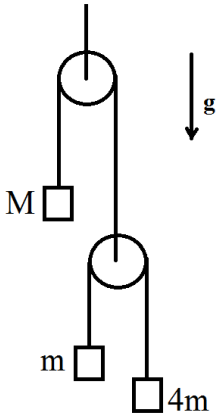
Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
в 2026-2027 учебном году

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

1. Странное взвешивание



Какова масса груза ***M***, если динамометр, к которому подвесили изображенную на рисунке систему показал силу $F = 8\,mg$? Ускорение свободного падения ***g***. Блоки и нити невесомы. Нити нерастяжимы.

Возможное решение:

T = 8mg/2 = 4 mg, нижние нити аналогично 2mg, т.к. блоки и нити невесомы. Запишем 2 закон Ньютона для всех тел:

$Ma_1 = T - Mg = 4mg - Mg$

$ma_2 = T_2 - mg = mg$

$4ma_3 = 4mg - T_2 = 2mg$

Записана кинематическая связь: $a_1 = (a_3 - a_2)/2$

Из системы уравнений найдена масса M = 16/3 m

Разбалловка:

	Этапы решения	***соотношения***	***балл***
1.	Равновесие верхнего блока. Выражены силы натяжения	T = 8mg/2 = 4 mg	1
2.	Найдены силы натяжения нижних нитей	2mg	1
3.	Второй закон Ньютона для тела массы M	$Ma_1 = T - Mg = 4mg - Mg$	1
4.	Второй закон Ньютона для тела массы m	$ma_2 = T_2 - mg = mg$ $a_2 = g$	2
5.	Второй закон Ньютона для тела массы 4m	$4ma_3 = 4mg - T_2 = 2mg$ $a_3 = ½\ g$	2
6.	Найдена кинематическая связь из нерастяжимости нитей.	$a_1 = (a_3 - a_2)/2 = -1/4\ g$	2
7.	Найдена масса M	$M = 16/3\ m \approx 5{,}33\ m$	1
	Сумма за задачу:		**10**

Комментарии: Может быть попытка рассмотрения движения относительно нижнего блока, тогда надо смотреть, правильно ли был произведен переход.
Все уравнения можно писать и в проекции на одну ось, знаки ускорений появятся автоматически. Ответ можно оставлять в виде дроби, балл за это не снимается.

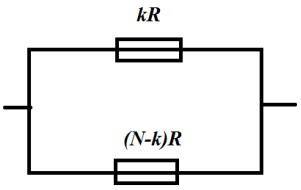
Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

2. Кольцо из резисторов

N резисторов с сопротивлением R каждый соединены в кольцо. Чему равно максимальное сопротивление между двумя точками кольца. Найдите максимальную и минимальную мощность, выделяемую в цепи при подключении между двумя точками кольца напряжения U.

Возможное решение:

При подключении омметра, если получается следующая эквивалентная схема:



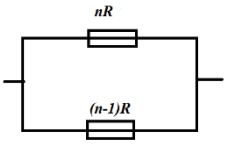
Общее сопротивление: $R_0 = R\frac{k(N-k)}{N}$

Зависимость от k квадратична, максимум при $k = N/2$ *(знают вершину параболу, либо взяли производную)*

Тогда $R_{0max} = R\frac{N}{4}$, если $N=2n$ *(четное)*

Если $N=2n-1$ *(нечетное),* то ищем ближайшее к вершине

$n = (N+1)/2$, тогда $R_{0max} = R\frac{N^2-1}{4N}$,



Мощность $P = \frac{U^2}{R_0}$; $P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{NU^2}{Rk(N-k)}$

Мощность максимальна при минимальном R_0 и минимальна при максимальном R_0.

Минимальное сопротивление, когда с одной стороны 1 резистор, а параллельно все остальные $k=1$, $R_{0min} = R\frac{(N-1)}{N}$. Тогда $P_{max} = \frac{NU^2}{R(N-1)}$

Для минимальной мощности два ответа при четном N: $P_{min} = \frac{4U^2}{RN}$, при нечетном N: $P_{min} = \frac{4NU^2}{R(N^2-1)}$

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

Критерии оценивания:

№	Этапы решения	соотношения	балл
1	Эквивалентная схема		1
2	Нахождение общего сопротивления	$\boldsymbol{R_0 = R\frac{k(N-k)}{N}}$ или аналог	1
3	Нашли максимум параболы	*k = N/2*	1
4	Найдено максимальное R	$\boldsymbol{R_{0max} = R\frac{N}{4}}$	1
5	N может быть четным и нечетным		1
6	Найден ответ для нечетного N	$\boldsymbol{R_{0max} = R\frac{N^2-1}{4N}}$	1
7	Выражение для мощности	$\boldsymbol{P = \frac{U^2}{R_0}}$	1
8	Найдена максимальная мощность	$\boldsymbol{P_{max} = \frac{NU^2}{R(N-1)}}$	1
9	Найдена минимальная мощность	при четном *N*: $\boldsymbol{P_{min} = \frac{4U^2}{RN}}$, при нечетном *N*: $\boldsymbol{P_{min} = \frac{4NU^2}{R(N^2-1)}}$ *(по одному баллу за каждый ответ)*	2
		сумма	**10**

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

3. На ниточке

В маленький шарик массы $\boldsymbol{M}$ = 200 г, висящий на нити длины $\boldsymbol{l}$ = 0,4 м, попадает, летевшая горизонтально пуля, и застревает в нем. Найдите начальную скорость пули, если шарик с пулей отклонились на максимальный угол $\boldsymbol{\alpha}$ = 60° и сила натяжения нити в этом положении составила $\boldsymbol{T}$ = 3Н. Какая сила натяжения нити была сразу после попадания пули? Ускорение свободного падения $\boldsymbol{g}$ примите равным 10 м/с^2.

