



Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2025–2026 учебный год. Отборочный этап



Задачи для 8 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2025-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. (5 баллов) Дмитрий пришел с отцом в городской парк развлечений, в котором увидел оригинально организованный тир. В частности там был свинцовый шар подвешенный с помощью шнура, две части которого соединены мишенью. При попадании стрелка в мишень происходит её разрушение, и шар падает вниз. Отец предложил Дмитрию на два вопроса:

- [1] Какова скорость шара в конце его падения, если высота, на которой подвешен шар, равна 5 м? Ускорение свободного падения считать равным $9,8 \text{ Н/кг}$.
- [2] На сколько градусов нагреется шар, если, если на нагрев идёт половина от всей механической энергии шара. Удельная теплоёмкость свинца равна $140 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$. Нить считать невесомой и нерастяжимой, разрушение мишени считать мгновенным, сопротивлением воздуха пренебречь.

(Л.С.Ласкавый)

8.2. (6 баллов) В составе школьной команды Алексей пошел в зимний турпоход на Алтай. На привале Алексею поручили приготовить чай, растопив лед. Алексей использовал примус и чашку из нержавеющей стали массой $200,0 \text{ г}$, поместив в нее $1,5 \text{ кг}$ льда. За процессом не уследили, и $150,0 \text{ г}$ воды выкипело. КПД примуса $45,0 \%$. В результате на процесс ушло $97,0 \text{ мл}$ бензина марки АИ-98, плотность которого $780,0 \text{ кг/м}^3$, а удельная теплота сгорания $4,50 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

- [3] Найти начальную температуру льда. Ответ дать в градусах Цельсия.

Замечание. Удельные теплоёмкости воды $4200,0 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, льда $2100,0 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, стали $500,0 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, удельная теплота плавления льда $3,30 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, удельная теплота парообразования $2,30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.

(Л.С.Ласкавый)

8.3. (7 баллов) На школьную экскурсию в Эрмитаж выехали ученики двух классов на автобусах, имеющих форму прямоугольных параллелепипедов, отличающихся только длиной в два раза. Как обычно, в этот день в Санкт-Петербурге шел дождь. По пути до музея на автобусы упали $1,0 \cdot 10^5$ и $1,8 \cdot 10^5$ капель дождя, причем автобусы ехали с равными скоростями.

- [4] Сколько капель дождя упало на длинный автобус на обратном пути, если он двигался вдвое медленнее, чем по пути в музей?

Замечание. При решении считать, что ветер не действует на капли и не отклоняет их, а интенсивность дождя постоянна.

(А.А.Черенков)

8.4. (6 баллов) Маша вместе с классом поехала на экскурсию в город Гусь-Хрустальный, где им показали процесс производства изделий из стекла. В одном из цехов Маша увидела, что в поступившем в обработку стеклянном бруске имелся достаточно большой воздушный пузырь в виде шара. При взвешивании бруса на динамометре его вес равен $3,0 \cdot 10^3 \text{ Н}$, а при погружении в воду — 1300 Н .

- [5] Определите объём пузыря в бруске.

Замечание. Массу воздуха в пузыре считать пренебрежимо малой, влияние воздуха при взвешивании не учитывать. Плотность стекла принять равной $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

(Л.С.Ласкавый)

8.5. (6 баллов) Однажды Саша простудился и не захотел рассказывать об этом родителям. Он решил вылечиться самостоятельно и нашел в интернете народную методику заварки лечебного чая. Для этого необходимо взять 5,0 грамм зеленого чая с ромашкой, высыпать в кастрюлю и последовательно заполнять его порциями воды по 50,0 мл. Каждая следующая порция на $\Delta t = 1,0^\circ \text{C}$ горячее предыдущей, а первая порция берется при температуре $t = 20,0^\circ \text{C}$.

[6] Какой температуры получился лечебный чай, если Саша взял кастрюлю формы прямоугольного параллелепипеда с размерами 13,0 см $\times$ 15,0 см $\times$ 9,00 см, чья начальная температура была $t_0 = 10,0^\circ \text{C}$, а теплоемкость 540 Дж/К ?

