



Международная физическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2023–2024 учебный год. Отборочный этап



## Задачи для 8 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **10 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2023-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. (6 баллов)** Капля масла объемом  $0,003 \text{ мм}^3$  растеклась по поверхности воды тонким слоем и заняла площадь  $300 \text{ см}^2$ .

[1] Определите средний диаметр молекулы масла.

(Г.Н.Степанова)

**8.2. (5 баллов)** Первый космонавт Земли Ю.А. Гагарин облетел Землю за 108 мин.

[2] Пренебрегая высотой орбиты корабля по сравнению с радиусом Земли, найдите среднюю скорость корабля «Восток» на орбите. Орбиту считать круговой. Средний радиус Земли равен  $6400 \text{ км}$ . Ответ дать в  $\text{км/ч}$  и округлить до целых.

(Г.Н.Степанова)

**8.3. (7 баллов)** Бассейн площадью  $100 \text{ м}^2$ , заполненный водой до уровня  $1,2 \text{ м}$ , разделен пополам перегородкой. Перегородку медленно передвигают так, что она делит бассейн в соотношении  $1:3$ .

[3] Какую работу нужно совершить, если вода не проникает через перегородку?

(А.Г.Арешкин, О.С. Комарова, В.Г. Мозговая, Д.Л. Федоров)

**8.4. (7 баллов)** Цилиндр, изготовленный из алюминия, имеет высоту  $10 \text{ см}$ .

[4] Какую высоту имеет железный цилиндр такого же диаметра, если он оказывает на стол такое же давление? Ответ дать в  $\text{см}$  и округлить до десятых.

(Г.Н.Степанова)

**8.5. (5 баллов)** Тепловоз тянет состав со скоростью  $72 \text{ км/ч}$ , развивая мощность  $880 \text{ кВт}$ .

[5] Как велика в этом случае сила тяги?

(Г.Н.Степанова)

**8.6. (6 баллов)** Машинист покоящегося электровоза замечает, что прямо на него со скоростью  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  катится платформа с горой органического удобрения, расстояние до которой пока равно  $L = 100 \text{ м}$ . Весьма угрожающая ситуация не совсем безнадежна из-за того, что испытывающий действие сил трения вагон движется равномерно с ускорением  $-0,1 \text{ м/с}^2$ .

[6] С каким постоянным ускорением  $A$  должен начать двигаться электровоз, для того чтобы между ним и вагоном произошла мягкая сцепка, в результате которой имущество железной дороги не пришлось бы мыть?

(А.С. Чирцов)

**8.7. (7 баллов)** Для определения удельной теплоемкости вещества стальной цилиндр массой  $156 \text{ г}$ , предварительно прогретый в кипящей воде, поместили в алюминиевый калориметр с водой. Масса калориметра  $45 \text{ г}$ , воды  $100 \text{ г}$ , начальная температура воды  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Спустя некоторое время в калориметре установилась температура равная  $29 \text{ }^\circ\text{C}$ .

[7] Найдите удельную теплоемкость стали. Ответ округлите до целых.

(Г.Н.Степанова)

**8.8. (7 баллов)** Из двух спиралей сопротивлениями 100 Ом и 200 Ом сделали электроплитку, рассчитанную на напряжение 210 В. Мощность плитки меняется переключением спиралей.

**[8]** Найти минимально возможную мощность плитки.

(Ю.В. Максимачев)

**8.9. (5 баллов)** Два связанных вместе изолированных проводника длиной по 10 см расположены перпендикулярно силовым линиям магнитного поля с индукцией 0,2 Тл.

**[9]** Найти модуль равнодействующей сил Ампера, если в проводниках токи 7 А и 9 А текут навстречу друг другу.

(Ю.В. Максимачев)



Международная физическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2023–2024 учебный год. Отборочный этап



## Задачи для 9 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **10 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2023-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. (7 баллов)** Из большого бака насосом откачивают воду. Мощность насоса 4 кВт, а КПД установки 12,5%

[1] С какой по модулю скоростью вытекает вода плотность  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup> из гладкого шланга сечением 10 см<sup>2</sup>, наконечник которого находится на одном уровне с поверхностью воды в баке?

