



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 10 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, молекулярной физики, электромагнетизма, геометрической оптики.

Задания дифференцированы по сложности и 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 этапа могут быть включены элементы содержания из следующих разделов курса физики:

- раздел «Кинематика»;
- раздел «Динамика»;
- раздел «Статика и гидростатика»;
- раздел «Законы сохранения»;
- раздел «Молекулярная физика»;
- раздел «Термодинамика»;
- раздел «Электростатика»;
- раздел «Постоянный электрический ток»;
- раздел «Электромагнитная индукция»;
- раздел «Электромагнитные колебания»;
- раздел «Геометрическая оптика».

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. Кинематика**

Для решения задач этого раздела необходимо знать кинематику равномерного и равноускоренного прямолинейного движения, перемещение, скорость и ускорение материальной точки, свободное падение, ускорение свободного падения, движение тела, брошенного под углом к горизонту, зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени

**Пример задания:**

Из ямы с глубины 2 м строитель выбросил камень под углом  $60^{\circ}$  к горизонту. Начальная скорость камня 8 м/с. Определить расстояние, которое при этом камень пролетел по горизонтали.

***Дано:***

$$h_1 = 2 \text{ м}$$

$$v_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^{\circ}$$

$$s = ?$$

***Возможное решение:***

1. определим расстояние, которое при этом камень пролетел по горизонтали, с учетом равномерности движения

$$s = v_1 t = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

2. Найдем общее время движения

$$t = t_1 + t_2$$

3. Определим время, требуемое на подъем с учетом равнозамедленного движения по вертикали.

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

4. Определим высоту подъема над уровнем земли с учетом равноускоренного движения по вертикали.

$$h_2 = \frac{gt_2^2}{2}$$

5. Определим время, требуемое на спуск

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} \quad \text{время спуска}$$

6. Определим полную высоту подъема исходя из закона сохранения энергии

$$h_1 + h_2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

7. Определим высоту подъема над уровнем земли исходя из полной высоты подъема

$$h_2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - h_1$$

8. Определим время, требуемое на спуск с учетом высоты подъема над уровнем земли

$$t_2 = \frac{1}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh_1}$$

9. Найдем общее время движения с учетом времени подъема и спуска

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{1}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh_1}$$

10. Запишем ответ в общем виде для расстояния, которое камень пролетел по горизонтали.

$$s = v_0 \cos \alpha \cdot \left( \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{1}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh_1} \right)$$

$$s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{2gh_1}{v_0^2 \sin^2 \alpha}} \right) = 4 \text{ м}$$

**Ответ:  $s = 4 \text{ м}$**

*Особенность приведенной выше задачи состоит в том, что время всего движения состоит из двух частей: 1) времени подъема и 2) времени спуска.*

## Раздел 2. Динамика

Для решения задач этого раздела необходимо знать второй закон Ньютона для материальной точки, третий закон Ньютона, закон всемирного тяготения, силу тяжести, силу упругости, закон Гука, вес тела. движущегося с ускорением,

силу трения скольжения и силу трения покоя, коэффициент трения

**Пример задания:**

Один конец тонкого деревянного стержня погружен в воду, а другой подвешен и находится на расстоянии  $h=40$  см над уровнем воды. Какой угол  $\alpha$  составляет стержень с вертикалью? Длина стержня  $l=200$  см, плотность дерева  $\rho_c=0,7$  г/см<sup>3</sup>.

**Дано:**

$$l=200\text{см}$$

$$h=40\text{ см}$$

$$\rho_c=0,7\text{ г/см}^3$$

$\alpha$  -?

**Возможное решение:**

1. Запишем условие равновесия для моментов сил

$$M_m = M_g$$

2. Определим величину момента силы тяжести относительно точки подвеса

$$M_m = Pl \frac{1}{2} \sin\alpha$$

3. Определим величину момента выталкивающей силы Архимеда относительно точки подвеса.

$$M_g = F_A(l - x) \sin\alpha$$

4. Определим длину не погруженной части стержня.

$$l_g = \frac{h}{\cos\alpha}$$

5. Определим длину погруженной части стержня

$$l_n = l - \frac{h}{\cos\alpha}$$

6. Определим расстояние от конца стержня до точки приложения силы Архимеда

$$x = \frac{1}{2} \left( l - \frac{h}{\cos\alpha} \right)$$

7. Определим силу тяжести, действующую на стержень

$$P = \rho_c l S g$$

8. Определим силу Архимеда, действующую на стержень

$$F_A = \rho_g \left( l - \frac{h}{\cos \alpha} \right) Sg$$

9. Запишем условие баланса сил, действующих на стержень

$$\rho_c l S g l \frac{1}{2} \sin \alpha = \rho_g \left( l - \frac{h}{\cos \alpha} \right) S g (l - x) \sin \alpha$$

