



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

**ОЛИМПИАДА «Я-БАКАЛАВР» ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
5-11 КЛАССОВ**

**ФИЗИКА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ  
К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ  
2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА ДЛЯ 9 КЛАССА**

## **ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Характер и уровень сложности олимпиадных задач направлены на достижение целей проведения олимпиады: выявить способных участников, твердо владеющих школьной программой и наиболее подготовленных к освоению образовательных программ ВУЗов, обладающих логикой и творческим характером мышления, знанием законов механики и электромагнетизма.

Задания требуют различных временных затрат на верное и полное решение. Задания направлены на выявление интеллектуального потенциала, аналитических способностей и креативности мышления участников и т.п.

Каждый участник олимпиады получает бланк с заданием одного из двух вариантов, содержащий 5 заданий повышенной сложности.

В олимпиадные задания заключительного тура могут быть включены элементы содержания из следующих разделов курса физики:

- раздел «Механические явления»;
- раздел «Тепловые явления»;
- раздел «Электромагнитные явления».

Каждое задание оценивается в зависимости от уровня сложности и правильности полученного результата. Баллы, полученные участником олимпиады за выполненные задания, суммируются.

На решение задач отборочного этапа Олимпиады отводится 3 часа (три часа или 180 минут). Отсчет времени начинается с момента начала выполнения заданий.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА**

#### **Раздел 1. Механические явления.**

В этом разделе могут быть представлены задания, для выполнения которых необходимо умение описывать и анализировать кинематические процессы для равномерного и равнопеременного прямолинейного движений, равномерного вращательного движения; умение определять, действующие на

тела силы, и применять законы Ньютона; умение использовать условие равновесия для различных случаев.

### Примеры заданий

**Задание 1:** На гладком горизонтальном полу находится клин с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$  при основании. По нему запускают вверх брусок. Определите коэффициент трения клина  $\mu$  и время  $t_2$  движения бруска вниз, если известно, что до спуска вниз брусок прошел путь  $s = 16$  м за время  $t_1 = 2$  с.

#### *Возможное решение:*

1. Из второго закона Ньютона ускорения бруска при движении вверх и вниз соответственно:

$$|a_1| = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \quad (1)$$

$$|a_2| = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (2)$$

Далее модули ускорений будем обозначать  $a_1$  и  $a_2$ .

2) При движении вверх путь:

$$S = v_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} \quad (3)$$

При движении вниз:

$$S = \frac{a_2 t_2^2}{2} \quad (4)$$

3) Скорость в верхней точке:

$$v = v_0 - a_1 t_1 = 0,$$

откуда:

$$a_1 = \frac{v_0}{t_1} \quad (5)$$

Подставим это выражение в (3):

$$S = v_0 t_1 - \frac{v_0 t_1^2}{t_1 \cdot 2} = \frac{v_0 t_1}{2}$$

Отсюда начальная скорость:

$$v_0 = \frac{2S}{t_1}$$

4. Перепишем уравнение (1) с учетом (5) в виде:

$$\frac{v_0}{t_1} = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

и подставим начальную скорость:

$$\frac{2S}{t_1^2} = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

Откуда:

$$\mu = \frac{2S}{gt_1^2} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} - \operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot 16}{10 \cdot 2^2} \cdot \frac{1}{0,87} - 0,58 \approx 0,34$$

5. Из (2) вычислим  $a_2$ :

$$a_2 = 10 \cdot (0,5 - 0,34 \cdot 0,87) \approx 2 \text{ м/с}^2$$

Тогда из (4) следует:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16}{2}} = 4 \text{ с}$$

**Ответ:** Коэффициент трения  $\mu \approx 0,34$ , время движения бруска вниз 4 с.

*Для решения данной задачи необходимо уметь комбинировать знания из Динамики и Кинематики, а также уметь решать систему уравнений.*

**Задание 2:** Из 5 трубок сечением  $S_0 = 2 \text{ см}^2$  вертикально вверх бьют струи воды. Скорость воды на выходе из трубок равна  $v_0 = 5 \text{ м/с}$ . На струи кладут деревянную дощечку массой  $m = 2 \text{ кг}$ . На какую высоту над трубками поднимется дощечка? Достигая дощечки, вода разлетается от нее в горизонтальной плоскости. Плотность воды  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.