(А.Г. Арешкин, О.С. Комарова, В.Г. Мозговая, Д.Л. Федоров)

**9.2. (7 баллов)** Тело массой 2 кг движется по горизонтальной поверхности под действием силы, равной по модулю 20 Н и направленной под углом 30° к горизонту.

[2] Определить модуль силы взаимодействия тела с поверхностью, если коэффициент трения скольжения равен 1.

(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)

**9.3. (6 баллов)** Дан мяч массой 0.2 кг и объёмом 7 литров.

[3] Найти минимальную работу, необходимую для погружения мяча в воду плотностью 1 г/см<sup>3</sup> с глубины 1 м до глубины 21 м. Силу сопротивления воды не учитывать.

(Ю.В. Максимачев)

**9.4. (5 баллов)** Тонкий однородный стержень массой 60 грамм, сделанный из дерева, подвешен на нити за один из концов, а другим концом наполовину погружен в воду.

[4] Найти величину силы Архимеда, приложенную к стержню.

(Д.Л. Федоров, В.А. Живулин)

**9.5. (6 баллов)** При изготовлении бетонной смеси в бункер засыпали некоторую массу песка и вдвое большую массу цемента. Удельная теплоемкость песка равна 960 Дж/(кг·К), а цемента — 810 Дж/(кг·К).

[5] Определить удельную теплоемкость смеси после перемешивания.

(Ю.В. Максимачев)

**9.6. (6 баллов)** В открытом сосуде объемом 0,45 м<sup>3</sup> находится 120 г газа. Температуру газа увеличивают от 300 К до 450 К при постоянном давлении 166 кПа.

[6] Сколько молей газа выйдет из сосуда?

(Ю.В. Максимачев)

**9.7. (7 баллов)** Два одинаковых конденсатора без диэлектрика, соединенных параллельно, зарядили до напряжения 40 В и отключили от цепи.

[7] Определить разность потенциалов на воздушном конденсаторе, если пространство между обкладками другого конденсатора заполнили веществом с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 7$ .

(Ю.В. Максимачев)

**9.8. (6 баллов)** Моток медной проволоки имеет массу 1,78 кг и сопротивление 3,4 Ом. Удельное сопротивление меди равно  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м, а плотность меди –  $8,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**[8]** Определить в мм<sup>2</sup> поперечное сечение проволоки.

*(Ю.В. Максимачев)*

**9.9. (7 баллов)** Небольшой шарик удерживается в неподвижном состоянии над очень длинной и ровной наклонной плоскостью, образующей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. Начальное расстояние от шарика до наклонной поверхности равно  $h = 1$  м. шарик отпускают без начальной скорости.

**[9]** Найти расстояние между первым и 2022 ударом шарика о наклонную поверхность. Влиянием воздуха пренебречь, все удары считать абсолютно упругими. Ответ дать с точностью до 1 см.

*(А.С. Чирцов)*



Международная физическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2023–2024 учебный год. Отборочный этап



## Задачи для 10 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **10 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2023-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)** В запаянной с одной стороны трубке находится столб воздуха, запертый каплей ртути. Длина столба воздуха при расположении трубки вертикально открытым концом вверх равна 10 см, а при отклонении трубки на  $60^\circ$  от вертикали – 12 см.

[1] Определить в сантиметрах длину столба воздуха, если трубку расположить открытым концом вниз.

*(А.Г. Арешкин, О.С. Комарова, В.Г. Мозговая, Д.Л. Федоров)*

**10.2. (7 баллов)** Газ в цилиндрическом сосуде разделен на две части легкоподвижным поршнем, имеющим массу 40 кг и площадь  $10 \text{ см}^2$ . При горизонтальном положении цилиндра давление газа в сосуде по обе стороны поршня одинаково и равно 300 кПа.