10. Упрощаем

$$\rho_c l^2 \frac{1}{2} = \rho_g \left( l - \frac{h}{\cos \alpha} \right) \left[ l - \frac{1}{2} \left( l - \frac{h}{\cos \alpha} \right) \right]$$

$$l^2 \rho_c = \rho_g \left( l^2 - \frac{h^2}{\cos^2 \alpha} \right)$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{l} \sqrt{\frac{\rho_g}{\rho_g - \rho_c}}$$

11. Запишем ответ в общем виде

$$\alpha = \arccos \left( \frac{h}{l} \sqrt{\frac{\rho_g}{\rho_g - \rho_c}} \right) = 69^\circ$$

**Ответ:**  $\alpha = 69^\circ$

**Особенность приведенной выше задачи состоит в вариативности силы Архимеда и необходимости в связи этим использовать условия баланса как сил, так и моментов сил.**

### Раздел 3. Статика и гидростатика

Для решения задач этого раздела необходимо знать поступательное и вращательное движение твёрдого тела, момент силы относительно оси вращения, плечо силы, сложение сил, приложенных к твёрдому телу, центр тяжести тела условия равновесия твёрдого тела, давление, гидростатическое давление, силу Архимеда.

#### Пример заданий:

Вода, ртуть и масло помещены в U-образную трубку, сечение которой в левом и правом коленах одинаково. В начальной ситуации уровни ртути в левом и правом коленах совпадают, Высота столба воды над уровнем ртути равна  $H$  (см. рисунок). Сначала кран в тонкой горизонтальной трубке, соединяющей колена на высоте  $H/2$  над уровнем ртути, закрыт. Затем кран открывается. Как

изменится уровень масла в правом колене после открывания крана? При этом вода в правое колено не попадает, и в обоих коленах всегда остаются вертикальные участки, заполненные ртутью. Плотности ртути, воды и масла равны  $\rho_r$ ,  $\rho_v$ ,  $\rho_m$ , причём  $\rho_v > \rho_m$ .

**Дано:**

$\rho_r$ ,

$\rho_v$ ,

$\rho_m$ ,

$H$

$h$  -?



**Возможное решение:**

1. Найдем давление слева от крана до открывания крана

$$p_{1нач} = \frac{\rho_v g H}{2}$$

2. Найдем давление справа от крана до открывания крана

$$p_{2нач} = \rho_m g \left( H \frac{\rho_v}{\rho_m} - \frac{H}{2} \right)$$

$$p_{2нач} = \frac{\rho_m g H}{2} \left( 2 - \frac{\rho_m}{\rho_v} \right) > p_{1нач}$$

3. Найдем давление слева от крана после открывания крана

$$p_{1кон} = \frac{\rho_v g H}{2} + \rho_m g x - \rho_m g y$$

$x$  - высота столбика масла, перешедшего в левое колено после открывания крана

$y$  - высота столбика ртути, перешедшего в правое колено после открывания крана

4. Найдем давление справа от крана после открывания крана

$$p_{2кон} = \rho_v g H - \frac{\rho_m g H}{2} - \rho_m g x + \rho_m g y$$

5. Запишем условие равновесия жидкости в сообщающихся сосудах

$$p_{1кон} = p_{2кон}$$

6. Запишем условие сохранения полного давления на дно U-образной трубки

$$\rho_m g x = \rho_p g y$$

7. Найдем  $x$  - высота столбика масла, перешедшего в левое колено после открывания крана

$$x = \frac{\rho_p (\rho_v - \rho_m) H}{2\rho_m (2\rho_p - \rho_v - \rho_m)}$$

8. Запишем решение в общем виде

$$h = x - y = x \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho_p} \right) = \frac{\rho_p - \rho_m}{2\rho_p - \rho_v - \rho_m} \frac{\rho_v - \rho_m}{\rho_m} \frac{H}{2}$$

Ответ: 
$$h = \frac{\rho_p - \rho_m}{2\rho_p - \rho_v - \rho_m} \frac{\rho_v - \rho_m}{\rho_m} \frac{H}{2}$$

*Сложность приведенной задачи заключается в необходимости определения положения равновесия системы в измененном режиме после открывания крана.*

#### **Раздел 4. Динамика и законы сохранения.**

Для решения задач этого раздела необходимо знать задания на импульс материальной точки, системы материальных точек, закон сохранения импульса, работу силы, мощность силы, кинетическую энергию, потенциальную энергию упруго деформированной пружины, потенциальную энергию тела в однородном гравитационном поле, полную механическую энергию, закон сохранения полной механической энергии.

#### **Раздел 5. Молекулярная физика**

Для решения задач этого раздела необходимо знать основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества, и, в частности, основное уравнение МКТ идеального газа, газовые законы, уравнение Менделеева–Клапейрона, абсолютную температуру, закон Дальтона, изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества.

