия молекул не изменяется, но потенциальная энергия взаимодействия молекул уменьшается из-за уменьшения среднего расстояния между ними. Следовательно, **внутренняя энергия системы вода-пар уменьшается.**

**Задача 12.2 #73668 Банк ФИПИ**

Муха сидела на равномерно вращающемся диске в точке A , а затем перелетела в точку B и села там (см. рисунок). Как в результате этого перемещения изменились линейная скорость мухи и частота её обращения на диске вокруг оси O ?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Линейная скорость мухи	Частота обращения мухи

Решение

А) При перемещении из точки A в точку B уменьшается радиус обращения мухи относительно точки O . Поскольку период обращения диска не изменяется, то не изменяется и угловая скорость вращения диска. Формула для нахождения линейной скорости $v = \omega \cdot R$, где ω - угловая скорость обращения. Поскольку радиус R станет меньше, то и линейная скорость станет меньше. Ответ - 2

Б) Частота с периодом связана следующей формулой $\nu = \frac{1}{T}$, поскольку период обращения не изменился, то и частота обращения не изменилась. Ответ - 3



Задание №13

Задача 13.1 #77949 Банк ФИПИ

В процессе трения о шерсть эбонитовая палочка приобрела отрицательный заряд. Как при этом изменилось количество заряженных частиц на палочке и шерсти при условии, что обмен атомами при трении не происходил?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1)увеличилась
- 2)уменьшилась
- 3)не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество электронов на палочке	Количество протонов на шерсти

Решение

Т.к. поначалу палочка и шерсть были заряжены нейтрально, то после того, как их потёрли электроны с шерсти перешли на палочку. Следовательно, количество электронов на палочке увеличилось.

Протоны находятся в атомных ядрах и не могут переходить с одного тела на другое при обычном трении (обмен атомами не происходит). Следовательно, **количество протонов на шерсти не изменилось.**



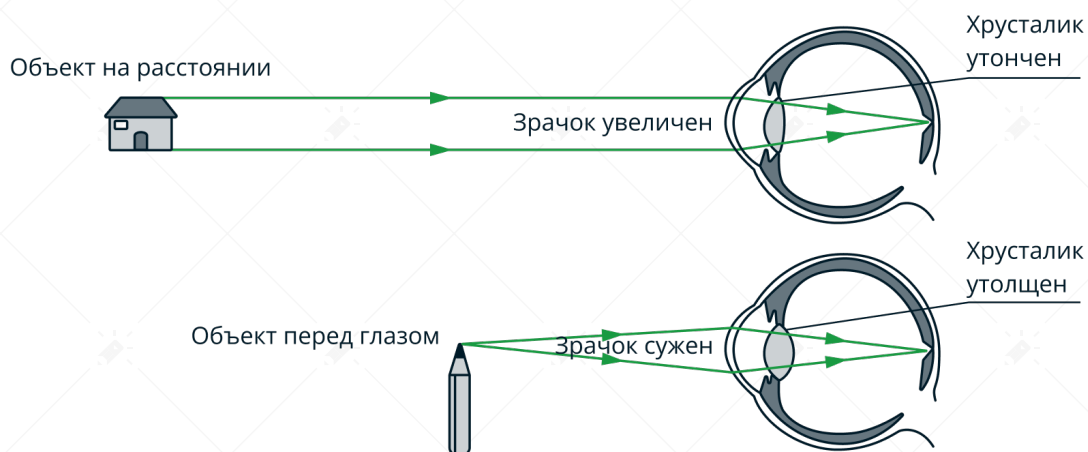
Задача 13.2 #69812 Банк ФИПИ

Человек переводит взгляд с заходящего на горизонте Солнца на собаку, сидящую у его ног. Как при этом меняются фокусное расстояние и оптическая сила хрусталика глаза человека? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Фокусное расстояние хрусталика	Оптическая сила хрусталика

Решение



При переводе взгляда с дальних предметов, например, книги на более близкие – облака, кривизна хрусталика глаза увеличивается, так как для четкого рассмотрения далеких предметов необходимо уменьшить фокусное расстояние F . Оптическая сила хрусталика, равная $\frac{1}{F}$, соответственно увеличивается.

**Задание №14****Задача 14.1 #53554 Банк ФИПИ**

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов.

79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,39	82 Pb Свинец 207,21	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астатин [210]	86 Rn Радон [222]
---------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------

Используя таблицу, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Радиоактивный распад ядра свинца-187 в ядро ртути-183 сопровождается испусканием альфа-частицы.
- 2) Радиоактивный распад ядра свинца-212 в ядро висмута-212 сопровождается испусканием протона.
- 3) Ядро висмута содержит 83 протона
- 4) Ядро ртути содержит 80 нейтронов.
- 5) Ядро золота содержит 197 нейтронов.

Решение

1)



При α -распаде происходит испускание гелия ${}^4_2\text{He}$, то есть массовое число уменьшается на 4, а зарядовое на 2. Действительно, разность массовых чисел ядер равна 4, значит, происходит испускание альфа-частицы.

Утверждение 1 – Верно

2) Протон ${}^1_0\text{p}$, при его испускании зарядовое число уменьшается на 1, у нас же зарядовое число висмута больше зарядового числа свинца.

Утверждение 2 – Неверно

3) Количество протонов показывает зарядовое число, в данном случае оно равно 83.

Утверждение 3 – Верно

4) Количество нейтронов равно разности массового чисел и зарядового, в данном случае $n = 200 - 80 = 120$

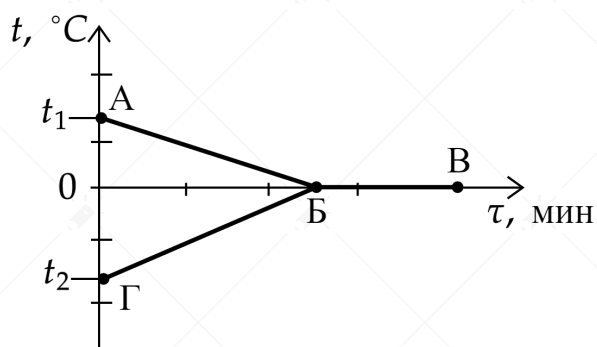
Утверждение 4 – Неверно

5) Количество нейтронов равно разности массового чисел и зарядового, в данном случае $n = 197 - 79 = 118$

Утверждение 5 – Неверно

**Задача 14.2 #86397 Банк ФИПИ**

В калориметр с водой добавили лёд. На рисунке представлены графики зависимости температуры t от времени τ для воды и льда в калориметре. Теплообмен с окружающей средой пренебрежимо мал.



Используя данные рисунка, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Запишите в ответе их номера.

- 1) Начальная температура смеси равна 0°C .
- 2) Участок БВ соответствует процессу кристаллизации воды в калориметре.
- 3) Точка Б соответствует времени, когда в системе вода-лёд установилось состояние теплового равновесия.
- 4) К моменту установления теплового равновесия вся вода в калориметре превратилась в лёд.
- 5) Процесс, соответствующий участку ГБ, идёт с поглощением энергии.

Решение

- 1) Нет, первоначально лед и вода находились при разных температурах.

Утверждение 1 - **Неверно**

- 2) Из рисунка не известно, что происходит на участке БВ. Может происходить либо плавление льда, либо кристаллизация воды, либо и то, и другое.

Утверждение 2 - **Неверно**

- 3) По определению тепловое равновесие это состояние системы, при котором её макроскопические величины (температура, давление, объём и др.) не изменяются во времени. Поскольку в этой точке температуры тел стали одинаковы, то достигается тепловое равновесие.

Утверждение 3 - **Верно**

- 4) Видим две линии: одна показывает температуру воды, другая – температуры льда. В конце эксперимента обе линии идут горизонтально при температуре 0°C . Если бы вся вода превратилась в лёд, то в калориметре остался бы только лёд. Тогда на графике линия воды должна была бы исчезнуть (прекратиться), потому что измерять температуру воды было бы невозможно.

Линия воды на графике продолжается, значит, вода еще есть в калориметре. Система состоит из смеси "лёд+вода" при 0°C .

Утверждение 4 - **Неверно**

- 5) Да, при процессе нагревания тело поглощает теплоту. В нашем случае при охлаждении воды она отдает теплоту, которую поглощает лёд.



