

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

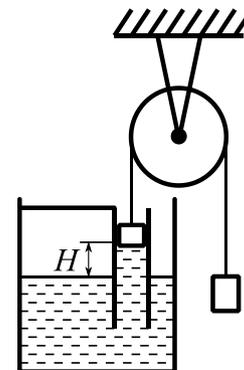
Вариант 09-01

Часть I

1. Девочка бросает вертикально вверх мяч. В момент, когда мяч достиг максимальной высоты, девочка бросает вертикально вверх второй мяч, с того же места и с той же скоростью, что и первый. В результате мячи столкнулись через время τ после броска второго мяча. Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) Какой максимальной высоты, считая от места броска, достиг первый мяч?
- 2) На какой высоте, считая от места броска, столкнулись мячи?
- 3) Найти отношение путей, пройденных мячами до столкновения.

2. В сосуде с водой удерживается в вертикальном положении труба, прикрепленная к сосуду (см. рис.). Поршень площадью 8 см^2 и массой 50 г , лежащий на воде, связан с грузом легкой нитью, перекинутой через блок. В результате вода поднялась на высоту $H = 10 \text{ см}$ по сравнению с уровнем воды в сосуде, и система оказалась в равновесии.



- 1) Найти давление в воде непосредственно под поршнем.
- 2) Найти массу груза.
- 3) На каком расстоянии от поверхности воды в сосуде окажется нижний край поршня, если на поршень поставить гирию массой 120 г ?

Атмосферное давление $P_0 = 100 \text{ кПа}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $g = 10 \text{ м/с}^2$. Трением в оси блока и поршня о стенки трубы пренебречь.

3. Имеются две одинаковые лампочки накаливания. При их параллельном соединении и подключении к источнику с напряжением $U_0 = 12 \text{ В}$ на каждой лампочке выделяется мощность $P_1 = 20 \text{ Вт}$. При их последовательном соединении и подключении к тому же источнику на каждой лампочке выделяется мощность $P_2 = 6,6 \text{ Вт}$.

- 1) Найти ток в каждой лампочке при параллельном соединении.
- 2) Найти ток в каждой лампочке при последовательном соединении.
- 3) Какая мощность будет выделяться на одной лампочке при их последовательном соединении и подключении к источнику с напряжением $2U_0$?

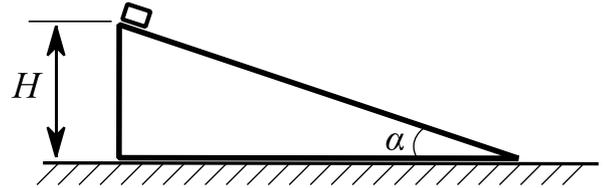
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-01

Часть II

4. Клин находится на гладкой горизонтальной поверхности стола. Гладкая поверхность клина составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с горизонтом (см. рис.). Вблизи вершины клина на высоте H удерживают небольшую по размерам шайбу массой m . Масса клина $3m$.



1) За какое время шайба съедет с клина, если клин удерживать, а шайбу отпустить?

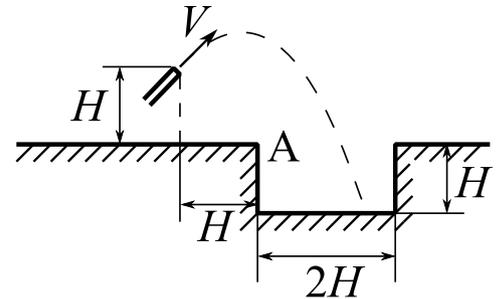
Клин и шайбу одновременно отпускают, и они разъезжаются.

2) Найти ускорение клина.

3) Через какое время шайба достигнет стола?

Направления всех движений в одной вертикальной плоскости.

