

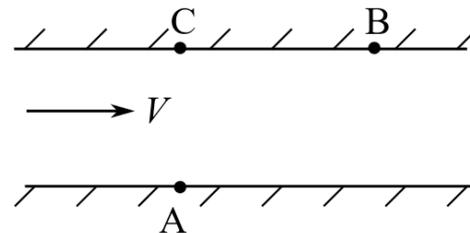
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 70$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 240$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 192$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 417$ с.

1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.

2) Найдите скорость U пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос минимальный.

3) Найдите продолжительность T третьего заплыва.

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке, и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на площадку. Наибольшая высота, на которой мяч находится в полете, $H = 16,2$ м.

Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?

2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте h , стенка движется навстречу мячу со скоростью $U = 2$ м/с.

3) Найдите расстояние d между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоится, стенка движется.

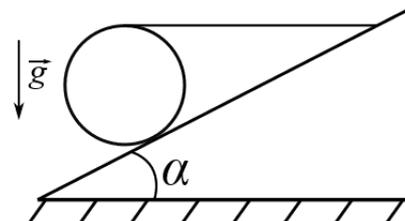
Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный шар массой $m = 3$ кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$.

1) Найдите силу T натяжения нити.

2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на шар.

3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01

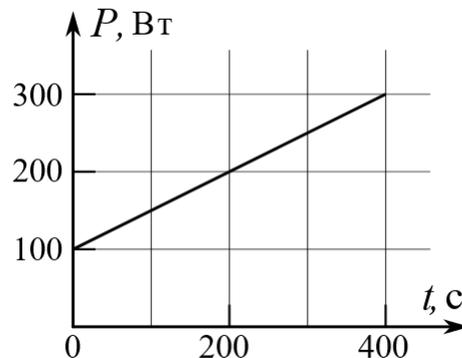
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Через какое время T после начала нагревания температура воды станет равной $\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$?

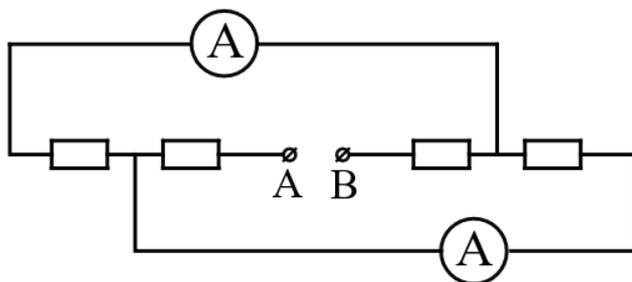
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Меньшее показание $I_1 = 1$ А.

- 1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
- 2) Найдите напряжение U источника.



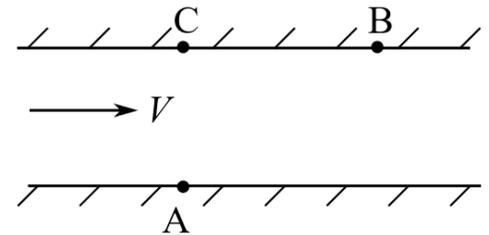
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке, и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

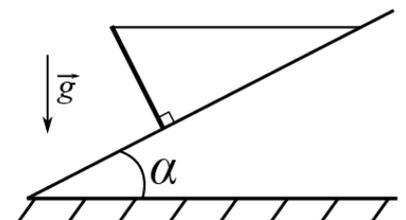
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

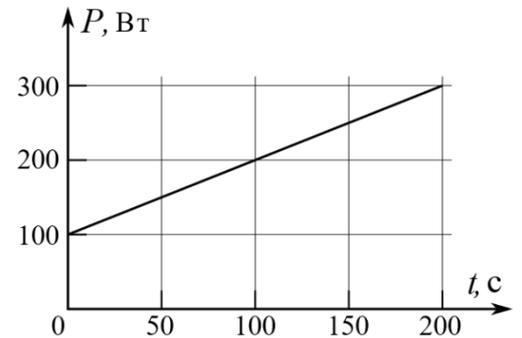
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16$ °С. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Найдите температуру \tilde{t}_1 воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).