Замечание. Плотность воды принять равной $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, теплоемкость $c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$.
(А.А. Черенков)

8.6. (6 баллов) В школьной химической лаборатории Наде поставили задачу определить плотность неизвестного газа в запаянной лабораторной колбе. Надя взвесила колбу и определила, что вес колбы с газом равен 58,3 Н. Колба имеет форму сферы с постоянной толщиной стенок в 0,20 см и внешним диаметром 60,0 см.

[7] Определите плотность неизвестного газа.

Замечание. Плотность стекла 2500 кг/м^3 . Плотность воздуха принять равной $1,224 \text{ кг/м}^3$, а ускорение свободного падения $10,0 \text{ м/с}^2$.
(Л.С. Ласкавый)

8.7. (7 баллов) В школьной лаборатории Наталья проводит эксперимент по изучению процессов нагревания и охлаждения тел. Она кладёт нагретый стальной цилиндр радиусом и высотой по 5,0 см основанием на толстый слой льда при температуре плавления. В результате образовалась цилиндрическая лунка радиуса 5,5 см. Температура цилиндрика равна $26,2^\circ \text{C}$.

[8] Рассчитайте, сколько воды выплеснется из образовавшейся лунки.

Замечание. Считать, что потерь энергии в атмосферу не происходит, вся энергия цилиндрика идёт на нагрев льда. Удельная теплоёмкость стали равна $0,50 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$, удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, плотность стали 7800 кг/м^3 , льда $0,90 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, воды $1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.
(Л.С. Ласкавый)



Задачи для 9 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2025-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. (5 баллов) Маша вместе с классом поехала на экскурсию в город Гусь-Хрустальный, где им показали процесс производства изделий из стекла. В одном из цехов Маша увидела, что в поступившем в обработку стеклянном бруске имелся достаточно большой воздушный пузырь в виде шара. При взвешивании бруса на динамометре его вес равен $3,0 \cdot 10^3$ Н, а при погружении в воду — 1300 Н.

[1] Определите объём пузыря в бруске.

Замечание. Массу воздуха в пузыре считать пренебрежимо малой, влияние воздуха при взвешивании не учитывать. Плотность стекла принять равной $2,5 \cdot 10^3$ кг/м³. (Л.С.Ласкавый)

9.2. (7 баллов) В школьном кружке по физике зимой изучали реактивное движение. Учитель решил наглядно продемонстрировать физические принципы в действии. Для этого он взял бочку массой $M = 5$ кг и площадью основания $S = 2$ м², расположил ее на покрытой льдом дорожке и заполнил водой до уровня $H = 1$ м. В бочке у самого основания было отверстие, закрытое пробкой, с сечением $\sigma = 15$ см². Сразу же после извлечения пробки под напором воды бочка пришла в движение с ускорением $a = 1$ мм/с².

[2] Оцените коэффициент трения между бочкой и поверхностью дорожки.

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

9.3. (6 баллов) В школьной лаборатории Наталья проводит эксперимент по изучению процессов нагревания и охлаждения тел. Она кладёт нагретый стальной цилиндр радиусом и высотой 5,0 см основанием на толстый слой льда при температуре плавления. В результате образовалась цилиндрическая лунка радиуса 5,5 см. Температура цилиндрика равна 26,2° С.

[3] Рассчитайте, сколько воды выплеснется из образовавшейся лунки.

Замечание. Считать, что потерь энергии в атмосферу не происходит, вся энергия цилиндрика идёт на нагрев льда. Удельная теплоёмкость стали равна 0,50 кДж/(кг · К), удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, плотность стали 7800 кг/м³, льда $0,90 \cdot 10^3$ кг/м³, воды $1,0 \cdot 10^3$ кг/м³. (Л.С.Ласкавый)

9.4. (7 баллов) Однажды на школьный урок по физике зашел фокусник, чтобы рекламировать цирк, в котором он выступает. Фокусник взял несколько деревянных брусков плотностью $\rho = 520$ кг/м³, длиной $L = 10$ см, шириной $B = 5$ см, высотой $H = 3$ см и начал класть их друг на друга, как показано на картинке. При этом каждый новый брусок он сдвигал на максимальное расстояние вдоль предыдущего бруска, не нарушая равновесия всей конструкции. В итоге самый верхний брусок оказался сдвинут относительно нижнего на 10 см.