5. Из шланга хотят наполнить водой вкопанный в землю цилиндрический бак с вертикальной стенкой высотой H и радиусом дна H (см. рис.). Конiec шланга находится на расстоянии H по вертикали и H по горизонтали от ближнего края бака. При выходе из шланга площадь поперечного сечения струи S , а скорость воды $V = \sqrt{0,5gH}$. Считать, что поперечные размеры струи при полете воды значительно меньше H . Вода в струе движется в плоскости рисунка. Сопротивлением воздуха пренебречь.



1) За какое время бак заполнится водой, если струя попадает в бак?

2) Под каким углом к горизонту должна выходить струя воды из шланга, чтобы попасть в ближнюю верхнюю точку А бака? Можно найти значение тангенса угла.

3) Под какими углами к горизонту должна выходить струя воды из шланга, чтобы попасть в бак? Можно найти диапазон изменения тангенсов углов.

Справочная формула: $1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

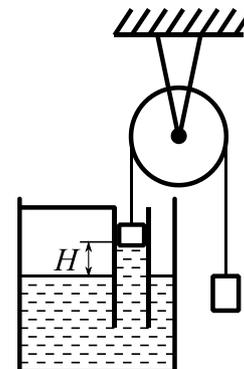
Вариант 09-02

Часть I

1. Девочка бросает вертикально вверх мяч. В момент, когда мяч достиг максимальной высоты, девочка бросает вертикально вверх второй мяч, с того же места и с той же скоростью, что и первый. В результате мячи столкнулись через время τ после броска первого мяча. Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) Найти время полета второго мяча до столкновения.
- 2) Какой максимальной высоты, считая от места броска, достиг первый мяч?
- 3) С какой скоростью были брошены мячи?

2. В сосуде с водой удерживается в вертикальном положении труба, прикрепленная к сосуду (см. рис.). Поршень площадью 9 см^2 , лежащий на воде, связан с грузом массой 250 г легкой нитью, перекинутой через блок. В результате вода поднялась на высоту $H = 20 \text{ см}$ по сравнению с уровнем воды в сосуде, и система оказалась в равновесии.



- 1) Найти давление в воде непосредственно под поршнем.
- 2) Найти массу поршня.
- 3) На каком расстоянии от поверхности воды в сосуде окажется нижний край поршня, если массу груза уменьшить в 10 раз?

Атмосферное давление $P_0 = 100 \text{ кПа}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $g = 10 \text{ м/с}^2$. Трением в оси блока и поршня о стенки трубы пренебречь.

3. Имеются три одинаковые лампочки накаливания. При их параллельном соединении и подключении к источнику с напряжением $U_0 = 6 \text{ В}$ на каждой лампочке выделяется мощность $P_1 = 2,4 \text{ Вт}$. При их последовательном соединении и подключении к тому же источнику на каждой лампочке выделяется мощность $P_2 = 0,5 \text{ Вт}$.

- 1) Найти ток в каждой лампочке при параллельном соединении.
- 2) Найти ток в каждой лампочке при последовательном соединении.
- 3) Какая мощность будет выделяться на одной лампочке при их параллельном соединении и подключении к источнику с напряжением $U_0/3$?

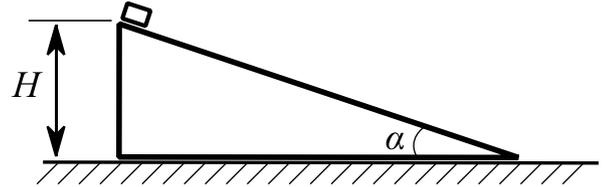
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-02

Часть II

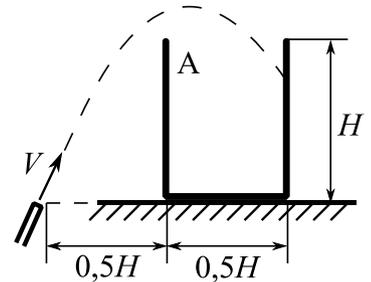
4. Клин находится на гладкой горизонтальной поверхности стола. Гладкая поверхность клина составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с горизонтом (см. рис.). Вблизи вершины клина на высоте H удерживают небольшую по размерам шайбу массой m . Масса клина $2m$.