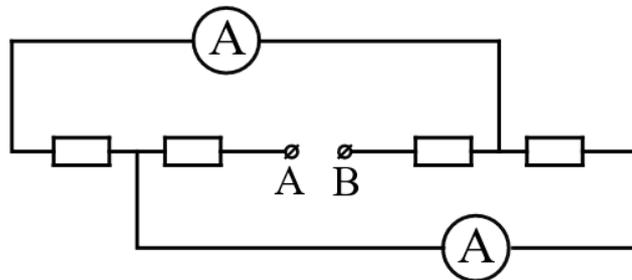


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Каковую мощность P развивают силы в источнике?

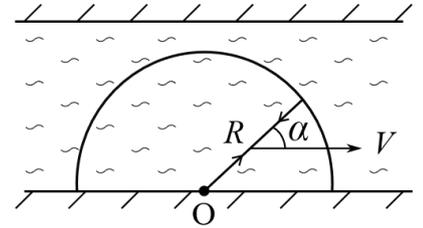


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-03

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. На реке отведена зона для безопасного плавания. Граница зоны – половина окружности радиуса $R = 100$ м, центр в точке O (см. рис.). В ходе заплывов по реке пловец каждый раз стартует в точке O , плывет по прямой до границы зоны, а затем по той же прямой возвращается в точку старта. В системе отсчета, связанной с водой, скорость \vec{U} пловца одинакова по модулю $U = 1,5$ м/с при движении в любом направлении.



В первом заплыве пловец проплывает 100 м вниз по течению ($\vec{U} \uparrow \vec{V}$) и возвращается ($-\vec{U} \uparrow \vec{V}$) в точку старта. Время движения на второй половине дистанции в 5 раз больше, чем на первой.

1) Найдите скорость V течения реки.

2) Найдите продолжительность T заплыва, в котором вектор \vec{V} скорости реки образует угол $\alpha = 45^\circ$ с прямой, по которой движется пловец (см. рис.),

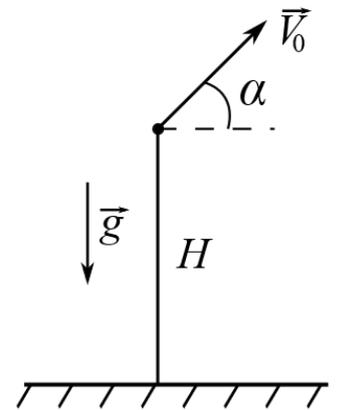
3) За какое наименьшее время T_{MIN} пловец после старта в точке O может доплыть до границы зоны и вернуться в точку старта?

2. Камень брошен с башни высотой $H = 25,6$ м под углом α к горизонту, $\tan \alpha = 1,6$ (см. рис.). Последние по вертикали $h = 16$ м камень пролетел за время $\tau = 0,8$ с.

1) Через какое время t_1 после старта камень находился на максимальной высоте?

2) Найдите горизонтальное перемещение S камня за время полета.

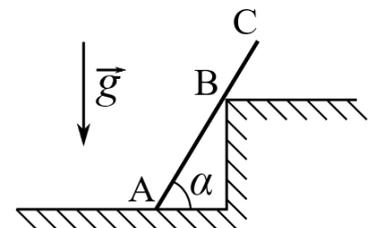
Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Все высоты отсчитываются от горизонтальной поверхности.



3. Однородный стержень опирается на шероховатый горизонтальный пол и гладкую ступеньку (см. рис.). Стержень находится в покое. Масса стержня $m = 10$ кг. Точка B , где стержень касается ступеньки, делит длину стержня в отношении $AB/BC = 2$, угол $\alpha = 60^\circ$.

1) Найдите модуль P силы, с которой стержень действует на гладкую ступеньку.

2) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

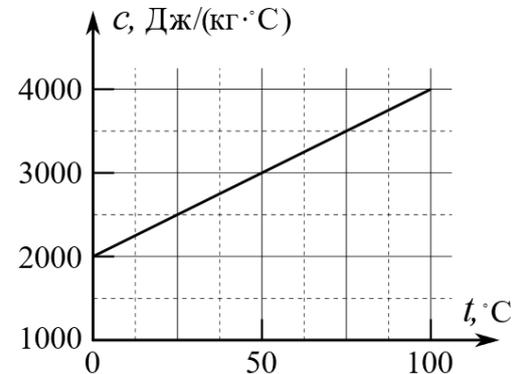


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-03

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Брусек массой $M = 0,1$ кг изготовлен из материала, удельная теплоемкость c которого зависит от температуры t по закону, представленному на графике к задаче.



1) Какое количество Q теплоты следует подвести к бруску, чтобы увеличить температуру бруска от $t_0 = 0$ °C до $t_1 = 10$ °C?

Этот брусок помещают в калориметр, содержащий глицерин при температуре $t_2 = 78$ °C. Температура бруска $t_1 = 10$ °C, масса глицерина $m = 0,3$ кг.

В калориметре устанавливается тепловое равновесие.

2) Найдите температуру t_3 в калориметре в равновесном состоянии.

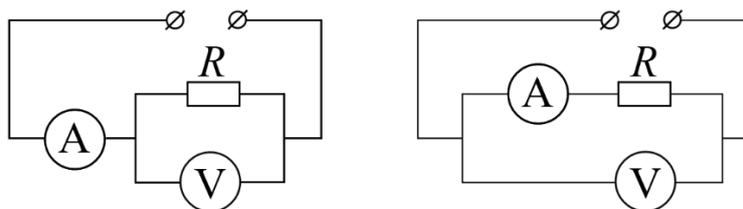
В рассматриваемом диапазоне температур удельная теплоемкость глицерина $c_{\Gamma} = 2,5 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C). Потери теплоты и теплоемкость калориметра считайте пренебрежимо малыми.

5. На рисунках к задаче приведены два варианта подключения амперметра и вольтметра для измерения силы тока через резистор сопротивлением R и напряжения на этом резисторе. При неизменном напряжении U источника показания вольтметра отличаются вдвое, а амперметра — в 1,5 раза.

1) Найдите сопротивление R_V вольтметра.

2) На каком из приборов: вольтметре или амперметре и в какой именно цепи рассеивается наименьшая мощность? Ответ подкрепите соответствующими вычислениями.

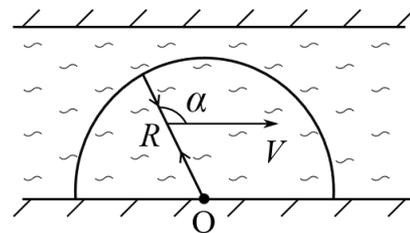
3) Найдите эту наименьшую мощность P_{MIN} .



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-04

1. На реке отведена зона для безопасного плавания. Граница зоны – половина окружности радиуса $R = 60$ м, центр в точке O (см. рис.). Скорость течения реки $V = 0,8$ м/с. В ходе заплывов по реке пловец каждый раз стартует в точке O , плывет по прямой до границы зоны, а затем по той же прямой возвращается в точку старта. В системе отсчета, связанной с водой, скорость \vec{U} пловца одинакова по модулю при движении в любом направлении.

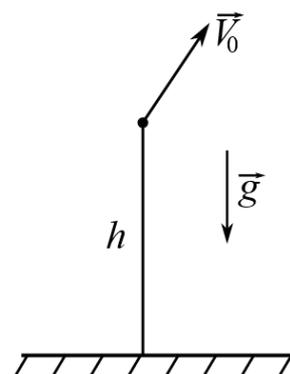


В первом заплыве пловец проплывает 60 м против течения ($\vec{U} \uparrow \vec{V}$) и возвращается ($-\vec{U} \uparrow \vec{V}$) в точку старта. Время движения на первой половине дистанции в 9 раз больше, чем на второй.