**Пример задания:**

Объемы одинаковых шаров А и В соединены трубкой С, посередине которой при  $t_{нач} = 0^{\circ} \text{C}$  находится капля ртути. Объем воздуха в каждом шаре и части трубки С до капельки ртути  $V_{нач} = 300 \text{ см}^3$ . На какое расстояние сместится капля ртути, если шар А нагреть на  $\Delta t_A = 4^{\circ} \text{C}$ , а шар В охладить на  $\Delta t_B = 3^{\circ} \text{C}$ ? Площадь поперечного сечения трубки С равна  $10 \text{ мм}^2$ . Расширение стенок не учитывать

**Дано:**

$$t_{нач} = 0^{\circ} \text{C}$$

$$V_{нач} = 300 \text{ см}^3$$

$$\Delta t_A = 4^{\circ} \text{C}$$

$$\Delta t_B = 3^{\circ} \text{C}$$

$$S = 10 \text{ мм}^2$$

$$\Delta h - ?$$

**Возможное решение:**

1. Определим первоначальный объем воздуха по одной стороне от капельки ртути.

$$V_{нач} = V_{ш} + S \frac{1}{2} h$$

$$V_{ш} = V_{нач} - S \frac{1}{2} h \quad \text{объем шара,}$$

$h$  – длина соединительной трубки.

2. Определим объем воздуха по стороне шара А от капельки ртути после нагревания этой стороны и охлаждения другой стороны.

$$V_{1кон} = V_{ш} + S \left( \frac{1}{2} h + \Delta h \right) = V_{нач} + S \Delta h$$

3. Определим объем воздуха по стороне шара В от капельки ртути после охлаждения этой стороны и нагревания другой стороны.

$$V_{2кон} = V_{ш} + S \left( \frac{1}{2} h - \Delta h \right) = V_{нач} - S \Delta h$$

4. Запишем объединенный газовый закон для конечного состояния в шаре А

$$\frac{p_{нач} V_{нач}}{T_{нач}} = \frac{p_{1кон} V_{1кон}}{T_{1кон}} \quad (\text{А})$$

$$T_{1\text{кон}} = T_{\text{нач}} + \Delta t_A$$

5. Запишем объединенный газовый закон для конечного состояния шара В

$$\frac{p_{\text{нач}} V_{\text{нач}}}{T_{\text{нач}}} = \frac{p_{2\text{кон}} V_{2\text{кон}}}{T_{2\text{кон}}} \quad (\text{В})$$

$$T_{2\text{кон}} = T_{\text{нач}} - \Delta t_B$$

6. Запишем условие равновесия

$$p_{1\text{кон}} = p_{2\text{кон}}$$

7. Сопоставим соотношения (А) и (В)

$$\frac{V_{1\text{кон}}}{T_{1\text{кон}}} = \frac{V_{2\text{кон}}}{T_{2\text{кон}}}$$

8. Составим уравнение для  $\Delta h$

$$\frac{V_{\text{нач}} + S\Delta h}{T_{1\text{кон}}} = \frac{V_{\text{нач}} - S\Delta h}{T_{2\text{кон}}}$$

9. Запишем ответ в общем виде

$$\Delta h = \frac{V(T_{1\text{кон}} - T_{2\text{кон}})}{S(T_{1\text{кон}} + T_{2\text{кон}})}$$

$$\Delta h = \frac{V(\Delta t_A + \Delta t_B)}{S(2T_{\text{нач}} + \Delta t_A - \Delta t_B)} = 5,5 \text{ см}$$

**Ответ:  $\Delta h = 5,5 \text{ см}$**

*В рассмотренной задаче, помимо использования уравнения состояния идеального газа, необходимо использовать условие баланса сил. 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.*

## **Раздел 6. Термодинамика.**

Шестой раздел содержит задания на количество теплоты, теплоёмкость тела, удельную и молярную теплоёмкости вещества, уравнение Майера, удельную теплоту сгорания топлива, расчёт количества теплоты при теплопередаче, понятие об адиабатном процессе, первый закон термодинамики, внутреннюю энергию.

## **Раздел 7. Электростатика.**

Седьмой раздел содержит задания на взаимодействие зарядов, точечные

заряды, закон Кулона, электрическое поле, напряжённость электрического поля, потенциал электростатического поля. связь напряжённости поля и разности потенциалов, принцип суперпозиции электрических полей, конденсатор, электроёмкость конденсатора, электроёмкость плоского конденсатора, параллельное и последовательное соединение конденсаторов, энергию заряженного конденсатора.

## Раздел 8. Постоянный электрический ток

Для решения задач этого раздела необходимо знать основные положения о силе тока, постоянном токе, закон Ома для участка цепи и для полной цепи, электрическое сопротивление, зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения, последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников, работу электрического тока, закон Джоуля–Ленца.

