



**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. 2020–2021 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС**

Блок 1. Простые тестовые задания

Задание 1

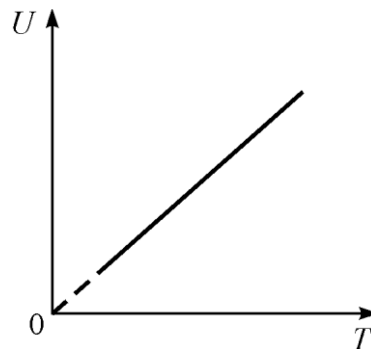
Тело массой m лежит на горизонтальной и очень шероховатой поверхности, такой, что коэффициент трения между телом и поверхностью $\mu > 1$. Модуль наименьшей силы F , которую нужно приложить к этому телу для того, чтобы сдвинуть его с места:

- А) $F < mg$
- Б) $F = mg$
- В) $mg < F < \mu mg$
- Г) $F = \mu mg$
- Д) Ни один из ответов не является правильным

Ответ: А (2 балла)

Задание 2

На рисунке изображён график зависимости внутренней энергии U неизменного количества идеального газа от его абсолютной температуры T . Какому равновесному термодинамическому процессу соответствует этот график?

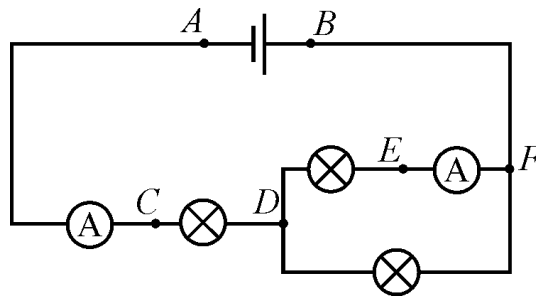


- А) Только изохорному
- Б) Только изобарному
- В) Только адиабатному
- Г) Ни одному из перечисленных
- Д) Любому

Ответ: Д (2 балла)

Задание 3

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, состоит из идеальной батарейки, трёх одинаковых лампочек и двух идеальных амперметров. Сопротивления лампочек не зависят от напряжения на них. Какие две точки этой цепи нужно соединить не имеющей сопротивления перемычкой, чтобы показания каждого из амперметров увеличились в три раза?

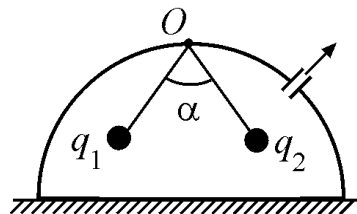


- А) A и C
- Б) A и D
- В) B и D
- Г) C и E
- Д) D и F
- Е) C и D

Ответ: Е (2 балла)

Задание 4

Под колпаком в точке O на одинаковых непроводящих нитях закреплены два заряженных шарика одинаковой массы. Заряды шариков q_1 и q_2 . Как будет меняться угол расхождения нитей α , если из-под колпака начать откачивать воздух? Диэлектрическая проницаемость воздуха равна $\epsilon = 1$. Силой Архимеда можно пренебречь.

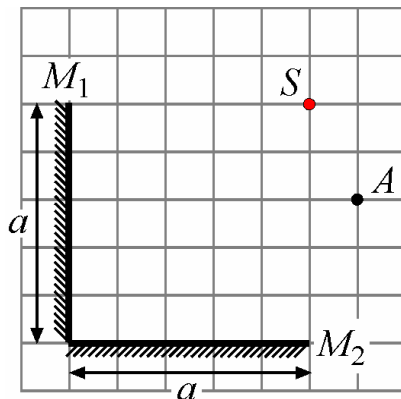


- А) Не изменится
- Б) Уменьшится
- В) Увеличится
- Г) Зависит от знаков зарядов

Ответ: А (2 балла)

Задание 5

Наблюдатель находится в точке A , показанной на рисунке. Сколько изображений точечного источника S может увидеть этот наблюдатель в системе двух плоских зеркал M_1 и M_2 ?



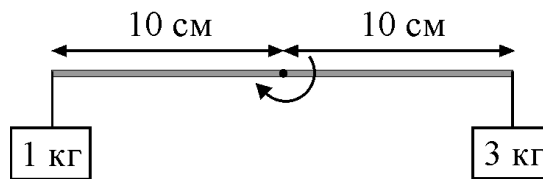
- А) Ни одного
- Б) Одно
- В) Два
- Г) Три

Ответ: В (2 балла)

Максимум за задания 1 Блока – 10 баллов.

Задача 6

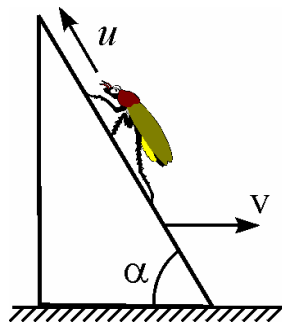
К концам лёгкого стержня прикреплены два небольших груза массами 1 кг и 3 кг. Стержень может свободно вращаться вокруг закреплённой горизонтальной оси, которая перпендикулярна стержню и проходит через его середину. Стержень с грузами приводят в горизонтальное положение и отпускают без начальной скорости. Чему равен модуль силы реакции, действующей со стороны оси на стержень в течение очень малого промежутка времени после его отпускания – пока стержень ещё не повернулся? Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 . Ответ выразите в ньютонах, округлите до целого числа.