[4] Сколько брусков для этого потребовалось фокуснику?

(А.А.Черенков)

9.5. (7 баллов) В безветренный день Паша отправился на озеро ловить рыбу. Выплыв на середину озера на лодке длиной $L = 2,0$ м и массой $m = 10,0$ кг, он решил перейти с носа на корму. Лодка при этом пришла в движение, испытывая силу сопротивления со стороны воды

$F = -ku$, где u — скорость лодки, k — известный коэффициент пропорциональности. Масса Паши $M = 80,0$ кг.

- [5] Найдите смещение S_0 лодки к моменту полной остановки при отсутствии силы сопротивления ($k = 0$)
- [6] Найдите смещение S лодки к моменту полной остановки при наличии силы сопротивления ($k = 0,50$ кг/с)

Замечание. При решении считать, что лодка перемещается вдоль одного направления.

(А.А. Черенков)

9.6. (6 баллов) На уроке по физике, посвященном электрическим цепям, школьники проводили лабораторную работу. Ване достался комплект оборудования, в котором уже была собрана электрическая цепь с двумя выводами, состоящая только из источников постоянного напряжения и резисторов. После того как Ваня подключил к выводам цепи вольтметр, он показал напряжение $U_0 = 20,0$ В. Затем он подключил к выводам цепи резистор с сопротивлением $R = 5,0$ Ом, и вольтметр стал показывать напряжение $U_1 = 10,0$ В.

- [7] Какое напряжение будет показывать вольтметр, если к цепи подключить еще один такой же резистор?

Замечание. При решении считать вольтметр идеальным.

(А.А. Черенков)

9.7. (7 баллов) В школьной лаборатории изучали оптические системы. Учитель собрал установку, состоящую из двух плоских зеркал с общей стороной, образующих прямой двугранный угол. Между зеркалами расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $f = 10$ см и диаметром $d = 20$ см. Линза касается обоих зеркал, а ее главная оптическая ось проходит через линию пересечения зеркал перпендикулярно ей.

- [8] Найти расстояние до линзы, на котором будет находиться изображение маленькой лампочки, расположенной на главной оптической оси линзы на расстоянии $l = 15$ см от ее центра.

(А.А. Черенков)



Задачи для 10 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2025-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) Экспериментатор Василий в своей лаборатории совершил над одноатомным идеальным газом необычный цикл: в PV координатах при выбранном масштабе по осям он состоит из двух дуг окружностей разного радиуса с центрами в точках $(2V, 2P)$ и $(V, (2+\sqrt{3})P)$, где $P = 300$ Па, $V = 5$ м³. Участок цикла 1-2 представляет из себя треть окружности.

[1] Найдите термодинамический КПД в процентах.

(А.А. Черенков)

10.2. (8 баллов) В одной лаборатории инженеры рассчитывают макет купола здания в виде усеченного конуса с радиусами оснований $R = 2$ м, $r = 1$ м и высотой $H = 2$ м, который будет использован при постройке подводных сооружений. Интерес для инженеров представляет случай, когда купол размещен под водой плотностью $\rho = 1000$ кг/м³ так, что центр его меньшего основания находится на глубине $L = 10$ м, а ось наклонена под углом $\alpha = 30^\circ$ к поверхности воды. Большее основание купола погружено в воду глубже, чем меньшее.

[2] Определите силу, действующую на боковую поверхность купола со стороны воды, если давление воздуха над поверхностью воды $P_0 = 10^5$ Па. Ответ дайте в меганьютонах.

(А.А. Черенков)

10.3. (6 баллов) На спортивной площадке Маша и Даша играли с теннисными мячиками. Они одновременно бросили свои мячи с одинаковыми скоростями $v = 10,0$ м/с под углами $30,0^\circ$ и $60,0^\circ$ к горизонту.

[3] Через сколько времени после начала движения скорости мячей окажутся сонаправленными?

Замечание. При решении считать, что начальные скорости мячей лежат в одной вертикальной плоскости, ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8$ м/с².