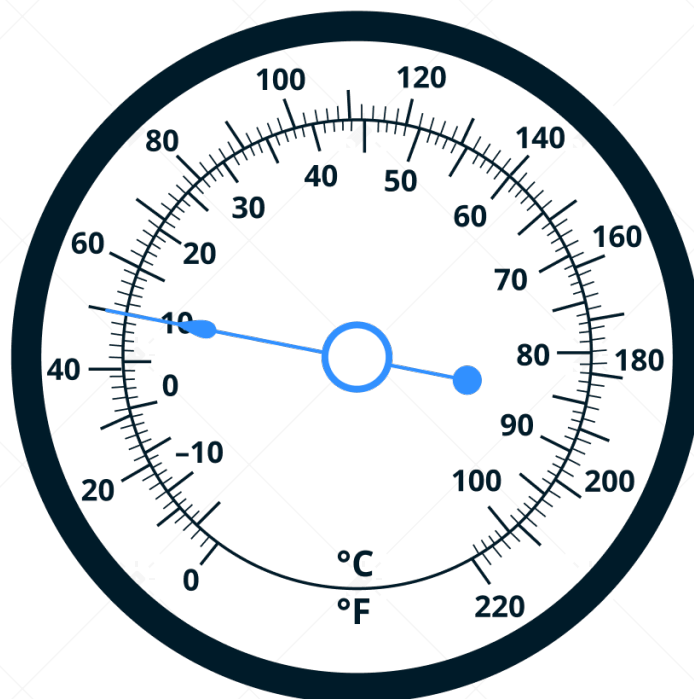
Утверждение 5 - Верно



Задание №15

Задача 15.1 #105918 Банк ФИПИ

Запишите результат измерения температуры с помощью термометра, изображённого на рисунке, с учётом абсолютной погрешности измерения температуры, которая равна цене деления шкалы прибора.



- 1) $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 2) $(45 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- 3) $(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 4) $(10 \pm 1) ^\circ\text{C}$

Решение

Найдем цену деления прибора следующим образом: посчитаем количество рисок между 20 и 30 $^\circ\text{C}$.

Их 10. Тогда цена деления прибора: $\frac{30 - 20}{10} = 1^\circ\text{C}$.

Термометр-гигрометр показывает тогда 10 $^\circ\text{C}$.

Тогда из условия, что абсолютная погрешность измерения равна цене деления шкалы прибора, прибор показывает

$$(10 \pm 1)^\circ\text{C}.$$



Задание №16

Задача 16.1 #79993 Банк ФИПИ

Ученик провёл эксперимент по изучению силы упругости, возникающей при подвешивании грузов различной массы к пружинкам 1 и 2 одинакового размера, но сделанным из разных материалов. Результаты экспериментальных прямых измерений массы груза m , диаметра поперечного сечения шнура d , его первоначальной длины l_0 и удлинения $(l - l_0)$, а также косвенные измерения коэффициента жёсткости A представлены в таблице.

№ опыта	пружинка	m , кг	$(l - l_0)$, см	k , Н/м
1	пружинка 1	0,2	4,0	50
2	пружинка 1	0,4	8,0	50
3	пружинка 1	0,8	16,0	50
4	пружинка 2	0,2	2,0	100
5	пружинка 2	0,6	6,0	100

Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных измерений. Запишите в ответе их номера.

- 1) Жёсткость зависит от упругих свойств материала пружинки.
- 2) Жёсткость не зависит от размеров пружинки.
- 3) Удлинение пружинки не зависит от массы подвешиваемого груза.
- 4) Жёсткость обратно пропорциональна массе подвешиваемого груза.
- 5) Удлинение пружинки прямо пропорционально массе подвешиваемого груза.

Решение

1) Исходя из первых 3 опытов, можно сделать вывод, что жёсткость пружины не зависит от размеров пружины. Поэтому анализируя опыты 1 и 4, где масса грузов одинакова, получаем, что жёсткость зависит от упругих свойства материала пружинки, поскольку в этих опытах использовались пружины, сделанные из разных материалов.

Утверждение 1 – **Верно**

2) См. пункт 1.

Утверждение 2 – **Неверно**

3) Нет, из опытов 1-3 следует, что для одной и той же пружинки, при увеличении массы груза, увеличивается удлинение пружинки.

Утверждение 3 – **Неверно**

4) Жёсткость не зависит от массы подвешиваемого груза. Из опытов 1-3 видно, что при изменении массы грузов изменяется удлинение, а жесткость остается неизменной.

Утверждение 4 – **Неверно**

5) Утверждение следует из экспериментальных данных, удлинение пружинки было прямо пропорционально массе подвешиваемого груза. В опытах 1-3 и 4-5.

Утверждение 5 – **Верно**



Задание №17

Задача 17.1 #106406 Банк ФИПИ

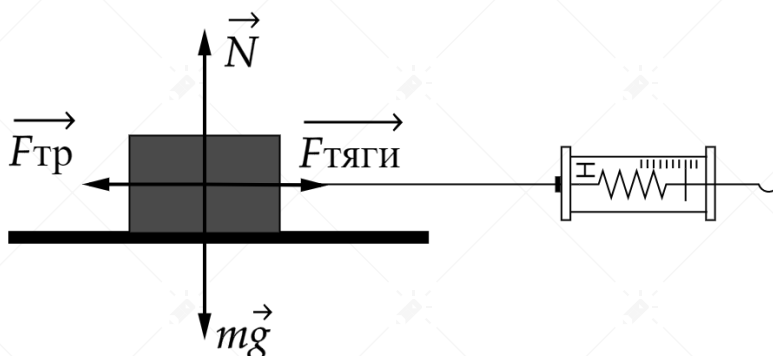
Используя брусок с крючком, динамометры №1 и №2, грузы №1, №2 и №3, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения коэффициента трения скольжения между бруском с тремя грузами и поверхностью рейки. Используйте поверхность рейки, обозначенную А. Абсолютная погрешность измерения силы при помощи динамометра №1 равна $\pm 0,02$ Н, а при помощи динамометра №2 равна $\pm 0,1$ Н.

В бланке ответов №2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта коэффициента трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения веса бруска с грузами и силы трения скольжения при движении бруска с грузами по поверхности рейки с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение коэффициента трения скольжения.

Решение

1. Схема экспериментальной установки. (см. рисунок):



2. Вспомним, что по закону Амонтона-Кулона сила трения скольжения определяется формулой

$$F_{\text{тр}} = \mu P,$$

где μ - коэффициент трения скольжения;

$P = mg$ - сила нормальной реакции опоры.

3. Для измерения P воспользуемся динамометром №2. Поочередно подвешивая грузики №1-3, измерим их силу тяжести и запишем в таблицу. Запишем второй закон Ньютона для бруска в проекции на горизонтальную ось в предположении, что грузик движется равномерно

$$F_{\text{тяги}} - F_{\text{тр}} = 0,$$

$F_{\text{тяги}}$ - сила тяги.

Прицепим динамометр №1 к бруску, поочередно накладывая на него грузики, и приводим его к равномерному движению. Измеряя значения на динамометре, получим силу трения



скольжения для брусков с разными грузиками.

№	$F_{\text{тяги}} = F_{\text{тр}}(H)$	$P(H) = mg$
1	$0,30 \pm 0,02$	$1,5 \pm 0,1$
2	$0,50 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,1$
3	$0,70 \pm 0,02$	$3,5 \pm 0,1$

4. Возьмем, например, 1 точку из таблицы. Тогда коэффициент трения скольжения равен

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{0,3}{1,5} = 0,2.$$



Задача 17.2 #81412 Банк ФИПИ

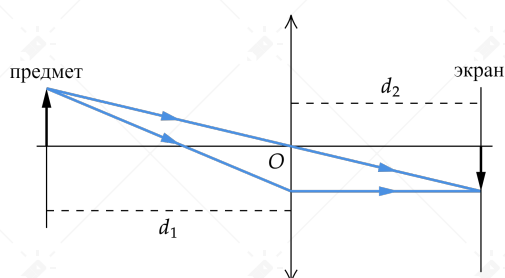
Используя осветитель с моделью предмета, направляющую, линзу 1 и экран, соберите оптическую установку для изучения свойств изображения, полученного с помощью собирающей линзы 1. Получите изображение предмета, расположенного на расстоянии 15 см от линзы. Абсолютная погрешность измерения расстояния равна ± 2 мм.

В бланке ответов №2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки, указав ход лучей в линзе;
- 2) укажите результаты измерения расстояния от предмета до линзы и расстояния от линзы до изображения с учётом абсолютной погрешности измерения;
- 3) сформулируйте вывод о свойствах изображения (мнимое или действительное, уменьшенное или увеличенное, прямое или перевёрнутое).

Решение

1. Схема экспериментальной установки и ход лучей:



2. $d_1 = (15,0 \pm 0,2)$ см; $d_2 = (30,0 \pm 0,2)$ см

3. Свойства изображения: действительное, увеличенное, перевёрнутое.

**Задача 17.3 #81299 Банк ФИПИ**

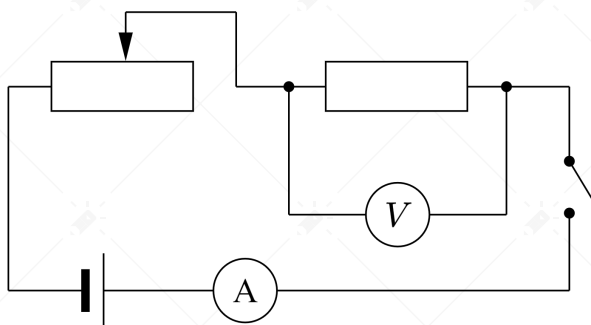
Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока на резисторе R_1 . При помощи реостата установите в цепи силу тока $0,4$ А. Определите работу электрического тока за 10 минут. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна $\pm 0,02$ А, абсолютная погрешность измерения напряжения равна $\pm 0,1$ В.