- 1) За какое время шайба съедет с клина, если клин удерживать, а шайбу отпустить?
Клин и шайбу одновременно отпускают, и они разъезжаются.
- 2) Найти ускорение клина.
- 3) Через какое время шайба достигнет стола?

Направления всех движений в одной вертикальной плоскости.

5. Из шланга хотят наполнить водой цилиндрическую бочку с вертикальной стенкой высотой H и радиусом дна $0,25H$ (см. рис.). Конiec шланга находится на одном горизонтальном уровне с дном бочки на расстоянии $0,5H$ от бочки. При выходе из шланга площадь поперечного сечения струи S , а скорость воды $V = \sqrt{2,5gH}$. Считать, что поперечные размеры струи при полете воды значительно меньше H . Вода в струе движется в плоскости рисунка. Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) За какое время бочка заполнится водой, если струя попадает внутрь бочки?
- 2) Под каким углом к горизонту должна выходить струя воды из шланга, чтобы попасть в ближнюю верхнюю точку A бочки? Можно найти значение тангенса угла.
- 3) Под какими углами к горизонту должна выходить струя воды из шланга, чтобы попасть внутрь бочки? Можно найти диапазон изменения тангенсов углов.

Справочная формула: $1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-03

Часть I

1. В сосуде с водой плавает кусок льда массой $M = 0,45$ кг. Система находится в тепловом равновесии. Плотность воды $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³, плотность льда $\rho = 0,9 \cdot 10^3$ кг/м³.

1) Найдите объем V надводной части льда.

В сосуд наливают воду при температуре $t_1 = 30$ °С. После установления теплового равновесия объем надводной части льда уменьшился на $V_1 = 25$ см³.

2) Найдите массу m добавленной воды.

Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С). Потери теплоты считайте пренебрежимо малыми.

2. На железнодорожной платформе, движущейся по горизонтальному рельсовому пути с постоянной по величине и направлению скоростью $V_0 = 10$ м/с, стоит коробка. Внезапно начинается торможение, платформа движется по прямой до полной остановки с постоянным по величине ускорением $a = 2$ м/с². Коробка, в свою очередь, перемещается относительно платформы на $S = 12$ м и останавливается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Коробка движется по горизонтальной прямой.

1) Найдите тормозной путь L платформы.

2) Найдите коэффициент μ трения скольжения коробки.

3) В течение какого времени T скорость коробки в системе отсчета, связанной с платформой, увеличивалась?

4) Найдите наибольшую скорость U_{\max} коробки относительно платформы.

3. С гладкой наклонной плоскости бросают тряпичный мешочек, наполненный песком. Вектор начальной скорости $V_0 = 12$ м/с образует с горизонтальной плоскостью угол α , $tg\alpha = \frac{8}{3}$. Мешочек перед столкновением с плоскостью движется горизонтально, после столкновения безотрывно скользит по плоскости. Движение мешочка по плоскости прямолинейное.

1) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, мешочек сталкивается с плоскостью?

2) Найдите $tg\beta$, здесь β – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

3) Через какое время T после падения на плоскость мешочек остановится?

4) Если наклонная плоскость шероховатая, то при каких значениях коэффициента трения скольжения мешочек не будет перемещаться по плоскости?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой. Действием силы тяжести в процессе столкновения пренебрегите.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-03

Часть II

4. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите в плоскости экватора в том же направлении, что и точки на экваторе. Радиус орбиты спутника в два раза больше радиуса Земли $R = 6400$ км. Ускорение свободного падения у поверхности планеты $g = 10$ м/с².

1) Найдите период T обращения спутника.

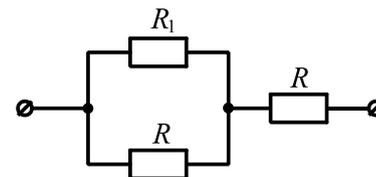
В некоторый момент времени расстояние от наблюдателя на экваторе до спутника наименьшее.