(А.А. Черенков)

10.4. (5 баллов) В лаборатории микроклимата исследуют поведение влажного воздуха. Для этого два резервуара объемами $V_1 = 5,0$ л и $V_2 = 2,0$ л соединяют короткой трубкой с вентилем, который изначально закрыт. Первый резервуар заполняется влажным воздухом под давлением $P_1 = 3,0$ атм и относительной влажностью $\phi = 80,0\%$, а второй — водяным паром при давлении $P_2 = 0,75$ атм. Благодаря теплоизолирующему покрытию в сосудах все время поддерживается постоянная температура $T = 100,0^\circ$. Вентиль открывают и ждут, когда в сосудах установится термодинамическое равновесие.

[4] Определите давление в атмосферах и относительную влажность в сосудах в процентах после установления равновесия, если давление насыщенного пара при температуре 100° равно $P_0 = 1,0$ атм.

(А.А. Черенков)

10.5. (6 баллов) В безветренный день Паша отправился на озеро ловить рыбу. Выплыв на середину озера на лодке длиной $L = 2,0$ м и массой $m = 10,0$ кг, он решил перейти с носа на корму. Лодка при этом пришла в движение, испытывая силу сопротивления со стороны воды $F = -ku$, где u — скорость лодки, k — известный коэффициент пропорциональности. Масса Паши $M = 80,0$ кг.

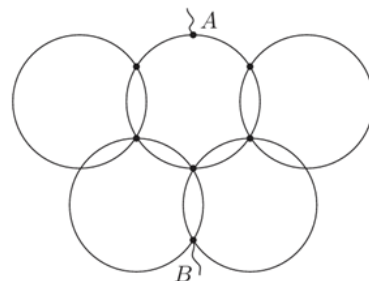
- [5] Найдите смещение S_0 лодки к моменту полной остановки при отсутствии силы сопротивления ($k = 0$)
- [6] Найдите смещение S лодки к моменту полной остановки при наличии силы сопротивления ($k = 0,50 \text{ кг/с}$)

Замечание. При решении считать, что лодка перемещается вдоль одного направления.

(А.А. Черенков)

10.6. (6 баллов) К открытию Олимпийских игр любитель-электрик собрал светящуюся гирлянду в форме олимпийской эмблемы из пяти одинаковых колец сопротивлением $r = 33 \text{ Ом}$. Кольца были спаяны в местах, отмеченных на рисунке жирными точками. Места спайки и точка А разделяют центральное кольцо на 6 равных частей.

- [7] Какое сопротивление имеет гирлянда между точками А и В?



Замечание. Сопротивлением в местах спайки пренебречь.

(А.А. Черенков)

10.7. (7 баллов) На одном уроке по физике школьники выполняли лабораторную работу. Вася справился с заданием самый первый и, чтобы не скучать без дела, начал экспериментировать. Он взял две наклонные плоскости с углами $\alpha_1 = 45,0^\circ$ и $\alpha_2 = 30,0^\circ$ и массами $m_1 = 100,0 \text{ г}$ и $m_2 = 500,0 \text{ г}$ соответственно. На легкий стержень он надевал грузики и клал его горизонтально на плоскости. Его задача заключалась в подборе такой массы груза, чтобы при падении стержня на стол он одновременно коснулся его обоими концами.

- [8] При какой массе груза это возможно, если груз делит стержень в отношении 2:1 считая от левого конца?

Замечание. Трением пренебречь.

(А.А. Черенков)



Задачи для 11 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2025-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. (9 баллов) На детской площадке школьники играли в снежки. Петя, стоя на горке высотой $H = 3,00$ м, бросил снежок с начальной скоростью $v = 10,0$ м/с под углом $\alpha = 60,0^\circ$ к горизонту. В этот же момент с поверхности земли свой снежок вдогонку бросил Юра, находясь на расстоянии $L = 5,00$ м от горки.

- [1] С какой минимальной скоростью и под каким углом должен был бросить снежок Юра, чтобы снежки столкнулись?

Замечание. При решении считать, что начальные скорости снежков лежат в одной вертикальной плоскости, сопротивлением воздуха пренебречь. (А.А. Черенков)

11.2. (6 баллов) На стройке рабочим было поручено протянуть кабель линейной плотности $\rho = 1,0$ кг/м с верхних этажей на нижние. Кабель намотан на катушку радиуса $R = 20,0$ см, имеющей момент инерции $I = 0,20$ кг · м² относительно своей оси. На верхнем этаже катушку закрепляют так, чтобы она могла свободно вращаться вокруг своей оси без трения при размотке кабеля.