В бланке ответов №2:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения и силы тока с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение работы электрического тока.

Решение

1. Построим схему экспериментальной установки. Понятно, что для измерения силы тока на резисторе, требуется установить амперметр последовательно к резистору. Далее установим вольтметр параллельно резистору на его клеммы, для измерения напряжения. Затем, последовательно к резистору установим реостат и источник постоянного тока. Получим схему экспериментальной установки.



2. Работа электрического тока за время t равна:

$$A = Pt$$

где P – мощность.

Мощность равна:

$$P = UI$$

где U – показания вольтметра, I – показания амперметра.

Тогда

$$A = UIt$$

3. Значения $I = 0,40 \pm 0,02$ А; $U = 1,9 \pm 0,1$ В; $t = 600$ с.

4. Проведем расчёт

$$A = 1,9 \cdot 0,40 \cdot 600 = 456 \text{ Дж}$$

**Задача 17.4 #81285 Банк ФИПИ**

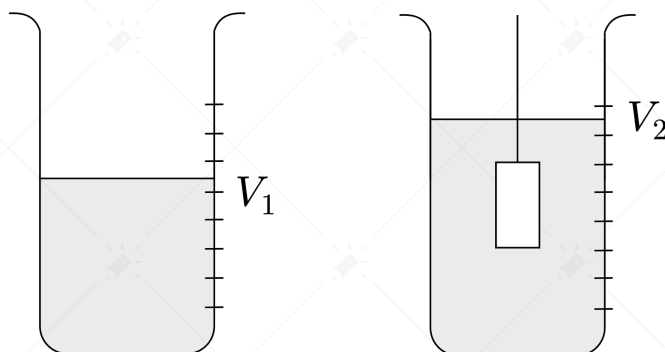
Используя весы, мензурку, стакан с водой, цилиндр №1, соберите экспериментальную установку для измерения плотности материала, из которого изготовлен цилиндр №1. Абсолютная погрешность измерения массы тела составляет $\pm 0,1$ г. Абсолютная погрешность измерения объема тела равна ± 2 см³.

В бланке ответов №2:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки для определения объема тела;
- 2) запишите формулу для расчёта плотности;
- 3) укажите результаты измерения массы цилиндра и его объема с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение плотности материала цилиндра.

Решение

1. Рисунок экспериментальной установки:



2. Плотность равна:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

3. Измерение массы (весами)

$$m = (195,0 \pm 0,1) \text{ г}$$

Объем тела (разность объемов воды в мензурке после погружения тела и до погружения тела):

$$V = V_2 - V_1 = (25 \pm 2) \text{ мл} = (25 \pm 2) \text{ см}^3$$

4. Тогда

$$\rho = \frac{195}{25} \approx 7,8 \text{ г/см}^3 = 7800 \text{ кг/м}^3$$



Задание №18

Поверхностное натяжение

Согласно условиям плавания тело тонет в жидкости, если средняя плотность этого тела больше плотности жидкости. Так, металлическая скрепка должна утонуть в воде (плотность металла больше плотности воды). Однако если скрепку осторожно поместить на водную поверхность (см. рисунок 1), то она не тонет. Поверхность воды работает как некая упругая плёнка.

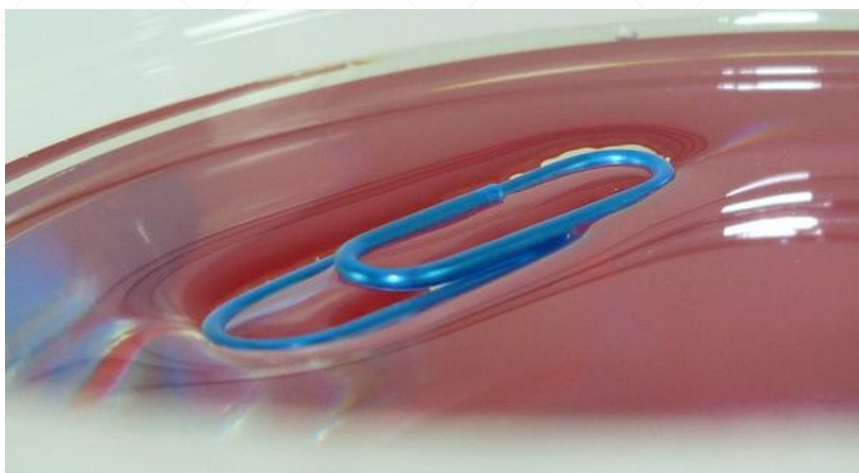


Рисунок 1

Объясняется этот опыт следующим образом. Молекулы воды на глубине окружены соседними молекулами со всех сторон. На поверхности же молекулы воды притягиваются к соседним только сбоку и снизу. В результате возникают силы, заставляющие поверхность воды сжиматься до минимально возможных значений площади.

Поверхностное натяжение в жидкости характеризуется коэффициентом поверхностного натяжения (сила поверхностного натяжения пропорциональна коэффициенту поверхностного натяжения). Коэффициент зависит от природы жидкости, а также от её температуры. Значения коэффициента поверхностного натяжения для некоторых жидкостей представлены в таблице.

Жидкость	Температура, °С	Коэффициент поверхностного натяжения, мН/м
Вода	0	76
	20	73
	50	68
	100	59
Керосин	0	29
	20	24

Задача 18.1 #105956 Банк ФИПИ

Космонавт, находящийся в невесомости на космическом корабле, выдавил из тюбика жидкость. Какую форму приняла жидкость? Ответ поясните.

Решение

На Земле жидкость принимает форму, зависящую от гравитации, так как силы тяжести и поверхностного натяжения взаимодействуют друг с другом. В невесомости сила тяжести отсутствует, поэтому жидкость принимает форму, определяемую поверхностным натяжением.



Поверхностное натяжение стремится уменьшить поверхность жидкости. Наименьшая возможная площадь поверхности при данном объёме соответствует сфере.



Тройная точка

Можно создать условия, при которых пар, жидкость и твёрдое состояние одного вещества попарно сосуществуют, находясь в равновесии. Могут ли находиться в равновесии сразу все три агрегатных состояния? Такая точка на диаграмме «давление – температура» (см. рисунок 1) существует. Её называют тройной точкой.

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

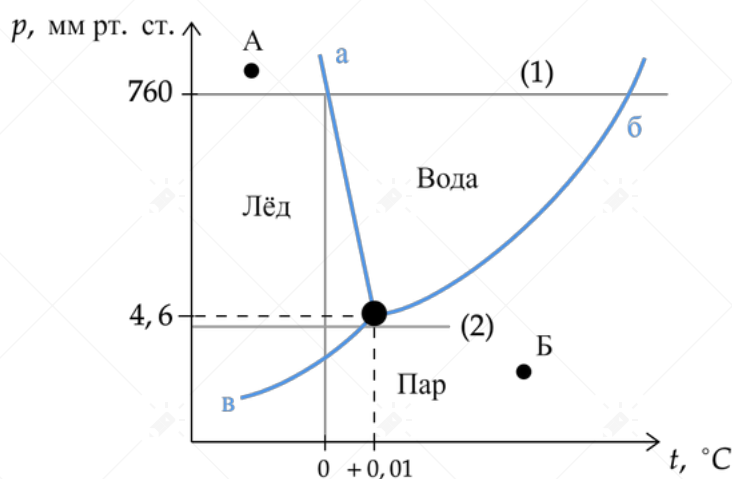


Рисунок 1

При давлении 4,6 мм рт. ст. наступит состояние динамического равновесия, когда количество испарившихся воды и льда равно количеству сконденсировавшегося за это же время пара. Теперь три фазы – лёд, вода и пар – будут в состоянии равновесия. Эта точка и есть тройная.

Кривые на рисунке – это линии термодинамического (теплового) равновесия между льдом и паром (кривая «в»), льдом и водой (кривая «а»), водой и паром (кривая «б»). Три кривые пересекаются в тройной точке и делят диаграмму на три области: «лёд», «вода» и «водяной пар».

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

Задача 18.2 #105955 Банк ФИПИ

Можно ли пар, находящийся в состоянии, соответствующем точке Б на диаграмме, перевести в воду, не меняя температуры? Ответ поясните.

Решение

Точка Б расположена под кривой "б" которая соответствует равновесию между водой и паром.

Это означает, что при таких условиях вещество может находиться как в газообразной (пар), так и в жидкой (вода) фазе.

Если увеличить давление, но оставить температуру неизменной, произойдёт конденсация пара, и он превратится в воду.



Этот процесс полностью соответствует фазовым переходам: при повышении давления молекулы воды сближаются, и вещество переходит в более плотное состояние – жидкость.



Молния и гром

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

Задача 18.3 #105945 Банк ФИПИ

Может ли воспринимаемый человеком интервал времени между молнией и сопровождающим её громовым раскатом составлять 90 с? Ответ поясните.