[2] Определить в кПа давление газа над поршнем, когда он расположен вертикально. Температура газа по обе стороны поршня одинакова.

*(Банк задач по физике для абитуриентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)*

**10.3. (7 баллов)** Два одинаково заряженных шарика, подвешенных на нитях равной длины, разошлись на некоторый угол.

[3] Какова должна быть плотность материалов шариков, чтобы при погружении их в керосин угол между ними не изменился? Плотность керосина  $0,8 \text{ г/см}^3$ , диэлектрическая проницаемость равна 2.

*(Банк задач по физике для абитуриентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)*

**10.4. (7 баллов)** Внешняя цепь, состоит из двух одинаковых сопротивлений.

[4] Найти мощность, выделяемую во внешней цепи, если известно, что на сопротивлениях выделяется одна и та же мощность, как при последовательном, так и при параллельном их соединении. Источником служит элемент с э.д.с. 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом.

*(Банк задач по физике для абитуриентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)*

**10.5. (7 баллов)** Нано-автомобиль катится по абсолютно гладкой горизонтальной поверхности дороги, на которой имеется прямоугольная яма глубиной  $H$  и шириной  $L$ . Размеры ямы существенно превосходят размеры Нано-автомобиля, что позволяет считать последний материальной точкой.

[5] Какую скорость должен иметь Нано-автомобиль для того чтобы он смог продолжить движение по поверхности дороги по другую сторону от ямы? Считать, что все удары нано-автомобиля о дно и стенки ямы абсолютно упругие. Найдите все возможные решения и дайте для них единую краткую и элегантную форму математической записи.

*(А.С. Чирцов)*

**10.6. (6 баллов)** Два камня брошены с башни горизонтально в противоположных направлениях со скоростями 8 м/с и 2 м/с.

[6] Через какое время векторы скоростей будут взаимно перпендикулярны. Сопротивлением воздуха пренебречь.

*(Банк задач по физике для абитуриентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)*

**10.7. (6 баллов)** Дан мяч массой 0.2 кг и объёмом 7 литров.

[7] Найти минимальную работу, необходимую для погружения мяча в воду плотностью  $1 \text{ г/см}^3$  с глубины 1 м до глубины 21 м. Силу сопротивления воды не учитывать.

*(Ю.В. Максимачев)*

**10.8. (5 баллов)** Вольтметр, рассчитанный на измерение напряжений до 30 В, имеет внутреннее сопротивление 3 кОм.

[8] Какое дополнительное сопротивление нужно присоединить к вольтметру для измерения напряжения до 300В? Ответ дать в килоомах.

*(Ю.В. Максимачев)*

**10.9. (7 баллов)** Теплоизолированный цилиндрический горизонтальный сосуд объёмом  $5V$  разделен очень тонкими теплопроводящими поршнями на 5 одинаковых отсеков. Поршни могут двигаться в сосуде свободно. Площадь поперечного сечения сосуда  $S$ . Первоначально отсеки заполнены идеальным газом, при этом в каждом отсеке поддерживаются соответственно давление  $Np_0$  и температура  $NT_0$ , где  $N$  – номер отсека ( $N = 1, 2, 3, 4, 5$ ), а поршни закреплены. Поршни отпускают и ждут, когда система придет в равновесие.

[9] Во сколько раз в результате изменится расстояние между вторым и третьим поршнями?

*(А.С. Чирцов)*



## Задачи для 11 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **10 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2023-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. (7 баллов)** С поверхности земли бросают камень.

- [1] С какой минимальной по модулю начальной скоростью его нужно бросить, чтобы он перелетел через стену толщиной 5,2 м? Высота стены равна ее толщине. Точка бросания камня находится на расстоянии 5,2 м от стены. Траектория камня симметрична относительно стены. Сопротивлением воздуха пренебречь.

