



Задачи для 8 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **7 декабря**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2024-phys-ru/>.

Число в квадратных скобках (например, [3]) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

8.1. (7 баллов) На дне аквариума, заполненного водой, находятся два стальных кубика, положенных друг на друга. Длины ребер кубиков – $L_1 = 10$ см, $L_2 = 5$ см, глубина аквариума $H = 30$ см, плотность стали $\rho = 7900$ кг/м³, плотность воды – $\rho_0 = 1000$ кг/м³. Вычислить силу давления конструкции на дно аквариума в случаях, когда:

[1] Первый кубик лежит на дне

[2] Второй кубик лежит на дне.

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с². (А.А. Черенков)

8.2. (6 баллов) Вадим экспериментирует с сообщающимися сосудами, которые имеют диаметры $D_1 = 15$ см и $D_2 = 10$ см. Сначала Вадим заполняет сосуды водой и измеряет уровень жидкости в них. Затем он кладет деревянный кубик массой $m = 500$ г в первый сосуд и снова измеряет уровень жидкости. Далее Вадим перекладывает кубик во второй сосуд и повторяет измерения. На сколько будут отличаться эти измерения по сравнению с первоначальным уровнем воды в сосудах

[3] в первом случае,

[4] во втором случае?

Замечание. Плотность воды – $\rho = 1000$ кг/м³. (А.А. Черенков)

8.3. (6 баллов) В калориметре холодная и теплая вода разделены перегородкой. Масса холодной воды $m_1 = 200$ г, а ее температура $t_1 = 3^\circ$ С. Теплая вода имеет массу $m_2 = 300$ г и температуру $t_2 = 10^\circ$ С. В некоторый момент перегородку убрали.

[5] На сколько процентов изменится полный объем, занимаемый жидкостями, после выравнивая температур?

Замечание. Коэффициент температурного расширения принять равным $\alpha = 0,0002$ К⁻¹. Плотность воды при нормальных условиях $\rho = 1000$ кг/м³. (А.А. Черенков)

8.4. (7 баллов) Мощность двигателя автомобиля Лада Веста $N = 90$ лошадиных сил, а КПД $\eta = 25$ %.

[6] Какое минимальное количество литров бензина надо залить на заправке, чтобы проехать $s = 200$ км с постоянной скоростью $v = 72$ км/ч.

Замечание. Плотность бензина $\rho = 0.76$ г/см³, удельная теплота сгорания бензина $q = 4.6 \cdot 10^7$ Дж/кг. Принять одну лошадиную силу равной 735 Вт. (А.А. Черенков)

8.5. (5 баллов) В школьной лаборатории изучают равновесие твердых тел в жидкостях. Для этого учитель взял пустой стакан цилиндрической формы и аккуратно погрузил его дном кверху и отпустил. При этом стакан оказался в положении равновесия.

[7] Какой объем воды оказался в стакане?

Замечание. Стакан имеет высоту $H = 15$ см, диаметр $D = 5$ см и массу $m = 0.1$ кг. (А.А. Черенков)

8.6. (7 баллов) Полый алюминиевый шар (внешний радиус $R = 10$ см, внутренний – $r = 9$ см) плавает на поверхности воды.

[8] Веществом какой максимальной плотности можно заполнить внутренность шара, чтобы он все еще плавал в жидкости?

Замечание. Плотность алюминия $\rho_1 = 2700 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

(А.А. Черенков)

8.7. (7 баллов) На дополнительном уроке по физике школьники изучали явление теплового баланса, проводя опыты. Они поместили в сосуд с водой, имеющей общую теплоемкость $C = 1550 \text{ Дж/К}$ и температуру $T = 25^\circ \text{C}$, кусок льда массой $m = 150 \text{ г}$ при температуре $T_1 = -10^\circ \text{C}$.

[9] Какая установится температура в сосуде после того, как система придет в равновесие?

Замечание. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 0.33 \text{ МДж/кг}$, удельная теплоемкость $c = 2.1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$

(А.А. Черенков)

8.8. (6 баллов) В школьной лаборатории проводят эксперименты, демонстрирующие теплообмен между телами. Имеется алюминиевый куб, разогретый до некоторой температуры. Этот куб кладут на кусок льда при температуре $t_2 = -20^\circ \text{C}$ и ждут, пока он полностью не погрузится в лед.