**Возможное решение:**

1. Одна струя ударяет о пластину с силой:

$$F_1 = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta m \cdot v}{\Delta t} = \frac{\rho \cdot \Delta V \cdot v}{\Delta t} = \frac{\rho \cdot S \cdot (v \cdot \Delta t) \cdot v}{\Delta t} = \rho v^2 S,$$

где  $S$  – площадь горизонтального сечения струи, а  $v$  – ее скорость на искомой высоте  $h$ .

2. Сила давления  $N$  струй, очевидно, равна:

$$F = NF_1$$

3. В равновесии:

$$mg = F = N\rho v^2 S = N\rho v \cdot v_0 S_0,$$

поскольку из условия неразрывности струи следует, что:

$$vS = v_0 S_0$$

4. Из кинематического рассмотрения имеем:

$$v^2 = v_0^2 - 2gh$$

5. Решая совместно эти уравнения, получаем:

$$h = \frac{1}{2g} \left( v_0^2 - \left[ \frac{mg}{N\rho v_0 S_0} \right]^2 \right) = \frac{1}{2 \cdot 10} \left( 5^2 - \left[ \frac{2 \cdot 10}{5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} \right]^2 \right) = 0,45 \text{ м}$$

**Ответ: 0,45 м.**

*Особенность данной задачи заключается в том, что для поиска силы, действующей со стороны струи воды на фанеру, необходимо использовать 2-ой закон Ньютона в записи через изменение импульса, а также условие неразрывности струи и условие равновесия.*

## **Раздел 2. Тепловые явления**

В этом разделе могут быть представлены задания, для выполнения которых необходимо умение графически и аналитически определять и описывать агрегатные состояния, умение записывать уравнение теплового баланса для различных ситуаций.

### Пример задания:

В миску, стоящую на улице, поместили воду и лед одинаковой массы  $m$  и закрыли крышкой. Через время  $\tau = 3$  ч в миске был только лед.

1. Определите через какое время температура льда понизится на  $1^\circ\text{C}$ ?
2. Какое время потребуется, чтобы лед охладился от  $-10^\circ\text{C}$  до  $-11^\circ\text{C}$ ?

Начальная температура льда и воды  $t_1 = 0^\circ\text{C}$ . Температура на улице  $t_2 = -15^\circ\text{C}$ . Удельная теплоемкость льда  $c = 2100$  Дж/(кг  $\cdot$  К). Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг.

### Возможное решение:

1. Теплообмен между содержимым миски и окружающей средой пропорционален разности температур  $t_2 - t_1$ , где  $t_1$  – температура калориметра. При кристаллизации вода  $t = t_1 = 0^\circ\text{C}$ :

$$-m\lambda = A(t_2 - t_1)\tau,$$

Где  $m$  – масса воды,  $A$  – коэффициент пропорциональности.

Отсюда:

$$A = -\frac{m\lambda}{(t_2 - t_1)\tau}$$

2. При охлаждении льда массой  $2m$  от  $0^\circ\text{C}$  до  $-1^\circ\text{C}$  ( $\Delta t = -1^\circ\text{C}$ ) теплообмен остался таким же, как при кристаллизации воды. Поэтому:

$$c \cdot 2m \cdot \Delta t = A(t_2 - t_1)\Delta\tau_1 = -\frac{m\lambda\Delta\tau_1}{\tau}$$

Отсюда:

$$\Delta\tau_1 = -\frac{2c \cdot \Delta t \cdot \tau}{\lambda} = -\frac{2 \cdot 2100 \cdot (-1) \cdot 3 \cdot 60 \cdot 60}{3,3 \cdot 10^5} = 137,45 \text{ с или } 2,29 \text{ мин}$$

3. При охлаждении льда массой  $2m$  от  $t = -10^\circ\text{C}$  до  $-11^\circ\text{C}$  ( $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ ) потребуется время  $\Delta\tau_2$ :

$$\Delta\tau_2 = \Delta\tau_1 \frac{t_2 - t_1}{t_2 - t} = 137,45 \cdot \frac{-15 - 0}{-15 - (-10)} = 412,35 \text{ с или } 6,87 \text{ мин}$$

**Ответ: 2,29 мин, 6,87 мин.**

*В рассмотренной задаче важно прийти к мысли, что теплообмен с окружающей средой пропорционален разности температур «тело-среда», и, используя её, найти коэффициент пропорциональности.*

### **Раздел 3. Электромагнитные явления**

В этом разделе могут быть представлены задания, для выполнения которых необходимо знать и уметь пользоваться законами Ома и Джоуля-Ленца (для участка цепи, не содержащей ЭДС и для полной цепи), теоретическими материалами, связанными с плоскими конденсаторами, а также их последовательном и параллельном соединениями.