Решение

Нет, такой интервал времени между вспышкой молнии и громом невозможен.

Скорость звука в воздухе составляет примерно 330 м/с. Это означает, что за 90 секунд звук преодолеет расстояние:

$$330 \cdot 90 = 29,7 \text{ км.}$$

Однако в тексте указано, что гром слышен на расстоянии до 15–20 км, а на больших дистанциях звуковая энергия рассеивается и поглощается. Если разряд молнии произошёл на расстоянии более 20 км, то гром вообще не будет слышен.

Таким образом, если бы молния была так далеко, то громовой раскат не дошёл бы до наблюдателя, и он бы вообще не услышал грома, а значит, пауза в 90 секунд невозможна.



Как ориентируются летучие мыши

Летучие мыши обычно живут огромными стаями в пещерах. Влетая и вылетая из пещеры, каждая мышь издаёт неслышимые нами звуки. Одновременно эти звуки издают тысячи мышей, но это никак не мешает им прекрасно ориентироваться в пространстве в полной темноте и летать, не сталкиваясь друг с другом.

Сегодня главный секрет ориентации летучих мышей можно считать раскрытым: они обладают поразительными по своему совершенству органами ультразвуковой локации. Оказалось, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частотах примерно от 50 до 100 кГц, а затем принимает отражённые эхо-сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и пролетающих вблизи насекомых (см. рисунок 1).

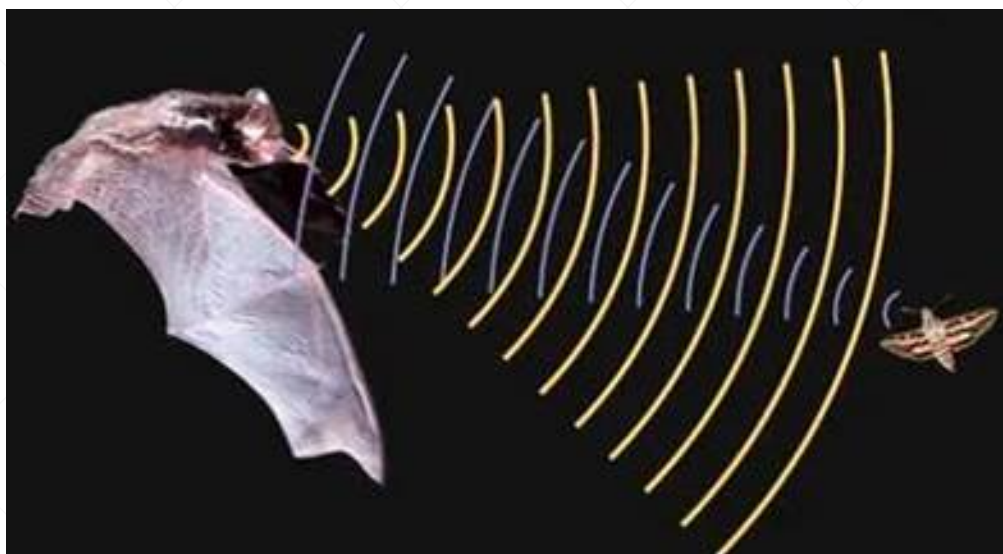


Рисунок 1

Для того, чтобы сигнал был отражён препятствием, наименьший линейный размер этого препятствия должен быть не меньше длины волны посылаемого звука. Кроме того, использование ультразвуковых сигналов связано с тем, что с уменьшением длины волны улучшается направленность излучения, а это очень важно для эхолокации.

Задача 18.4 #28684 Банк ФИПИ

Может ли летучая мышь, посылая сигнал частотой 80 кГц, обнаружить мошку размером 1 мм? Скорость звука в воздухе принять равной 320 м/с. Ответ поясните.

Решение

Для того, чтобы сигнал был препятствием отражён, наименьший линейный размер этого препятствия должен быть не меньше длины волны посылаемого звука. Длина волны равна:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{320 \text{ м/с}}{80 \cdot 10^3 \text{ Гц}} = 4 \text{ мм}$$

Так как размер мошки меньше, чем длина волны, то летучая мышь не сможет определить мошку.



Полярные сияния

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 по спирали вдоль линий индукции магнитного поля 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 от поверхности Земли, где воздух разрежен, преобладает кислород. Цвет сияния здесь может быть зелёным или красноватым. Ниже уже преобладает азот, дающий сияния ярко-красного и фиолетового цвета. Одним из первых исследовал полярное сияние М.В. Ломоносов в середине XVIII в.

Наиболее убедительным доводом в пользу того, что мы правильно понимаем природу полярного сияния, является его повторение в лаборатории. Такой эксперимент, получивший название «Аракс», был проведён в 1985 г. совместно советскими и французскими исследователями.

Для эксперимента были выбраны две точки на поверхности Земли, лежащие на одной и той же линии индукции магнитного поля. Этими точками служили: в Южном полушарии – французский остров Кергелен в Индийском океане и в Северном полушарии – посёлок Согра в Архангельской области.

С острова Кергелен стартовала геофизическая ракета с небольшим ускорителем частиц, который на определённой высоте создал поток электронов. Двигаясь по спирали вдоль линии индукции магнитного поля, эти электроны проникли в Северное полушарие и вызвали искусственное полярное сияние над Согрой.

Задача 18.5 #87773 Банк ФИПИ

Согласно современным представлениям полярные сияния на других планетах Солнечной системы могут иметь такую же природу, что и полярные сияния на Земле. На каких планетах, представленных в таблице, возможно наблюдать полярные сияния по механизму, описанному в тексте?

Название планеты	Наличие атмосферы	Наличие магнитного поля
Меркурий	Отсутствует	Слабое
Венера	Плотная	Отсутствует
Марс	Разреженная	Слабое

Ответ поясните.

Решение

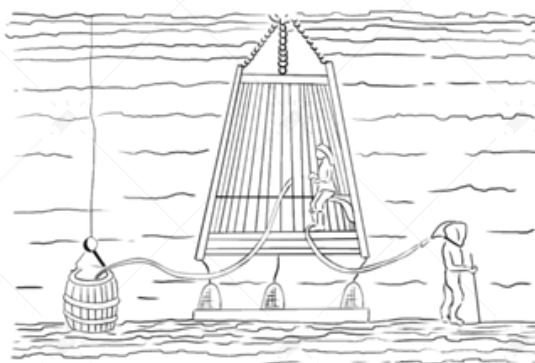
Из текста понятно, что для наблюдения полярных сияний, имеющих ту же природу, что и полярные сияния на Земле, необходимо, чтобы выполнялось два условия: наличие магнитного поля и атмосферы у планеты. Такое условие выполняется только у Марса.



Исследование морских глубин

При исследовании больших глубин используют такие подводные аппараты, как батискафы и батисферы.

Батисфера представляет собой глубоководный аппарат в форме шара, который на стальном тросе опускают в воду с борта корабля.



Несколько прототипов современных батисфер появились в Европе в XVI – XIX вв. Одним из них является водолазный колокол, конструкцию которого предложил в 1716 г. английский астроном Эдмонд Галлей (см. рисунок). В деревянном колоколе, открытом у основания, размещалось до пяти человек, частично погружённых в воду. Воздух они получали из двух поочерёдно опускаемых с поверхности бочонков, откуда воздух поступал в колокол по кожаному рукаву. Надев кожаный шлем, водолаз мог проводить наблюдения и за пределами колокола, получая из него воздух через дополнительный шланг. Отработанный воздух выпускался через кран, находящийся в верхней части колокола.

Главный недостаток колокола Галлея заключается в том, что его нельзя использовать на большой глубине. По мере погружения колокола плотность воздуха в нём увеличивается настолько, что им становится невозможно дышать. Более того, при длительном пребывании водолаза в зоне повышенного давления происходит насыщение крови и тканей организма газами воздуха, главным образом азотом, что может привести к так называемой кессонной болезни.

Профилактика кессонной болезни требует соблюдения норм рабочего времени и правильной организации декомпрессии (выхода из зоны повышенного давления).

Время пребывания водолазов на глубине регламентируется специальными правилами без-

опасности водолазных работ (см. таблицу).

Давление (дополнительно к атмосферному), атм.	Допустимое время пребывания в рабочей зоне
0,10 – 1,3	5 ч 28 мин
1,31 – 1,7	5 ч 06 мин
1,71 – 2,5	4 ч 14 мин
2,51 – 2,9	3 ч 48 мин
2,91 – 3,2	2 ч 48 мин
3,21 – 3,5	2 ч 26 мин
3,51 – 3,9	1 ч 03 мин



Задача 18.6 #87887 Банк ФИПИ

Допустима ли (согласно таблице) работа водолаза на глубине 30 метров в течение 2,5 ч? Ответ поясните.

Решение

На глубине 30 м гидростатическое давление составляет примерно $p = \rho gh = 1000 \cdot 10 \cdot 30 = 300000$ Па или 3 атм. По таблице видим, что допустимое время пребывания в рабочей зоне составляет 2 ч 48 мин, а это больше предложенного в условии времени. Значит, работа допустима.