### Пример задания:

Сопротивление каждой части потенциометра  $R = 4$  Ом (рис.). Сопротивление  $r$  к гальванометру меняется в пределах от  $r_1 = 5$  Ом до  $r_2 = 20$  Ом. При этом показания гальванометра изменяются в  $n=3$  раза. Найти  $R_G$  - внутреннее сопротивление гальванометра, напряжение на зажимах потенциометра поддерживается постоянным.

### Дано:

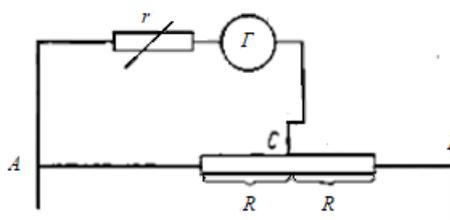
$$R = 4 \text{ Ом}$$

$$r_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 20 \text{ Ом}$$

$$n=3$$

$$R_G \text{ -?}$$



### Возможное решение:

1. Используем закон Ома для участка АВ

$$U = I_1 R_1$$

2. Запишем выражение для сопротивления участка АВ

$$R_1 = \frac{R(r+R_\Gamma)}{R+r+R_\Gamma} + R = R \frac{R+2r+2R_\Gamma}{R+r+R_\Gamma}$$

3. Запишем выражение для тока для участка АВ

$$I_1 = I_\Gamma + I_R$$

4.Используем условие равенства напряжений на параллельных участках цепи

$$I_\Gamma(r + R_\Gamma) = I_R R$$

5. Преобразуем выражение для тока для участка АВ

$$I_R = \frac{I_\Gamma(r+R_\Gamma)}{R}$$

$$I_1 = I_\Gamma \frac{R+r+R_\Gamma}{R}$$

6. Преобразуем выражение для напряжения на участке АВ

$$U = I_\Gamma \frac{R+r+R_\Gamma}{R} R \frac{R+2r+2R_\Gamma}{R+r+R_\Gamma}$$

$$U = I_\Gamma(R + 2r + 2R_\Gamma)$$

7. Составим выражения для силы тока через гальванометр для разных ситуаций, описанных в условии задачи

$$I_{\Gamma 1} = \frac{U}{R+2r_1+2R_\Gamma}$$

$$I_{\Gamma 2} = \frac{U}{R+2r_2+2R_\Gamma}$$

8.Составим уравнение для определения сопротивления гальванометра, используя условие задачи

$$I_{\Gamma 1} = n I_{\Gamma 2}$$

$$\frac{U}{R+2r_1+2R_\Gamma} = n \frac{U}{R+2r_2+2R_\Gamma}$$

$$R + 2r_2 + 2R_\Gamma = n(R + 2r_1 + 2R_\Gamma)$$

9. Запишем ответ в общем виде

$$R_\Gamma = \frac{2(r_2 - nr_1) - R(n-1)}{2(n-1)} = 0,5 \text{ Ом} \quad (56)$$

**Ответ:  $R_\Gamma = 0,5 \text{ Ом}$**

*В рассмотренной задаче важно понимать электрические схемы. Понимание того, как распределяются потенциалы в цепи, и как это распределение влияет на токи в ветвях, позволяет составить систему для*

*решения задачи.*

## **Раздел 9. Электромагнетизм.**

Девятый раздел содержит задания на явление электромагнитной индукции, поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, эдс индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле, правило Ленца, индуктивность, явление самоиндукции, эдс самоиндукции, энергию магнитного поля катушки с током. Задания на колебательный контур. свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре, формулу Томсона, связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре, закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре.

## **Раздел 10. Геометрическая оптика**

Данный раздел содержит задания на основные законы геометрической оптики, умение строить изображения в тонких линзах, знание основных видов и характеристик тонких линз, умение пользоваться формулой тонких линз в расчетах.

### *Литература для подготовки*

1. Козел С. М. Сборник задач по физике для 10-11 классов с углубленным изучением, «Просвещение» 2011
2. Г. Я. Мякишев Физика. Профильный уровень. 10-11 класс. Сборник задач. «Дрофа». 2015
3. И. Ш. Слободецкий, Л. Г. Асламазов - Задачи по физике «Наука». 1980
4. Б. Ю. Коган - Задачи по физике для профильной школы с примерами решений. «Илекса». 2015
5. А. А. Пинский - Задачи по физике: «Физматлит», 2018
6. А.С. Кондратьев, Е.И. Бутиков, А.А. Быков. «Физика в примерах и задачах». М.: «Наука»: Главн. ред. физ.-мат. литературы, 1989
7. «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.

8. 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/physics/>
2. <https://skysmart.ru/articles/physics>