#### **Примеры заданий:**

**Задание 1:** В сеть подключены последовательно маленькая электроплитка с сопротивлением  $R = 20$  Ом и резистор сопротивлением  $R_0 = 10$  Ом. Начальная температура плитки  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ . При длительном включении плитка нагрелась до максимальной температуры  $t_1 = 52^\circ\text{C}$ . Затем плитку охладили до начальной температуры и пересобрали цепь, подключив дополнительную плитку параллельно первой. Определите новую максимальную температуру плитки  $t_2$  при длительном включении?

#### **Возможное решение:**

1. Ток, протекающий через плитку, по закону Ома в 1 случае равен:

$$I_1 = \frac{U}{R + R_0}$$

Запишем закон Джоуля-Ленца для электроплитки:

$$I_1^2 R \tau = \left( \frac{U}{R + R_0} \right)^2 R \tau = k(t_1 - t_0) \quad (1)$$

2. Ток, протекающий через плитку, по закону Ома во 2 случае равен:

$$I_2 = \frac{1}{2} \frac{U}{\frac{R}{2} + R_0}$$

Распишем закон Джоуля-Ленца для электроплитки:

$$I_2^2 R \tau = \frac{1}{4} \left( \frac{U}{\frac{R}{2} + R_0} \right)^2 R \tau = k(t_2 - t_0) \quad (2)$$

3. Разделим уравнение (2) на уравнение (1):

$$\frac{1}{4} \left( \frac{R + R_0}{\frac{R}{2} + R_0} \right)^2 = \frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0}$$

Откуда:

$$t_2 = t_0 + \frac{1}{4} \left( \frac{R + R_0}{\frac{R}{2} + R_0} \right)^2 \cdot (t_1 - t_0) = 20 + \frac{1}{4} \left( \frac{20 + 10}{\frac{20}{2} + 10} \right)^2 \cdot (52 - 20) = 38^\circ\text{C}$$

**Ответ: 38°C.**

*В рассмотренной задаче необходимо использовать, как закон Ома, так и закон Джоуля-Ленца, а также уметь работать с последовательным и параллельными подключениями. Приведенное решение показывает необходимость умения работы с уравнениями. Если уравнения имеют одинаковую форму, в ряде случаев к успешному результату приводит деление одного уравнения на другое.*

**Задание 2:** Плоский воздушный конденсатор с обкладками в виде квадратных пластин имеет емкость  $C_1 = 16$  мкФ. Его разрезают на 4 равные части вдоль

плоскостей, перпендикулярных обкладкам. Из полученных конденсаторов берут три и соединяют параллельно. Найдите емкость получившейся батареи конденсаторов  $C_6$ .

**Возможное решение:**

1. Емкость плоского воздушного конденсатора равна

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

2. После разрезания получим 4 одинаковых воздушных конденсаторов с емкостями:

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 \frac{S}{4}}{d} = \frac{C_1}{4}$$

3. Емкость батареи:

$$C_6 = 3C_2 = 3 \cdot \frac{C_1}{4} = 3 \cdot \frac{16}{4} = 12 \text{ мкФ}$$

**Ответ: 12 мкФ.**

*В данной задаче надо знать формулу емкости плоского конденсатора, также уметь искать общую емкость систему конденсаторов при их последовательном и параллельном соединениях*

#### *Литература для подготовки*

1. А.С. Кондратьев, Е.И. Бутиков, А.А. Быков. «Физика в примерах и задачах». М.: «Наука»: Главн. ред. физ.-мат. литературы, 1989
2. «Задачи по физике: Учеб. пособие / И. И. Воробьев, П. И. Зубков, Г. А. Кутузова и др.; под ред. О. Я. Савченко. 3-е изд., испр. и доп. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2008.
3. Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986-2005  
С.Д. Варламов, В.И. Зинковский, М.В. Семенов, Ю.В. Старокуров, О.Ю. Шведов, А.А. Якута. М.: МЦНМО, 2007. 696 с.

#### *Информационные ресурсы:*

1. <https://mathus.ru/phys/>
2. <https://skysmart.ru/articles/physics>