Задание №19

Задача 19.1 #76471 Банк ФИПИ

Для того чтобы стеклянный стакан не треснул, какую ложку (деревянную или металлическую) следует в него опустить, прежде чем налить кипятком? Ответ поясните.

Решение

Следует опустить металлическую ложку.

Теплопроводность металла больше, чем дерева, поэтому именно металлическая ложка будет способствовать более быстрому охлаждению воды, а также предотвратит растрескивание стакана. Ведь ложка нужна для того, чтобы часть энергии кипятка пошла на нагрев самой ложки, а другая - на нагрев стакана.



Задача 19.2 #69763 Банк ФИПИ

После захода Солнца на Земле темнеет не сразу, некоторое время длятся сумерки. Можно ли наблюдать сумерки на Луне? Ответ поясните.

Решение

Нет, нельзя. На луне нет атмосферы и после захода Солнца, солнечные лучи не будут рассеиваться в атмосфере, т.к. она отсутствует, и не попадут на лунную поверхность.



Задача 19.3 #76491 Банк ФИПИ

Два одинаковых сосуда наполнены молоком. Первый сосуд накрыли сухой марлевой салфеткой, а второй сосуд накрыли марлевой салфеткой, края которой опустили в воду. В каком сосуде молоко дольше не прокиснет в жаркий день? Ответ поясните.

Решение

В сосуде с марлевой салфеткой, края которой опустили в воду, молоко дольше не прокиснет в жаркий день. Так как марлевая салфетка будет соприкасаться с водой, которая будет испаряться, при этом поглощается тепло и температура марли снижается. Именно это будет чуть охлаждать молоко, оно дольше не скиснет.



Задача 19.4 #76491 Банк ФИПИ

У ученика есть провод длиной 1 м, толстый железный гвоздь и батарейка. Он намотал 10 витков провода на гвоздь и подключил его к батарейке. Гвоздь стал притягивать мелкие железные предметы. Что может сделать ученик, чтобы увеличить силу, с которой эти предметы притягиваются к гвоздю? Ответ поясните.

Решение

Когда электрический ток проходит через проводник, вокруг проводника возникает магнитное поле. Если проводник намотан в виде катушки (соленоида), магнитные поля от каждого витка складываются, усиливая друг друга. Вставляя железный гвоздь внутрь катушки, мы значительно увеличиваем магнитное поле, так как железо является ферромагнетиком и многократно усиливает магнитный поток. Получается электромагнит

Чтобы увеличить силу притяжения электромагнита, ученик может предпринять несколько шагов:

- 1) Увеличить число витков провода на гвозде - магнитное поле пропорционально числу витков. Больше витков — сильнее магнитное поле.
- 2) Использовать батарейку с большим напряжением - большее напряжение увеличивает ток в цепи (если сопротивление остаётся прежним), а значит — усиливается магнитное поле.



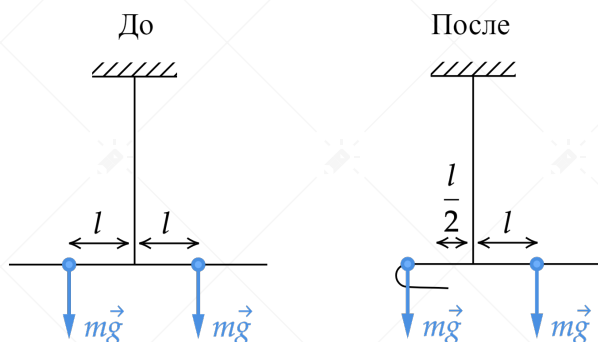
Задача 19.5 #73935 Банк ФИПИ

Отрезок однородной проволоки подвешен за середину. Изменится ли (и если изменится, то как) равновесие рычага, если левую половину сложить вдвое (см. рисунок)? Ответ поясните.



Решение

Равновесие нарушится, поскольку проволока однородная, масса обоих плеч рычага равна. Момент силы это произведение модуля силы на длину плеча. Моменты сил тяжести при условии равновесия рычага равны. После сгибания проволоки длина левого плеча уменьшилась (поскольку центр масс у однородного тела находится в его центре), следовательно, момент силы, действующей на левое плечо уменьшился. Таким образом, правое плечо окажется ниже левого плеча рычага и равновесие нарушится.



**Задача 19.6 #48647 Банк ФИПИ**

Колбу с газом соединили с U-образным жидкостным манометром (рис.1). После того, как колбу опустили в сосуд с водой, показания манометра изменились (рис.2). Сравните температуру воды и температуру окружающей среды. Ответ поясните.

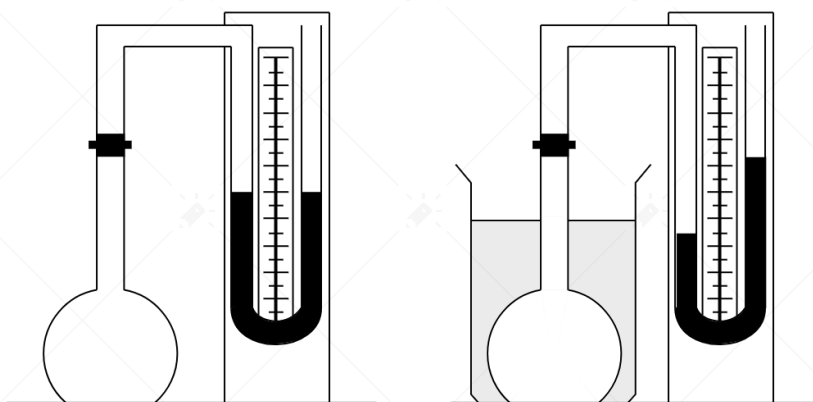


Рис. 1

Рис. 2

Решение

В первоначальном состоянии в точке, разделяющей слой воды и атмосферы, атмосферное давление и давление в колбе равны. Значит в начале давление в колбе равно атмосферному.

После помещения колбы в сосуд с водой появляется разность давления, поскольку правое колено U-образного манометра поднялось, то это эквивалентно такому уравнению

$$p_k - \rho gh = p_0,$$

где p_k - давление в колбе после опускания в сосуд с водой;

ρ - жидкость, которой заполнен манометр;

h - высота, на которую повысилось правое колено;

p_0 - атмосферное давление.

Показания манометра свидетельствуют о том, что давление газа в колбе, после того как поместили ее в сосуд с водой, увеличилось. Поскольку процесс изохорический, то при увеличении давления газа **увеличивается температура в колбе**. А значит температура в колбе больше температуры окружающей среды.



Задача 19.7 #67853 Банк ФИПИ

Капля маслянистой жидкости попадает на поверхность воды и растекается, образуя тонкую плёнку. Обязательно ли эта плёнка закроет всю поверхность воды? Ответ поясните.

Решение

1. Масляная пленка может не закрыть всю поверхность воды.
2. Тонкая плёнка будет растекаться по поверхности воды только до определённых размеров, т.к. толщина пленки не может быть меньше диаметра молекул. Если площадь поверхности воды больше максимального возможного размера масляного пятна, то плёнка не закроет всю поверхность, если наоборот, то закроет.



Задание №20

Задача 20.1 #74322 Банк ФИПИ

Тело массой 2 кг падает с высоты 20 м из состояния покоя и в момент удара о Землю имеет скорость 14 м/с. Чему равен модуль работы силы сопротивления воздуха?

Решение

Поскольку в задаче сказано, что есть сопротивление воздуха, то при падении потенциальная энергия не полностью переходит в кинетическую, часть этой энергии расходуется на преодоление работы силы трения, тогда работа силы трения будет равна разности исходной и конечной энергии, то есть разности потенциальной и кинетической энергии:

$$mgh - \frac{mv^2}{2} = A_c$$

Здесь A_c - модуль работы силы сопротивления воздуха, получим:

$$A_c = m\left(gh - \frac{v^2}{2}\right)$$

$$A_c = 2 \cdot \left(10 \cdot 20 - \frac{14^2}{2}\right) = 204 \text{ Дж}$$

**Задача 20.2 #105860 Банк ФИПИ**

Резистор № 1 сопротивлением 25 Ом включён последовательно с резистором № 2 в сеть с напряжением 220 В. Чему равно сопротивление резистора № 2, если мощность, потребляемая резистором № 1, равна 400 Вт?

Решение

Вспомним, что при последовательном соединении общее сопротивление является аддитивной величиной, то есть, их общее сопротивление является суммой сопротивлений каждого отдельного резистора.

Общее сопротивление цепи будет равна

$$R_0 = R_1 + R_2.$$

Общий ток в цепи по закону Ома равен

$$I = \frac{U}{R_0}.$$

По закону Джоуля-Ленца мощность на резисторе равна

$$P = UI = I^2 R.$$

Тогда мощность на резисторе 1 равна:

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = 400 \text{ Вт.}$$

Тогда общий ток будет равен

$$I = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{400}{25}} = 4 \text{ А.}$$

Из первого следует, что сопротивление на резисторе №2 равно

$$R_2 = \frac{U}{I} - R_1 = \frac{220}{4} - 25 = 30 \text{ Ом.}$$



Задача 20.3 #67978 Банк ФИПИ

КПД двигателя трактора не превышает 30%. Вычислите максимальную полезную работу, которую может совершить двигатель трактора, израсходовав 3 кг бензина.