- [2] Какое ускорение приобретет кабель, после того как его отпустят без начальной скорости, и он разматывается на $L = 3,0$ м?

Замечание. При решении толщиной кабеля пренебречь. (А.А. Черенков)

11.3. (5 баллов) У семьи Ивановых есть уютный загородный дом, в котором они часто проводят выходные зимой. В один из таких дней, когда на улице была температура $t_1 = -25^\circ$ С, они заметили, что комнатный термометр показывает температуру $T_1 = 10^\circ$ С. Семья решила, что переедет жить в дом, когда наступит потепление и дома будет поддерживаться постоянная температура $T_2 = 20^\circ$ С. Отопление в доме работает стабильно: батареи всегда нагреваются до $\tau = 80^\circ$ С, независимо от погоды на улице.

- [3] Какая температура должна быть на улице, чтобы Ивановы смогли переехать жить в дом?

(А.А. Черенков)

11.4. (7 баллов) Однажды Вова зашел в магазин головных уборов и примерил смешную высокую шляпу. Когда он ее надел, оказалось, что верхний край шляпы выше уровня глаз Вовы на $h = 25$ см. Он подошел к плоскому зеркалу, стоящему на полу, и заметил, что не видит в отражении пол, хотя себя он видит целиком.

- [4] На каком при этом расстоянии от пола Вова видит верхушку шляпы, если он перестал видеть свои глаза в зеркале, когда отошел от него в 2,5 раза дальше?

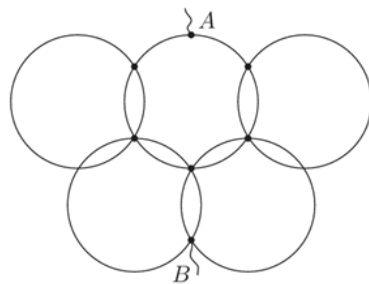
(А.А. Черенков)

11.5. (6 баллов) К открытию Олимпийских игр любитель-электрик собрал светящуюся гирлянду в форме олимпийской эмблемы из пяти одинаковых колец сопротивлением $r = 33 \text{ Ом}$. Кольца были спаяны в местах, отмеченных на рисунке жирными точками. Места спайки и точка А разделяют центральное кольцо на 6 равных частей.

[5] Какое сопротивление имеет гирлянда между точками А и В?

Замечание. Сопротивлением в местах спайки пренебречь.

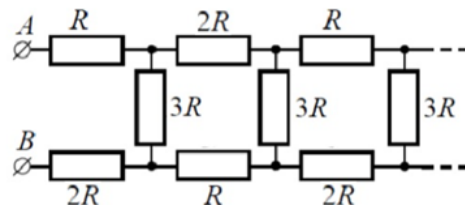
(А.А. Черенков)



11.6. (6 баллов) На факультативном занятии по физике Алексей познакомился с решением задачи об определении сопротивления между точками А и В бесконечной электрической цепи (см. рисунок). Алексей решил экспериментально проверить полученный ответ, собрав конечную схему с использованием только сопротивлений в 10 Ом .

[6] Какое наименьшее количество таких сопротивлений он должен спаять, чтобы экспериментальный результат не отличался от теоретического больше чем на 20%?

(А.Б. Яковлев)



11.7. (7 баллов) Через вершины правильного треугольника ABC со стороной 20 см проведены перпендикулярно его плоскости прямые линии, вдоль которых могут бегать 3 разноцветные лампочки (красная, зеленая и синяя). Известно, что в начальный момент времени все лампочки находились в вершинах треугольника ABC и имели одинаковые скорости $0,50 \text{ м/с}$, направленные в одном направлении. Далее красная лампочка продолжала двигаться с постоянной скоростью, зеленая и синяя — равноускоренно, соответственно с ускорениями $2,0 \text{ м/с}^2$ и $-3,0 \text{ м/с}^2$.

[7] Определите скорость центра масс треугольника, образуемого лампочками, в момент времени $3,0 \text{ секунды}$.

(А.Б. Яковлев)