[10] Какая при этом должна быть минимальная температура куба?

Замечание. Удельная теплоемкость алюминия $c_1 = 836 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$, плотность $\rho_1 = 2700 \text{ кг/м}^3$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 0.33 \text{ МДж/кг}$, удельная теплоемкость $c_2 = 2.1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$, плотность $\rho_2 = 920 \text{ кг/м}^3$.

(А.А. Черенков)

8.9. (5 баллов) В детском лагере вожатые решили научить строить детей малую электростанцию. Для этого они пошли отрядом на речку Черную, которая образует водопад высотой $h = 2 \text{ м}$. Речка течет со скоростью $v = 3 \text{ м/с}$, а сечение потока у нее $s = 3 \text{ м}^2$.

[11] Какую максимальную мощность может развивать водопад?

(А.А. Черенков)



Задачи для 9 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **7 декабря**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2024-phys-ru/>.

Число в квадратных скобках (например, [3]) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

9.1. (6 баллов) На одном из практических занятий по физике школьники проводят опыты в лаборатории. У них есть калориметр, в котором лежит кусок льда массой $m = 150$ г при температуре $t_0 = 0^\circ \text{C}$, а так же установка, которая подает пар при температуре $t_1 = 100^\circ \text{C}$ в калориметр.

[1] Какую минимальную массу пара необходимо впустить в калориметр, чтобы получить воду при температуре $t = 20^\circ \text{C}$?

[2] Какая будет масса полученной воды?

Замечание. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 0.33$ МДж/кг, удельная теплота парообразования воды $l = 2.26$ МДж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/кг·К. Теплоемкостью калориметра пренебречь. (А.А. Черенков)

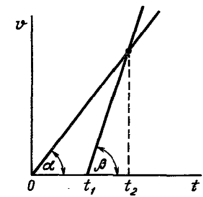
9.2. (5 баллов) В школьной лаборатории проводят эксперименты, демонстрирующие теплообмен между телами. Имеется алюминиевый куб, разогретый до некоторой температуры. Этот куб кладут на кусок льда при температуре $t_2 = -20^\circ \text{C}$ и ждут, пока он полностью не погрузится в лед.

[3] Какая при этом должна быть минимальная температура куба?

Замечание. Удельная теплоемкость алюминия $c_1 = 836$ Дж/кг·К, плотность $\rho_1 = 2700$ кг/м³. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 0.33$ МДж/кг, удельная теплоемкость $c_2 = 2.1$ кДж/кг·К, плотность $\rho_2 = 920$ кг/м³. (А.А. Черенков)

9.3. (5 баллов) Два игрушечных паровозика движутся вдоль одних прямолинейных путей, из одного и того же начального положения. На рисунке представлены графики скоростей паровозиков. Известно, что $t_1 = 5$ с, $t_2 = 10$ с.

[4] В какой момент времени t_3 паровозики встретятся?



(А.А. Черенков)

9.4. (6 баллов) Пете подарили радиоуправляемую машинку, которая может ускоряться или замедляться с одинаковым по величине и постоянным ускорением $a = 10$ м/с², после чего продолжает двигаться равномерно.

[5] Петя хочет выяснить, какую максимальную скорость V должна развить машинка, чтобы она доехала из одного конца комнаты в другой в кратчайшее время, при условии остановки в конце пути.

Замечание. Длина комнаты $L = 5$ м. (А.А. Черенков)

9.5. (8 баллов) Воздушный шар опускается на Землю с постоянной скоростью $u = 2$ м/с. В некоторый момент с этого шара вертикально вверх подбрасывают камень с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с относительно Земли.

[6] Какое будет расстояние L между воздушным шаром и камнем, в тот момент, когда камень достигнет наивысшей точки относительно Земли?

[7] На какое наибольшее расстояние L_{max} камень удалится от шара?

[8] Спустя какое время T после броска камень поравняется с шаром?