Решение

КПД двигателя может быть найдено по формуле:

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

Здесь $Q = q \cdot m$ - количество теплоты, выделяемое при сгорании бензина, $q = 4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг - удельная теплота сгорания бензина.

$$\eta = \frac{A}{q \cdot m}$$

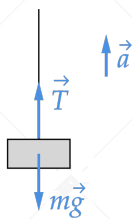
Тогда

$$A = \eta \cdot q \cdot m$$

$$A = 0,3 \cdot 4,6 \cdot 10^7 \cdot 3 = 41,4 \text{ МДж}$$

**Задача 20.4 #74164 Банк ФИПИ**

Брусок массой 100 г, подвешенный на легкой нити, поднимают вертикально вверх с ускорением, равным по модулю 1 м/с^2 и направленным вверх. Чему равен модуль силы натяжения нити?

Решение

При движении вверх с ускорением, для тела можно применить второй закон Ньютона относительно Земли. Запишем его в проекции на вертикальную ось

$$ma = T - mg$$

здесь T - сила натяжения нити. Выразим её:

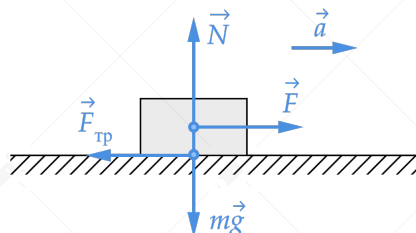
$$T = m(a + g)$$

Посчитаем:

$$T = 0,1 \cdot (1 + 10) = 1,1 \text{ Н}$$

**Задача 20.5 #74167 Банк ФИПИ**

Брусок массой 100 г покоится на горизонтальной поверхности. Какую силу, направленную горизонтально, нужно приложить к бруску, чтобы он мог двигаться с ускорением 2 м/с^2 ? Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,1.

Решение

Запишем второй закон Ньютона в проекции на вертикальную и горизонтальную оси:

$$OY : 0 = N - mg$$

$$OX : ma = F - F_{\text{тр}}$$

Из оси OY получаем $N = mg$.

Поскольку тело движется, сила трения равняется максимально возможной силе трения (силе трения скольжения) и находится по формуле $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$. Подставим все в уравнение OX , получим:

$$ma = F - \mu mg$$

Выразим силу F :

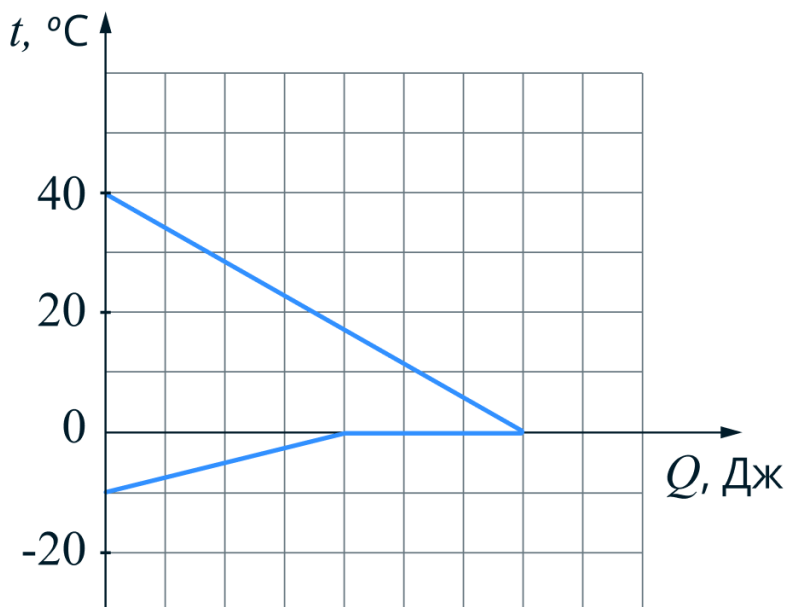
$$F = ma + \mu mg$$

$$F = m(a + \mu g)$$

$$F = 0,1(2 + 0,1 \cdot 10) = 0,3 \text{ Н}$$

**Задача 20.6 #105843 Банк ФИПИ**

В сосуд с водой поместили кусок льда, масса которого в 2 раза больше массы воды. На рисунке изображён процесс теплообмена между водой и льдом.



К окончанию процесса теплообмена оказалось, что растаяло 105 г льда. Определите массу воды, которую поместили в сосуд. Потерями энергии при теплообмене можно пренебречь.

Решение

Обозначим массу воды за $m_{\text{в}}$, массу льда $m_{\text{л}}$.

Из рисунка видно, что изначально вода находилась при температуре $t_1 = 40^\circ\text{C}$, а лёд при температуре $t_2 = -10^\circ\text{C}$.

Установившаяся температура равна $t = 0^\circ\text{C}$.

Распишем количество теплоты, которое получает/отдаёт вода при нагревании/охлаждении:

$$Q = cm\Delta t,$$

где c - удельная теплоёмкость воды, m - масса воды, Δt - изменение температуры воды.

Распишем количество теплоты, получаемое льдом массой m при таянии

$$Q = \lambda m,$$

где λ - удельная теплота плавления льда.

Из рисунка видно, что вода охлаждается до конечной температура. Лёд же сначала нагревается до температуры плавления, а дальше плавится, причем из условия следует, что растаяло $m = 105$ г льда.

Запишем уравнение теплового баланса

$$c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_1 - t) = \lambda m + c_{\text{л}}m_{\text{л}}(t - t_2),$$

где $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°C), $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг·°C).

Вспомним условия задачи, что $m_{\text{л}} = 2m_{\text{в}}$.



Тогда масса воды, которую поместили в сосуд, равна

$$m_{\text{в}} = \frac{\lambda m}{c(t_1 - t) + 2ct_2} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 105 \cdot 10^{-3}}{4200 \cdot (40 - 0) - 2 \cdot 2100 \cdot 10} = 0,275 \text{ кг.}$$

**Задача 20.7 #76475 Банк ФИПИ**

Какова масса воды, если известно, что при охлаждении на 7°C помещённой в неё медной детали массой 300 г вода нагрелась на 1°C ? Тепловыми потерями можно пренебречь.

Решение

Запишем уравнение теплового баланса, количество теплоты, отданное медной деталью, равно количеству теплоты, поглощенному водой:

$$Q_1 = Q_2$$

Распишем количество теплоты, которое отдала медная деталь:

$$Q_1 = c_1 m_1 \Delta t_1,$$

где c_1 - удельная теплоёмкость меди, m_1 - масса детали, Δt_1 - изменение температуры медной детали. Также распишем количество теплоты, которое получает вода:

$$Q_2 = c_2 m_2 \Delta t_2,$$

где c_2 - удельная теплоёмкость воды, m_2 - масса воды, Δt_2 - изменение температуры воды.

$$c_1 m_1 \Delta t_1 = c_2 m_2 \Delta t_2$$

Выразив массу, получим:

$$m_2 = \frac{c_1 m_1 \Delta t_1}{c_2 \Delta t_2}$$

$$m_2 = \frac{400 \cdot 0,3 \cdot 7}{4200 \cdot 1} = 0,2 \text{ кг}$$



Задание №21

Задача 21.1 #73918 Банк ФИПИ

Свинцовая пуля, подлетев к преграде со скоростью $v_1 = 200$ м/с, пробивает её и вылетает со скоростью $v_2 = 100$ м/с. На сколько градусов нагрелась пуля, если на её нагревание пошло 65% выделившегося количества теплоты? Удельную теплоемкость свинца принять равной

$$c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Решение

При пробивании доски, на пулю действует сила сопротивления движению, эта сила совершает работу и уменьшает кинетическую энергию пули. Работа силы сопротивления будет численно равна количеству теплоты, которое выделяется и нагревает пулю. Запишем это:

$$\frac{mv_1^2}{2} = Q + \frac{mv_2^2}{2}$$

Здесь Q - выделяющееся количество теплоты Оно равно:

$$Q = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2}$$

По условию задачи, 65% от этого количества теплоты идет на нагрев пули.

Получим:

$$0,65Q = cm\Delta t$$

$$\frac{0,65m(v_1^2 - v_2^2)}{2} = cm\Delta t$$

$$\frac{0,65(v_1^2 - v_2^2)}{2} = c\Delta t$$

$c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ - удельная теплоемкость свинца. Изменение температуры равно:

$$\Delta t = \frac{0,65(v_1^2 - v_2^2)}{2c}$$

$$\Delta t = \frac{0,65(200^2 - 100^2)}{2 \cdot 130} = 75^\circ\text{C}$$

**Задача 21.2 #69809 Банк ФИПИ**

Какова потребляемая мощность электрического подъёмника, если известно, что за 20 с он равномерно поднимает груз массой 150 кг на высоту 12 м? КПД электродвигателя подъёмника равен 60%.

