

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

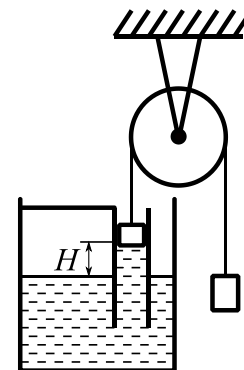
Вариант 09-01

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  $\tau$  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  $8 \text{ см}^2$  и массой  $50 \text{ г}$ , 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  $120 \text{ г}$ ?

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  $2U_0$ ?

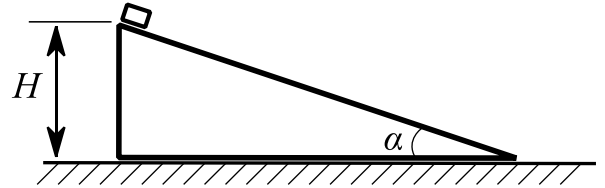
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-01

Часть II

4. Клин находится на гладкой горизонтальной поверхности стола. Гладкая поверхность клина составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 4/5$ ) 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?

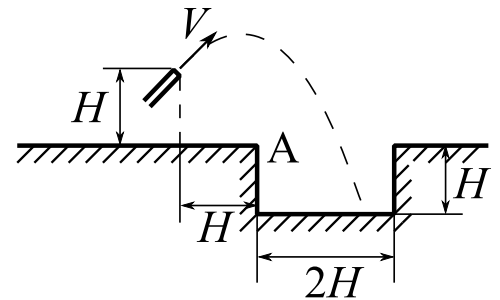
Клин и шайбу одновременно отпускают, и они разъезжаются.

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

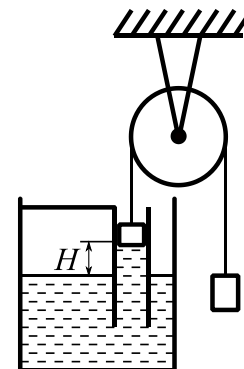
Вариант 09-02

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  $\tau$  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  $9 \text{ см}^2$ , лежащий на воде, связан с грузом массой  $250 \text{ г}$  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  $U_0/3$ ?

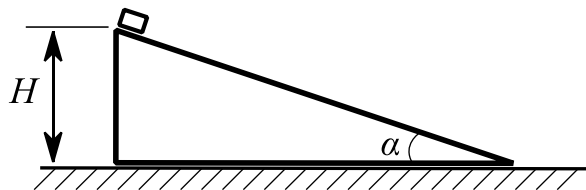
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 09

Вариант 09-02

Часть II

4. Клин находится на гладкой горизонтальной поверхности стола. Гладкая поверхность клина составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 3/5$ ) 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?

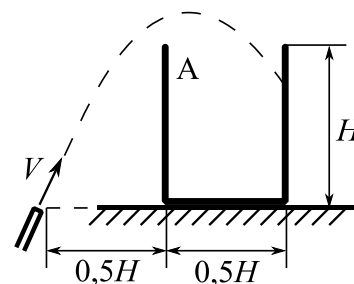
Клин и шайбу одновременно отпускают, и они разъезжаются.

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.). Конец 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 А 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/м<sup>3</sup>, плотность льда  $\rho = 0,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

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  $V_1 = 25$  см<sup>3</sup>.

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/с<sup>2</sup>. Коробка, в свою очередь, перемещается относительно платформы на  $S = 12$  м и останавливается. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Коробка движется по горизонтальной прямой.

1) Найдите тормозной путь  $L$  платформы.

2) Найдите коэффициент  $\mu$  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  $\alpha$ ,  $tg\alpha = \frac{8}{3}$ . 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  $\beta$  – 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/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>.

1) Найдите период  $T$  обращения спутника.

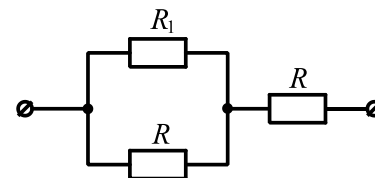
В некоторый момент времени расстояние от наблюдателя на экваторе до спутника наименьшее.

- 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/м<sup>3</sup>, плотность льда  $\rho = 0,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

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  $V_1 = 120$  см<sup>3</sup>.

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  $\tau$  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/с<sup>2</sup>.

3. С гладкой наклонной плоскости бросают тряпичный мешочек, наполненный песком. Вектор начальной скорости  $V_0 = 10$  м/с образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$ ,  $tg\alpha = 1,5$ . 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  $\beta$  – 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/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>.

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  $R_1$ .