(А.Г. Арешикин, О.С. Комарова, В.Г. Мозговая, Д.Л. Федоров)

**11.2. (7 баллов)** На одном из островов Бермудского треугольника, почему-то названном Косогравией, ускорение свободного падения, как и везде, равно  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$  по величине, но направлено под углом  $\alpha = 15^\circ$  к вертикали, то есть слегка скошено в Северном направлении. Очень низкорослый туземец стреляет из лука под углом  $\beta = 60^\circ$  к поверхности острова, и сообщает стреле известную начальную скорость  $v_0 = 3 \text{ м/с}$ .

- [2] На каком расстоянии от туземца стрела упадет на поверхность острова если выстрел производился в северном направлении? В южном направлении? В западном направлении?

**Замечание.** Ответ дать с точностью до одного сантиметра. Ответы указывайте через точку с запятой.

(А.С. Чирцов)

**11.3. (5 баллов)** Тело массой 10 г равномерно тонет в воде.

- [3] Считая, что на нагревание тела идет 50% выделяющейся при движении теплоты, определить, на сколько градусов возрастет температура тела при погружении на 10 м. Теплоемкость тела 0,4 Дж/К. Плотность тела много больше плотности воды.

(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)

**11.4. (6 баллов)** Электрический чайник имеет две обмотки. При включении только первой из них вода закипает через 40 мин, только второй – через 60 мин.

- [4] Через сколько минут закипит вода при одновременном включении обеих обмоток параллельно?

(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)

**11.5. (7 баллов)** С вершины длинной наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол  $60^\circ$ , бросают вниз тело с начальной скоростью 10 м/с под углом  $30^\circ$  к наклонной плоскости.

- [5] На каком расстоянии от точки бросания находится точка падения тела на наклонную плоскость? Сопротивлением воздуха пренебречь.

(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)

**11.6. (7 баллов)** Тело массой 0,4 кг начинает скользить с начальной скоростью 12 м/с вверх по наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом.

- [6] Определить работу сил трения за 3,6 с движения, если коэффициент трения в 6 раз меньше кв. корня из 3.

(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)

**11.7. (5 баллов)** При изотермическом расширении 2 молям идеального газа сообщено 249 Дж теплоты. Затем газ перевели в начальное состояние путем изобарического сжатия и изохорического нагревания. Работа газа за цикл равна 83 Дж.

[7] Определить разность максимальной и минимальной температуры газа в цикле.

*(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)*

**11.8. (6 баллов)** Бусинка может свободно скользить по обручу радиусом 4,5 м, который вращается относительно вертикальной оси, проходящей через его центр с угловой скоростью 2 рад/с.

[8] На какую максимальную высоту относительно нижнего положения поднимется бусинка? Ось лежит в плоскости обруча.

*(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)*

**11.9. (6 баллов)** Два шарика массами 0,2 г и 0,8 г и зарядами 0,3 мкКл и 0,2 мкКл соединены тонкой нитью длиной 20 см и движутся вдоль силовой линии однородного электрического поля с напряженностью 10 кВ/м, направленной вертикально вниз.

[9] Определить в миллиньютонах модель силы натяжения нити.

*(Ю.В. Максимачев, Т.Н. Стрелкова, Б.К. Галякевич)*





Международная физическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2023–2024 учебный год. Отборочный этап



## Таблица констант

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **10 ноября**.

Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице <https://www.formulo.org/ru/olymp/2023-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.

Ускорение свободного падения	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Скорость света	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$
Модуль заряда электрона	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Число Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Коэффициент в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2/\text{Кл}^2$
Молярная масса водорода	$M_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$
Молярная масса гелия	$M_{He} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
$\pi = 3,14$	$\pi^2 = 10$
$\sqrt{2} = 1,41$	$\sqrt{3} = 1,73$