Решение

КПД плотины можно записать как отношение полезной работы A_1 к затраченной работе A_2 :

$$\eta = \frac{A_1}{A_2}$$

Полезная работа – это механическая энергия по поднятию груза на высоту $h = 12$ м, $m = 150$ кг

$$A_1 = mgh$$

Затраченная работа – это мощность электрического подъёмника за время $t = 20$ с:

$$A_2 = P \cdot t$$

Объединяя эти формулы, имеем:

$$A_1 = \eta \cdot A_2$$

$$mgh = \eta \cdot P \cdot t$$

$$P = \frac{mgh}{\eta \cdot t} = 1500 \text{ Вт}$$

**Задача 21.3 #76915 Банк ФИПИ**

Кусок льда при температуре -20°C внесли в тёплое помещение, температура воздуха в котором составляет 25°C . Сколько времени лёд будет плавиться, если известно, что процесс нагревания льда до температуры плавления длился 5 мин.? Мощность передачи тепла считать неизменной.

Решение

Распишем количество теплоты, которое нужно сообщить льду, чтобы он нагрелся, а после - расплавился

Q_1 - тепло, которое получило тело на нагревание.

Q_2 - тепло, которое передало тело при плавлении.

$$Q_1 = cm\Delta t$$

$$Q_2 = m\lambda$$

где c - удельная теплоёмкость льда, m - масса льда, Δt - изменение температуры льда при нагреве, λ - удельная теплота плавления.

Количество теплоты также можно выразить через энергию теплообмена:

$$Q_1 = P \cdot \tau_1$$

$$Q_2 = P \cdot \tau_2,$$

где P - энергия, получаемая льдом в результате теплообмена за 1 с.

Выразим из каждого уравнения энергию и приравняем:

$$\frac{cm\Delta t}{\tau_1} = \frac{m\lambda}{\tau_2}$$

Выразим нужное нам время:

$$\tau_2 = \frac{\lambda \cdot \tau_1}{c \cdot \Delta t} = \frac{330000 \cdot 300}{2100 \cdot 20} \approx 2360 \text{ с}$$

**Задача 21.4 #74156 Банк ФИПИ**

Диск радиусом 30 см равномерно вращается относительно оси, проходящей через его центр, с частотой 60 об/мин. Чему равна линейная скорость точек диска, наиболее удалённых от его центра?

Решение

Частота обращения может быть найдена по формуле $\nu = \frac{v}{2\pi R}$, где R - это радиус окружности обращения, в данном случае равен радиусу диска, поскольку нас интересует скорость точек, которые наиболее удалены от центра диска. Выразим формулу для скорости:

$$v = 2\pi R\nu$$

Переведем частоту обращения в СИ:

$$\nu = 60 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 60 \frac{\text{об}}{60 \cdot \text{с}} = 1 \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

Найдем скорость:

$$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 1 = 1,884 \text{ м/с}$$

**Задача 21.5 #76450 Банк ФИПИ**

С какой скоростью нужно бросить вертикально вниз с высоты 1,25 м шарик, чтобы после удара он поднялся на высоту, в 3 раза большую, если в процессе удара теряется 40% механической энергии шара? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение

При падении вниз потенциальная энергия переходит в кинетическую, при этом полная энергия тела не изменяется и она равна:

$$E_1 = E_{\text{кин2}} = E_{\text{кин1}} + E_{\text{пот1}}$$

Из-за удара теряется 40% от энергии $E_{\text{кин2}}$, а значит у тела останется энергия $E_3 = E_{\text{пот3}} = 0,6E_{\text{кин2}}$

При этом тело начинает подниматься вверх, а значит вся энергия перейдет в потенциальную и тело по условию задачи поднимется на высоту в 3 раза больше первоначальной, то есть энергия тела будет равна $E_{\text{пот3}}$.

Если начальная высота тела будет h , то конечная высота тела будет равна $3h$, при этом исходная кинетическая энергия равна $E_{\text{кин1}} = \frac{mv^2}{2}$, потенциальная энергия равна $E_{\text{пот1}} = mgh$, конечная потенциальная энергия равна $E_{\text{пот3}} = 3mgh$

Поскольку $E_{\text{кин2}} = E_{\text{кин1}} + E_{\text{пот1}} = \frac{mv^2}{2} + mgh$ и $E_{\text{пот3}} = 3mgh$, то подставим это все в равенство $E_{\text{пот3}} = 0,6E_{\text{кин2}}$, получим:

$$3mgh = 0,6\left(\frac{mv^2}{2} + mgh\right)$$

$$5gh = \frac{v^2}{2} + gh$$

$$4gh = \frac{v^2}{2}$$

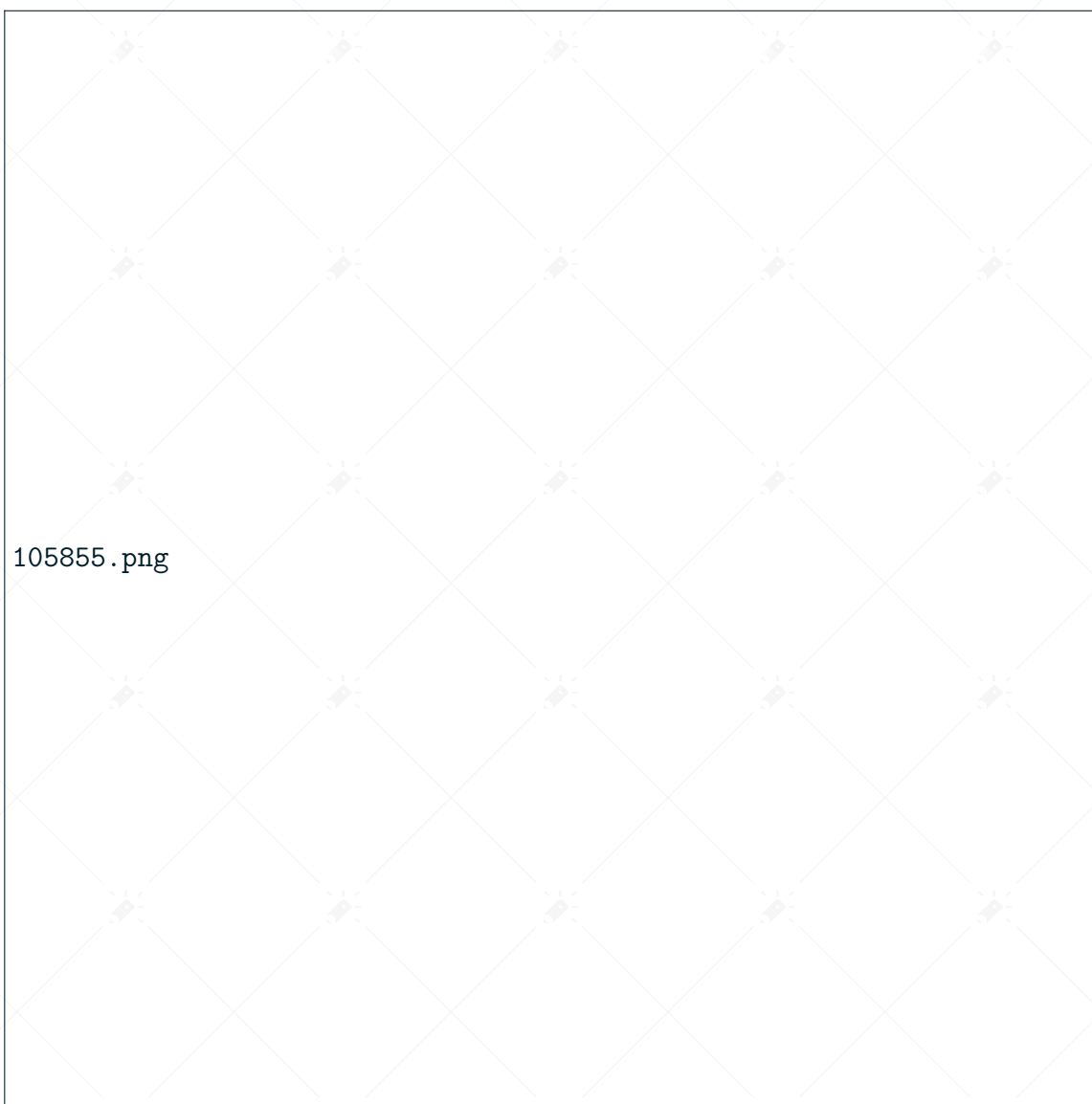
Откуда скорость равна:

$$v = \sqrt{8gh}$$

$$v = \sqrt{8 \cdot 10 \cdot 1,25} = 10 \text{ м/с}$$

**Задача 21.6 #105857 Банк ФИПИ**

В электрическую сеть с напряжением 180 В включены шесть резисторов по схеме, изображённой на рисунке.



Определите мощность, потребляемую резистором R_1 , если $R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 30$ Ом, $R_4 = 12$ Ом, $R_5 = 12$ Ом, $R_6 = 4$ Ом.