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 (А.А. Черенков)

9.6. (5 баллов) На практическом занятии по физике Ваня изучает параллельное и последовательное соединение проводников. К несчастью, ему попался набор, в котором на двух резисторах стерся номинал. Однако Ваня не растерялся и подключил их сначала параллельно, а затем последовательно к батарее с напряжением 70 В . В первом случае получилось, что суммарная сила протекающего тока $I_1 = 49 \text{ А}$, а во втором – $I_2 = 10 \text{ А}$.

[9] Чему равны сопротивления резисторов?

Замечание. Ответы дать через точку с запятой, начиная с наименьшего. (А.А. Черенков)

9.7. (6 баллов) Полый алюминиевый шар (внешний радиус $R = 10 \text{ см}$, внутренний – $r = 9 \text{ см}$) плавает на поверхности воды.

[10] Веществом какой максимальной плотности можно заполнить внутренность шара, чтобы он все еще плавал в жидкости?

Замечание. Плотность алюминия $\rho_1 = 2700 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

(А.А. Черенков)

9.8. (6 баллов) На занятиях в школьном кружке по физике изучают электрические цепи. К источнику с внутренним сопротивлением $r = 2 \text{ Ом}$ и ЭДС 10 В подключили сопротивление $R = 2r$, а затем второе такое же сопротивление. Причем сначала его поставили параллельно, а потом последовательно.

[11] Найти отношение мощностей, выделяемых на первом резисторе, в первом и втором случае.

(А.А. Черенков)

9.9. (7 баллов) Прямолинейный кусок проволоки длиной 30 см (отрезок АВ) с удельным сопротивлением $3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом/м}$ разбит точками С, D, E, F так, что $CD=DE=EF=FB$, $AC=2CD$. Точки С, D, E, F, В соединены с точкой А отрезками проводов с другими удельными сопротивлениями так, что их сопротивления равны сопротивлению участка АС.

[12] Найти полное сопротивление цепи между точками А и В.

Замечание. Ответ дать в микроОмах.

(А.Б. Яковлев)



Задачи для 10 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **7 декабря**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2024-phys-ru/>.

Число в квадратных скобках (например, [3]) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

10.1. (7 баллов) На производстве для проверки датчика расхода газа проводят испытание. Известно, что по газопроводу, имеющему поперечное сечение $S = 5 \text{ см}^2$, течет метан при давлении $p = 7$ атмосфер и температуре $T = 15^\circ \text{ С}$.

[1] Какую скорость движения газа должен показать исправный датчик, если за время $t = 10$ мин через сечение трубы проходит $m = 15$ кг метана?

Замечание. Молярную массу метана принять равной $M = 16.04$ г/моль. (А.А. Черенков)

10.2. (5 баллов) Два сосуда одинакового объема наполнены кислородом и соединены трубкой. Вся система находится при температуре $T = 17^\circ \text{ С}$. В некоторый момент времени один из сосудов начинают нагревать до температуры $T_1 = 27^\circ \text{ С}$, а температуру второго сосуда поддерживают прежней.

[2] Во сколько раз при этом изменится давление в системе?

Замечание. Объемом трубки пренебречь. (А.А. Черенков)

10.3. (6 баллов) Прямолинейный кусок проволоки длиной 30 см (отрезок АВ) с удельным сопротивлением $3 \cdot 10^{-8}$ Ом/м разбит точками С, D, E, F так, что $CD=DE=EF=FB$, $AC=2CD$. Точки С, D, E, F, В соединены с точкой А отрезками проводов с другими удельными сопротивлениями так, что их сопротивления равны сопротивлению участка АС.

[3] Найти полное сопротивление цепи между точками А и В.

Замечание. Ответ дать в микроОмах (А.Б. Яковлев)

10.4. (7 баллов) Павел проводит эксперимент, в котором он бросает два одинаковых мячика без начальной скорости с высоты $H = 15$ м, измеряя их скорости в конце пути и времена падения. На пути одного из мячиков на высоте $h = 10$ м находится площадка, расположенная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, от которой мячик упруго отскакивает, а другой мячик падает свободно.

[4] На сколько будут отличаться скорости мячиков в момент падения на Землю?