- 1) Найдите скорость U пловца в системе отсчета, связанной с водой.
- 2) Найдите продолжительность T заплыва, в котором вектор скорости реки образует угол $\alpha = 120^\circ$ с прямой, по которой движется пловец (см. рис.).
- 3) За какое наибольшее время T_{MAX} пловец после старта в точке O может доплыть до границы зоны и вернуться в точку старта?

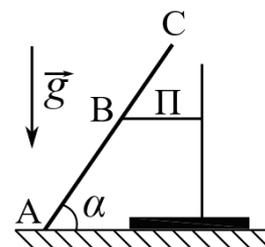
2. Мяч брошен с башни высотой $h = 14$ м под углом к горизонту (см. рис.). Начальная скорость мяча $V_0 = 13$ м/с, продолжительность полета мяча $T = 2,8$ с.

- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находился в полете. Все высоты отсчитываются от горизонтальной поверхности.
- 2) На каком расстоянии d от точки старта мяч упадет на горизонтальную поверхность? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.



3. Однородный стержень опирается на горизонтальный шероховатый пол и гладкую горизонтальную пластинку Π (см. рис.). В серии опытов при фиксированном отношении AB/AC (B – точка касания стержня и пластинки во всех опытах), перемещая пластинку по вертикали, а подставку по горизонтали, изменяют угол α , который стержень образует с горизонтальной плоскостью. Во всех опытах стержень остается в покое.

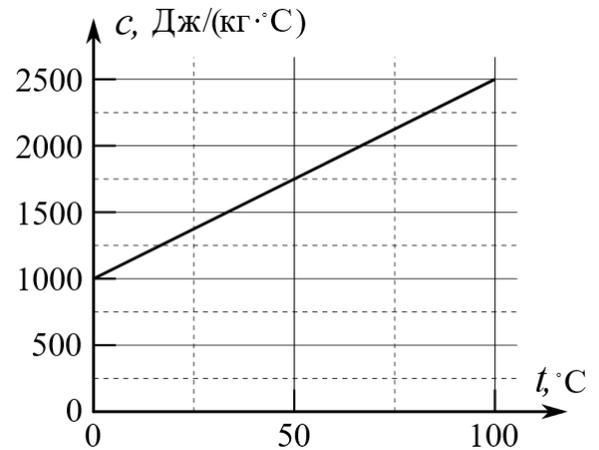
- 1) При каком угле α сила трения наибольшая по модулю?
- 2) Если коэффициент трения скольжения стержня по горизонтальной поверхности $\mu = 0,5$, то при каких значениях отношения AB/AC стержень будет оставаться в покое при найденном α ?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-04

4. Брусек массой $M = 1$ кг изготовлен из материала, удельная теплоемкость c которого зависит от температуры t по закону, представленному на графике к задаче.



1) Какое количество Q теплоты следует отвести от бруска, чтобы температура бруска уменьшилась от $t_0 = 100$ °С до $t_1 = 80$ °С?

Этот брусок помещают в калориметр, содержащий глицерин при температуре $t_2 = 19$ °С. Температура бруска $t_1 = 80$ °С, масса глицерина $m = 0,4$ кг.

В калориметре устанавливается тепловое равновесие.

2) Найдите температуру t_3 в калориметре в равновесном состоянии.

В рассматриваемом диапазоне температур удельная теплоемкость глицерина

$c_{\Gamma} = 2,5 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С). Потери теплоты и теплоемкость калориметра считайте пренебрежимо малыми.

5. На рисунках к задаче приведены два варианта подключения амперметра и вольтметра для измерения силы тока через резистор сопротивлением R и напряжения на этом резисторе. При неизменном напряжении U источника показания вольтметра отличаются в 1,5 раза, а амперметра – вдвое.

1) Найдите сопротивление r_A амперметра.

2) В какой именно из двух цепей источник развивает бóльшую мощность? Ответ подкрепите соответствующими вычислениями.

3) Найдите эту мощность P_{MAX} .