Решение

Вспомним, что при параллельном соединении резисторов R_1, R_2 их общее сопротивление равно

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

При параллельном соединении n резисторов одного номинала R общее сопротивление будет равно

$$\frac{1}{R_0} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R},$$
$$R_0 = \frac{R}{n}.$$



При последовательном же соединении общее сопротивление является аддитивной величиной, то есть, их общее сопротивление является суммой сопротивлений каждого отдельного резистора.

Найдем общее сопротивление системы:

$$R_{123} = \frac{30}{3} = 10 \text{ Ом},$$

$$R_{45} = \frac{12}{2} = 6 \text{ Ом},$$

$$R_0 = 10 + 6 + 4 = 20 \text{ Ом}.$$

Общий ток в цепи по закону Ома равен

$$I_0 = \frac{U}{R_0} = \frac{180}{20} = 9 \text{ А}.$$

Т.к. резисторы 1,2 и 3 соединены параллельно, причем их номиналы равны, то ток, попадающий в их узел, делится на равные значения.

Получим, что ток, текущий через резистор 1, равен $I_1 = \frac{I_0}{3}$ Мощность, выделяющаяся на резисторе, равна

$$P = UI = I^2 R.$$

Тогда мощность на резисторе 1 равна:

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{9}{3}\right)^2 \cdot 30 = 270 \text{ Вт}.$$



Задание №22

Задача 22.1 #76474 Банк ФИПИ

В калориметре, содержащий 200 г воды при температуре 85 °С, опустили алюминиевую чайную ложку массой 14 г, имевшую температуру 20 °С. Определите, на сколько градусов охладится вода в калориметре после установления теплового равновесия. Потерями теплоты и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь.

Решение

Изменение температуры воды при охлаждении равно:

$$\Delta t = t_1 - t_{\text{общ}}$$

По уравнению теплового баланса, количество теплоты, отданное водой равно количеству теплоты, полученному ложкой.

$$Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t$$

Здесь Q_1 - количество теплоты, отданное водой, m_1 - масса воды, $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ - удельная теплоёмкость воды

$$Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_{\text{общ}} - t_2)$$

Здесь Q_2 - количество теплоты, полученное ложкой, m_2 - масса ложки, $c_2 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ - удельная теплоёмкость алюминия, $t_{\text{общ}} - t_2$ - изменение температуры ложки

$$t_{\text{общ}} = \frac{(c_1 \cdot m_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2)}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2}$$

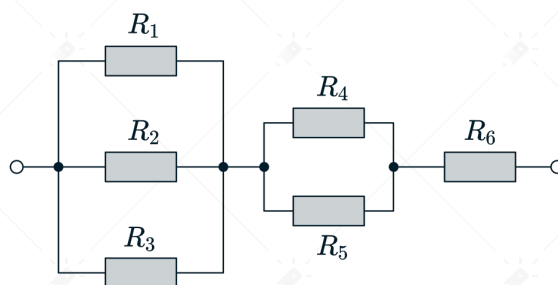
Откуда:

$$\Delta t = t_1 - \frac{(c_1 \cdot m_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2)}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2}$$

$$\Delta t = 85 - \frac{4200 \cdot 0,2 \cdot 85 + 920 \cdot 0,014 \cdot 20}{4200 \cdot 0,2 + 920 \cdot 0,014} \approx 1^\circ\text{C}$$

**Задача 22.2 #105855 Банк ФИПИ**

В электрическую сеть с напряжением 220 В включены шесть резисторов по схеме, изображённой на рисунке.



Определите мощность, потребляемую резистором R_6 , если $R_1 = 30 \text{ Ом}$, $R_2 = 30 \text{ Ом}$, $R_3 = 30 \text{ Ом}$, $R_4 = 12 \text{ Ом}$, $R_5 = 12 \text{ Ом}$, $R_6 = 4 \text{ Ом}$.

Решение

Вспомним, что при параллельном соединении резисторов R_1, R_2 их общее сопротивление равно

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

При параллельном соединении n резисторов одного номинала R общее сопротивление будет равно

$$\frac{1}{R_0} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R},$$

$$R_0 = \frac{R}{n}.$$

При последовательном же соединении общее сопротивление является аддитивной величиной, то есть, их общее сопротивление является суммой сопротивлений каждого отдельного резистора.

Найдем общее сопротивление системы:

$$R_{123} = \frac{30}{3} = 10 \text{ Ом},$$

$$R_{45} = \frac{12}{2} = 6 \text{ Ом},$$

$$R_0 = 10 + 6 + 4 = 20 \text{ Ом}.$$

Общий ток в цепи по закону Ома равен

$$I_0 = \frac{U}{R_0} = \frac{220}{20} = 11 \text{ А}.$$

Мощность, выделяющаяся на резисторе, равна

$$P = UI = I^2 R.$$

Тогда мощность на резисторе 6 равна:

$$P_6 = I_0^2 \cdot R_6 = 11^2 \cdot 4 = 484 \text{ Вт}.$$

**Задача 22.3 #69791 Банк ФИПИ**

Определите массу железной проволоки площадью поперечного сечения 2 мм^2 , из которой изготовлен реостат, включённый в сеть, если напряжение на его концах 24 В , а сила тока 4 А .

Решение

Сопротивление проволоки

$$R = \frac{\rho l}{S}, \quad (1)$$

где $\rho = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{М}}$ - удельное электрическое сопротивление (из справочных данных);
 l - длина проволоки;

S - площадь поперечного сечения.

По закону Ома для участка цепи

$$U = IR, \quad (2)$$

где I - сила тока в проволоке. Объединяя (1) и (2), выразим длину проволоки

$$l = \frac{US}{I\rho}. \quad (3)$$

Масса проволоки по определению равна

$$m = \rho_0 \cdot V, \quad (4)$$

где $\rho_0 = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ - плотность материала (из справочных данных);

$V = lS$ - объем проволоки.

Подставляя (3) в (4), получим

$$m = \frac{\rho_0 S^2 U}{\rho I},$$
$$m = \frac{7800 \cdot 2^2 \cdot 10^{-6} \cdot 24}{0,1 \cdot 4} = 1,872 \text{ кг}$$

**Задача 22.4 #67992 Банк ФИПИ**

С помощью электрического нагревателя сопротивлением 200 Ом нагревают 440 г молока. Электронагреватель включен в сеть с напряжением 220 В. За какое время молоко в сосуде нагреется на 55°C ? Удельную теплоёмкость молока принять равной $c = 3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Решение

Количество теплоты, полученное на нагревание молока, равно количеству теплоты, которую нагреватель потратил за время τ .

$$Q_1 = Q_2$$

$$cm\Delta t = \frac{U^2}{R}\tau$$

Здесь $cm\Delta t$ - количество теплоты, которое получило молоко, $\frac{U^2}{R}\tau$ - количество теплоты, которое выделилось в нагревателе, где $m = 0,44$ кг; $U = 220$ В; $R = 200$ Ом; $\Delta t = 55^{\circ}\text{C}$.

Подставив все в формулу и выразив нужное нам время, получим:

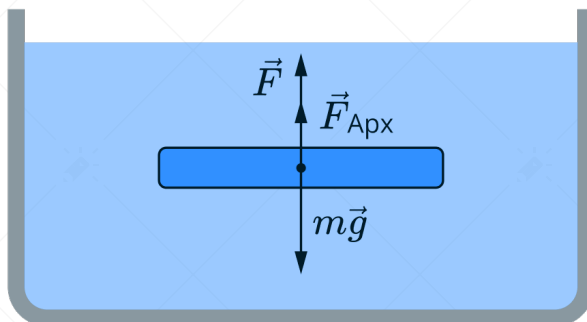
$$\tau = \frac{cm\Delta t R}{U^2}$$

$$\tau = \frac{3900 \cdot 0,44 \cdot 55 \cdot 200}{220^2} = 390 \text{ с}$$



**Задача 22.5 #105100 Банк ФИПИ**

Какую минимальную работу необходимо совершить для равномерного вертикального перемещения под водой на высоту 5 м сплошной мраморной плиты объёмом 1 м³? Сопротивлением движению пренебречь.

Решение

Пусть плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ - плотность воды, $\rho_{\text{м}} = 2700 \text{ кг/м}^3$ - плотность мрамора. Т.к. плита полностью будет погружена под водой, то сила Архимеда равна

$$F_{\text{арх}} = \rho_{\text{в}} g V = 1000 \cdot 10 \cdot 1 = 10000 \text{ Н.}$$

Также на тело будет действовать сила тяжести

$$F_{\text{т}} = \rho_{\text{м}} V g = 2700 \cdot 1 \cdot 10 = 27000 \text{ Н.}$$

Тогда для равномерного подъема требуется действовать на плиту с силой

$$F = F_{\text{т}} - F_{\text{арх}} = 17000 \text{ Н.}$$

Тогда минимальная работа для подъема плиты на 5 м равна

$$A = F h = 17000 \cdot 5 = 85000 \text{ Дж.}$$