



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



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)