[5] На сколько будут отличаться их времена падения на Землю?

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 . (А.А. Черенков)

10.5. (6 баллов) Пете снится сон, в котором он находится на необитаемом острове. Чтобы добыть себе пропитание он собирается на охоту, взяв с собой лук. Пройдя в джунгли, Петя заметил на расстоянии $L = 10$ м от себя дерево, на котором на ветке на высоте $H = 5$ м сидит обезьяна. Натянув тетиву, Петя выпустил стрелу. Обезьяна, покоившаяся на дереве, от испуга в этот же момент начала падать.

[6] Какой должна быть минимальная скорость стрелы, чтобы Петя попал в обезьяну?

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 . (А.А. Черенков)

10.6. (7 баллов) Саша придумал метод, который позволяет рассчитывать скорости тел. Для этого он взял наклонную плоскость и поставил на ней засечку, на расстоянии $L = 10$ см от основания. Далее он пустил катиться снизу вверх шарик, замерив времена $t_1 = 2$ с и $t_2 = 5$ с

от начала движения, когда шарик проходил через засечку. Таким образом ему удалось узнать, какую скорость имел шарик в начале движения.

[7] Чему равнялась эта скорость?

[8] При каком минимальном угле (в градусах) Сашин метод не сработает, если оставить засечку на том же расстоянии и не менять начальную скорость?

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 . (А.А. Черенков)

10.7. (5 баллов) Петю позвали на день рождения в картинг. Машины для картинга развивают максимальную скорость 50 км/ч . Первую часть трассы Петя проехал, разогнавшись до 25 км/ч . Оставшуюся часть трассы Петя проехал, разогнавшись до максимальной скорости.

[9] Во сколько раз работа двигателя при разгоне на втором участке трассы больше, чем на первом участке?

Замечание. Время разгона и силу сопротивления в обоих случаях считать одинаковыми.

(А.А. Черенков)

10.8. (6 баллов) На стройке детского сада на штыре висел канат длиной $L = 5 \text{ м}$. Один из рабочих, проходя мимо, случайно его задел, и канат пришел в движение.

[10] Какую скорость будет иметь канат, когда целиком соскользнет со штыря, если перед началом движения его концы находились на одном уровне.

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 . (А.А. Черенков)

10.9. (7 баллов) Санки скатываются с горы, имеющей угол наклона $\beta = 30^\circ$, и движутся последовательно по горизонтальному участку длиной $s_1 = 7 \text{ м}$, через горку высотой $h = 3 \text{ м}$ и углом наклона $\alpha = 60^\circ$, и снова по горизонтальному участку. Коэффициент трения на горизонтальных участках - $\mu_1 = 0.1$, на наклонных - $\mu_2 = 0.3$.

[11] Определить с какой высоты надо стартовать саням, чтобы они проехали по второму горизонтальному участку не менее $s_2 = 15 \text{ метров}$.

(А.А. Черенков)



Задачи для 11 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **7 декабря**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2024-phys-ru/>.

Число в квадратных скобках (например, [3]) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

11.1. (6 баллов) В школьном кружке по физике Пете поручили построить температурные зависимости в интервале температур от $T_1 = 20^\circ \text{C}$ до $T_2 = 50^\circ \text{C}$ для системы из угольного стержня длиной $l_1 = 3$ см и радиуса $r = 1$ мм и металлического стержня того же радиуса и длиной $l_2 = 20, 60, 80, 90$ см. Петя обнаружил, что в одном из этих случаев температурная зависимость отсутствует.

[1] Какова длина металлического стержня в сантиметрах в этом случае?

Замечание. Температурные коэффициенты и удельные сопротивления при 0°C для угля и металла равны $\alpha_1 = -0,8 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$, $\rho_1 = 4 \cdot 10^{-5} \text{Ом}^* \text{м}$, $\alpha_2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$, $\rho_2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{Ом}^* \text{м}$.
(А.Б.Яковлев)

11.2. (9 баллов) Из пушки производят выстрел ядром под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v = 20$ м/с, которое взрывается в верхней точке траектории и разлетается во всех направлениях множеством осколков, имеющих одинаковые относительные скорости $v_0 = 5$ м/с относительно ядра.