Ответ: 30 (5 баллов)

Задача 7-8

Клин с углом $\alpha = 60^\circ$ при основании двигают со скоростью $v = 10 \text{ см/с}$ по горизонтальному полу. По наклонной поверхности клина ползёт вверх жук со скоростью \vec{u} относительно клина; при этом модуль скорости u не превышает 10 см/с .



7) С какой максимальной по модулю скоростью относительно пола может двигаться жук? Ответ выразите в см/с, округлите до целого числа. **(3 балла)**

8) Чему равна по модулю минимальная скорость жука относительно пола? Ответ выразите в см/с, округлите до десятых долей. **(3 балла)**

Ответы:

7)	8)
10	8,5–8,8

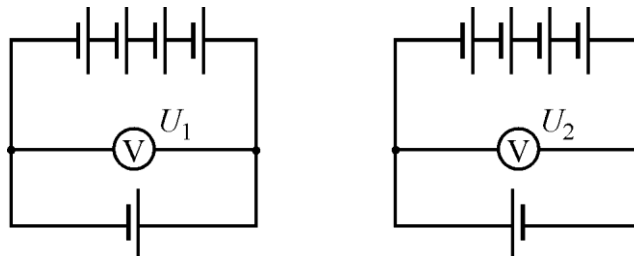
Задача 9

В калориметре находится 300 г воды при температуре 20 °С. К ней добавляют 600 г воды при температуре 80 °С. После установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной t_1 . В следующий раз в том же калориметре было сначала 600 г воды при температуре 80 °С, к которой добавили 300 г воды при температуре 20 °С. Теперь конечная температура воды оказалась равной $t_2 = t_1 + 2$ °С. Чему равна удельная теплоемкость материала, из которого сделан калориметр? Масса пустого калориметра 140 г, удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·°С). Ответ выразите в Дж/(кг·°С), округлите до целого числа.

Ответ: 928–933 (5 баллов)

Задача 10-11

Из десяти одинаковых источников питания, ЭДС каждого из которых равна 10 В, и двух идеальных вольтметров собрали две электрические цепи, схемы которых изображены на рисунке.



10) Чему равно показание вольтметра U_1 (схема слева)? Ответ выразите в вольтах, округлите до целого числа. (3 балла)

11) Чему равно показание вольтметра U_2 (схема справа)? Ответ выразите в вольтах, округлите до целого числа. (3 балла)

Ответы:

10)	11)
16	0

Задача 12

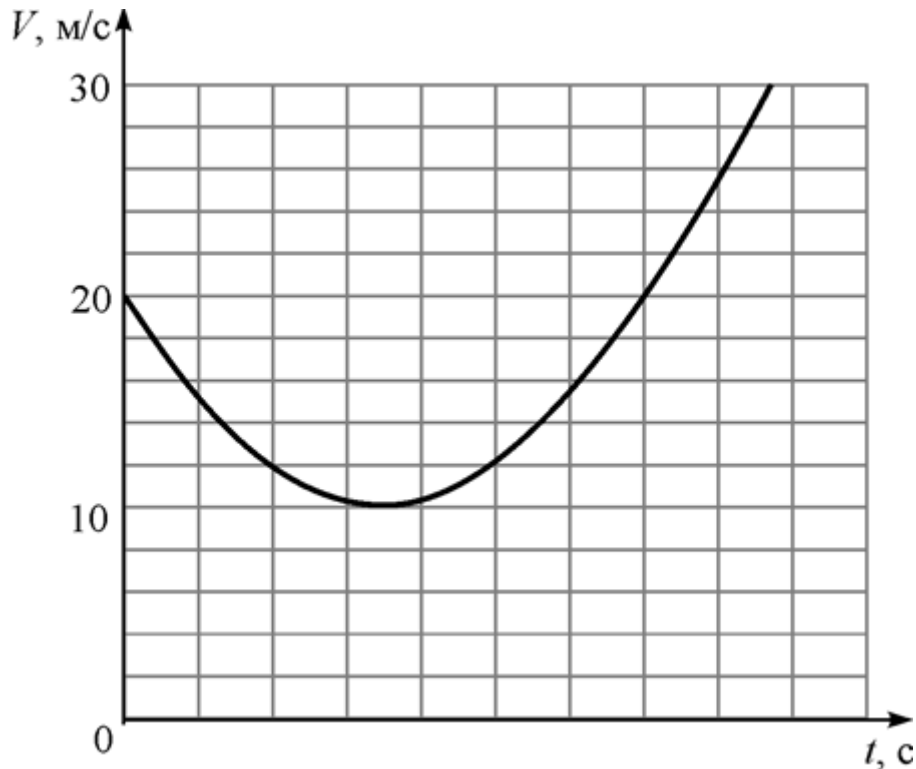
Проводящий шар радиусом $R_1 = 9$ см заряжен, а второй проводящий шар радиусом $R_2 = 4$ см не заряжен. Заряд переносят с первого (заряженного) шара на второй с помощью «шарика-посредника». Каким должен быть радиус «шарика-посредника», чтобы заряд, полученный вторым шаром, был максимальным? Шары находятся на большом расстоянии друг от друга. «Посредник» может соединяться с каждым из шаров только один раз при помощи длинного тонкого проводника. Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целого числа.