- 2) Через какое время T_1 расстояние между наблюдателем и спутником впервые будет расти с наибольшей скоростью?
3) Найдите эту скорость V .

5. Два одинаковых резистора соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения $U = 6$ В. В такой цепи рассеивается мощность $P = 1$ Вт.

1) Найдите сопротивление R каждого резистора.

К одному из резисторов подключают параллельно (см. рис.) резистор с таким сопротивлением R_1 , что на подключенном резисторе рассеивается максимальная мощность.



- 2) Найдите сопротивление R_1 .
3) Найдите максимальную мощность P_{MAX} , рассеивающуюся на резисторе R_1

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-04

Часть I

1. В сосуде с водой плавает кусок льда массой $M = 0,36$ кг. Система находится в тепловом равновесии. Плотность воды $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³, плотность льда $\rho = 0,9 \cdot 10^3$ кг/м³.

1) Найдите объем V подводной части льда.

В сосуд наливают воду массой $m = 0,4$ кг. После установления теплового равновесия объем подводной части льда уменьшился на $V_1 = 120$ см³.

2) Найдите температуру t добавленной воды.

Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C). Потери теплоты считайте пренебрежимо малыми.

2. В кузове автомобиля, движущегося по горизонтальной дороге с постоянной по величине и направлению скоростью $V_0 = 5$ м/с, стоит коробка. Внезапно начинается торможение, автомобиль движется до полной остановки в течение времени $T = 4$ с по прямой с постоянным ускорением. Коробка, в свою очередь, приходит в движение, перемещается на $S = 2,5$ м относительно кузова и останавливается. Коробка движется по горизонтальной прямой.

1) Найдите тормозной путь L автомобиля.

2) Найдите ускорение a коробки в лабораторной системе отсчета.

3) В течение какого времени τ скорость коробки в системе отсчета, связанной с автомобилем, уменьшалась?

4) Найдите наибольшую скорость U_{MAX} коробки в системе отсчета, связанной с автомобилем.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. С гладкой наклонной плоскости бросают тряпичный мешочек, наполненный песком. Вектор начальной скорости $V_0 = 10$ м/с образует с горизонтальной плоскостью угол α , $tg\alpha = 1,5$. Мешочек перед столкновением с плоскостью движется горизонтально, после столкновения безотрывно скользит по плоскости. Движение мешочка по плоскости прямолинейное.

1) Через какое время T после старта мешочек сталкивается с плоскостью?

2) Найдите $tg\beta$, здесь β – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

3) На каком расстоянии S от точки падения на плоскость, мешочек остановится?

4) Если наклонная плоскость шероховатая и коэффициент трения скольжения мешочка по поверхности равен $\mu = 0,5$, то с какой скоростью V начнется скольжение мешочка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой. Действием силы тяжести в процессе столкновения пренебрегите.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-04

Часть II

4. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите в плоскости экватора в направлении противоположном направлению движения точек на экваторе Земли. Радиус орбиты спутника в $\sqrt{2}$ раз больше радиуса Земли $R = 6400$ км. Ускорение свободного падения у поверхности планеты $g = 10$ м/с².

1) Найдите период T обращения спутника.

В некоторый момент времени расстояние от наблюдателя на экваторе до спутника наибольшее.

2) Через какое время T_1 расстояние между наблюдателем и спутником впервые будет сокращаться с наибольшей скоростью?

3) Найдите эту скорость V .

5. Два одинаковых резистора соединены параллельно и подключены к источнику постоянного напряжения $U = 4$ В. В такой цепи рассеивается мощность $P = 2$ Вт.

1) Найдите сопротивление R каждого резистора.

К одному из резисторов подключают последовательно (см. рис.) резистор с сопротивлением R_1 таким, что на подключенном резисторе рассеивается максимальная мощность.

2) Найдите сопротивление R_1 .

3) Найдите максимальную мощность P_{MAX} , рассеивающуюся на резисторе R_1 .