[2] Найти объем, ограничиваемый осколками через $t_0 = 1$ с после взрыва.

[3] Какими будут максимальная скорость,

[4] минимальная скорость осколков относительно Земли через t_0 ?

Замечание. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 .
(А.А.Черенков)

11.3. (5 баллов) У Дани есть игрушечная железная дорога, по которой может ехать поезд со скоростью 25 км/ч. К рельсам он присоединил вольтметр.

[5] Какие будут показания вольтметра при приближении к нему поезда, если расстояние между рельсами $d = 10$ см?

Замечание. Считать, что нормальная составляющая магнитной индукции Земли $B_n = 4 \cdot 10^{-5}$ Тл.
(А.А.Черенков)

11.4. (9 баллов) Петя собирается участвовать в ракетостроительном чемпионате. Мальчик собрал тестовую модель ракеты массой $M = 2$ кг и решил ее проверить. Ракета стартует с поверхности земли с начальной скоростью $v_0 = 25$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Три раза через равные промежутки времени $\Delta t = 0.3$ с из ракеты выбрасывается масса $\Delta m = 0.5$ кг со скоростью $u = 5$ м/с относительно ракеты.

[6] Какую скорость будет иметь ракета при подлете к Земле?

Замечание. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 .
(А.А.Черенков)

11.5. (8 баллов) В скейтпарке есть две ramпы – одна прикреплена к земле и неподвижна, а вторая на подвижной опоре. Обе ramпы одинаковой высоты $h = 2$ м. Местный скейтбордист сначала скатился с первой ramпы, а затем со второй.

[7] Во сколько раз изменится скорость скейтбордиста во втором случае по сравнению с первым, если масса скейтбордиста в два раза меньше массы ramп?

Замечание. Трением пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 .
(А.А. Черенков)

11.6. (7 баллов) В школьной лаборатории изучают равновесие твердых тел в жидкостях. Для этого учитель взял пустой стакан цилиндрической формы и аккуратно погрузил его дном кверху и отпустил. При этом стакан оказался в положении равновесия.

[8] На какую глубину погружен стакан?

Замечание. Стакан имеет высоту $H = 15 \text{ см}$, диаметр $D = 3 \text{ см}$ и массу $m = 0.1 \text{ кг}$. Атмосферное давление принять равным $p_0 = 10^5 \text{ Па}$, ускорение свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$. Плотность воды - $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.
(А.А. Черенков)

11.7. (7 баллов) Петя прочитал в учебнике метод, по которому можно определить заряд капли. Для этого необходимо взять плоский конденсатор и измерить времена падения капли с одной обкладки на другую при различной разности потенциалов. В первый раз Петя приложил разность потенциалов 100 В , а во второй 200 В . Измеренные времена при этом получились $t_1 = 2 \text{ с}$, $t_2 = 3 \text{ с}$.

[9] Чему равен модуль заряда капли, если ее масса $m = 50 \text{ мкг}$?

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным 9.8 м/с^2 .
(А.А. Черенков)

11.8. (5 баллов) Медный шарик радиусом 1 мм подвешен на ниточке над заземленной неограниченной плоской металлической поверхностью. Расстояние между шариком и поверхностью $l = 5 \text{ см}$. Шарик имеет некоторый заряд.

[10] Во сколько раз изменится сила взаимодействия между пластиной и шариком, если расстояние между ними увеличить на $l_0 = 2 \text{ см}$.

(А.А. Черенков)

11.9. (7 баллов) Учеников одной школы пригласили на экскурсию в физическую лабораторию. На одной из установок детям показали эксперимент, демонстрирующий влияние электрического поля на движущийся в нем электрон. В плоский конденсатор влетает электрон с энергией 1000 эВ под углом $\alpha_1 = 30^\circ$ к обкладкам, а вылетает под углом $\alpha_2 = 60^\circ$.

[11] Какое было напряжение на конденсаторе, если его длина $l = 10 \text{ см}$ и расстояние между обкладками $d = 1 \text{ см}$?

Замечание. Действием силы тяжести пренебречь.
(А.А. Черенков)