Ответ: 6 (6 баллов)

Задачи повышенного уровня сложности.

Задача 13-16

Камень бросили под углом α к горизонту с высоты h над горизонтальной поверхностью земли. На рисунке изображён график зависимости модуля скорости V этого камня от времени t (с момента броска до момента удара о землю). Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 . Сопротивлением воздуха можно пренебречь.



- 13) Найдите угол α . Ответ выразите в градусах, округлите до целого числа. **(2 балла)**
- 14) Найдите высоту h , с которой был брошен камень. Ответ выразите в метрах, округлите до целого числа. **(3 балла)**
- 15) Чему равно время полёта камня? Ответ выразите в секундах, округлите до десятых долей. **(4 балла)**
- 16) Найдите дальность полёта камня (то есть проекцию перемещения камня на горизонтальную поверхность земли). Ответ выразите в метрах, округлите до целого числа. **(1 балл)**

Ответы:

13)	14)	15)	16)
60	25	4,4–4,7	44–47

Задача 17-18

Посередине запаянной с двух концов горизонтальной трубки длиной 10 см, заполненной глицерином, находится сферический воздушный пузырёк. Если повернуть трубку в вертикальное положение, то пузырёк практически сразу начнёт двигаться вдоль оси трубки равномерно со скоростью 1 см/с. Сила вязкого трения зависит от скорости движения пузырька V , и для трубки достаточно большого радиуса можно считать, что эта сила подчиняется закону Стокса: $\vec{F}_{\text{тр}} = -6\pi\eta r\vec{V}$, где r – радиус пузырька, η – динамическая вязкость жидкости. Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 , плотность глицерина 1260 кг/м^3 , масса пузырька пренебрежимо мала.

- 17) Чему равен радиус пузырька? Динамическая вязкость глицерина при комнатной температуре равна $\eta = 1,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до десятых долей. **(3 балла)**
- 18) Через 2 секунды после того, как трубку привели в вертикальное положение, её начинают двигать вверх с постоянным ускорением 2 м/с^2 . Найдите модуль скорости трубки в тот момент, когда пузырёк достигнет одного из её торцов. Ответ выразите в м/с, округлите до целого числа. **(7 баллов)**

Ответы:

17)	18)
2,3	5

Задача 19-21

На дне пустого вертикального цилиндрического сосуда с гладкими стенками лежит лёгкий тонкий поршень площадью 4 дм^2 . В сосуд (под поршень) медленно добавляют 0,5 моля аргона при температуре 200 К, а затем помещают в аргон 10 г воды при температуре 273 К. Внешнее атмосферное давление 10^5 Па , плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность льда 900 кг/м^3 , удельная теплота таяния льда 340 кДж/кг , универсальная газовая постоянная $8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. Процесс теплообмена между аргоном и водой считайте равновесным. Давлением водяного пара, теплоёмкостью сосуда и поршня, теплообменом содержимого сосуда с окружающими телами и растворением аргона в воде можно пренебречь.

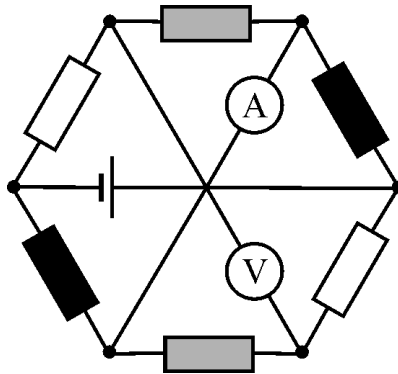
- 19) Найдите изменение объёма аргона при его нагревании до установившейся температуры. Ответ выразите в литрах, округлите до целого числа. **(3 балла)**
- 20) Найдите массу воды, которая превратится в лёд. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых долей. **(4 балла)**
- 21) На какой высоте над основанием сосуда окажется поршень после установления теплового равновесия? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целого числа. **(4 балла)**

Ответы:

19)	20)	21)
3	2,2	27–29

Задача 22-24

Электрическая цепь состоит из идеальной батарейки с напряжением на выводах 9 В, идеального амперметра, идеального вольтметра и 6 резисторов. Сопротивление каждого белого резистора равно 1 кОм, каждого чёрного – 1,5 кОм, каждого серого – 2 кОм. В центре схемы электрического контакта между проводами нет!



- 1) Чему равно показание амперметра? Ответ выразите в миллиамперах, округлите до десятых долей. **(4 балла)**
- 2) Чему равно показание вольтметра? Ответ выразите в вольтах, округлите до целого числа. **(4 балла)**
- 3) Найдите суммарную мощность, которая выделяется в резисторах. Ответ выразите в милливаттах, округлите до десятых долей. **(3 балла)**

Ответы:

22)	23)	24)
1,5	6	40,5