Возможное решение:

Запишем закон сохранения импульса при столкновении: $\boldsymbol{mv_0 = (m + M)v}$

Закон сохранения энергии при дальнейшем движении: $\frac{(m+M)v^2}{2} = (M + m)gh$, где

$\boldsymbol{h = l(1 - cos\alpha)}$, $\boldsymbol{\alpha = 60°, cos\alpha = 1/2}$.

При максимальном отклонении скорость в крайней точке = 0 и центростремительное ускорение = 0, тогда сила натяжения при максимальном угле отклонения: $\boldsymbol{T = (M + m)gcos\alpha}$.

Второй закон Ньютона в нижней точке: $\boldsymbol{(m + M)a = T_н - (M + m)g}$, где $\boldsymbol{a = \frac{v^2}{l}}$ – центростремительное ускорение.

Решая систему и подставляя значения m и v, получаем

$$\boldsymbol{v_0 = (1 + M/m)v = \frac{T\sqrt{gl}}{(T - Mgcos\alpha)}} = \mathbf{3}\ \text{м/с}$$

$$\boldsymbol{T_н = (m + M)\frac{v^2}{l} + (M + m)g} = \mathbf{12}\ \text{Н}.$$

**Промежуточные m и v можно не считать, а подставлять в общем виде.*
Пункты в разбалловке можно объединять.

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

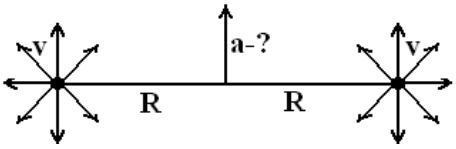
Критерии оценивания:

№	Этапы решения	соотношения	балл
1.	Записан закон сохранения импульса	$mv_0 = (m+M)v$	1
2.	При максимальном отклонении скорость равна нули, поэтому центростремительное (нормальное ускорение) = 0		0,5
3.	Сила натяжения при максимальном отклонении	$T = (M+m)gcos\alpha$	1
4.	Закон сохранения энергии	$\frac{(m+M)v^2}{2} = (M+m)gh$	1
5.	Выражена высота подъема через угол	$\boldsymbol{h = l(1-cos\alpha) = l/2}$, $\boldsymbol{\alpha = 60°, cos\alpha = 1/2}$.	1
6.	Скорость тела сразу после попадания *	$v = \sqrt{gl} = 2\frac{\text{м}}{\text{с}}$	1
7.	Найдена масса пули *	$m = \frac{T}{gcos\alpha} - M = 0{,}4$ кг	0,5
8.	Выражена скорость пули	$v_0 = (1+M/m)v = \frac{T\sqrt{gl}}{(T-Mgcos\alpha)}$	0,5
9.	Записан 2 закон Ньютона в нижней точке	$(m+M)a = T_{\text{н}} - (M+m)g$	1
10.	Центростремительное ускорение в нижней точке сразу после попадания пули	$a = \frac{v^2}{l}$	0,5
11.	Выражена сила натяжения сразу после попадания пули	$T_{\text{н}} = (m+M)\frac{v^2}{l} + (M+m)g$	1
12.	Найдена численное значение начальной скорости пули	$v_0 = (1+M/m)v = 3$ м/с	0,5
13.	Найдена сила натяжения сразу после попадания пули (численное значение)	$T_{\text{н}} = 12$ Н	0,5
		сумма	**10**

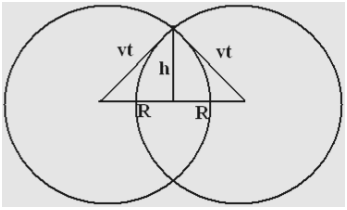
Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

4. Между двух огней

В точках на расстоянии $2R$ одновременно загорелась степь. Вы оказались посередине отрезка между этими точками. С каким наименьшим ускорением надо двигаться по средней линии, чтобы спастись? Огонь распространяется во все стороны со скоростью **v**.



Возможное решение:



Область, охваченная огнём через время t, наложение кругов радиусом r = vt с центрами в указанных в условии точках (рис.). Найдём при заданном ускорении a, при каком пройденном расстоянии h Вы окажетесь на границе этой области. При равноускоренном движении $h = at^2/2$, откуда $t^2 = 2h/a$. Из теоремы Пифагора имеем $v^2t^2 = h^2 + R^2$. После подстановки $t^2 = 2h/a$ получаем квадратное уравнение для h: $h^2 - 2v^2h/a + R^2 = 0$. У него два корня $h_{1,2} = v^2/a \pm \sqrt{v^4/a^2 - R^2}$ в случае положительного подкоренного выражения (дискриминанта), один корень при нулевом дискриминанте и нет решений при отрицательном дискриминанте. Итак, если ускорение $a < v^2/R$, то огонь Вас догонит при меньшем значении h, а выбежите Вы из горящей области при большем h. По мере увеличения ускорения отрезок пути в области горения сокращается и доходит до нуля ($h_1 = h_2$) при $a = v^2/R$, когда дискриминант обращается в ноль. При большем ускорении решений уже нет, огонь Вас не догонит.

Решение из неравенства $h^2 > v^2t^2 - R^2$ (при каком наименьшем ускорении оно выполняется для любого h, или любого t) сводится к исследованию рассмотренного выше квадратного уравнения (или биквадратного для t).

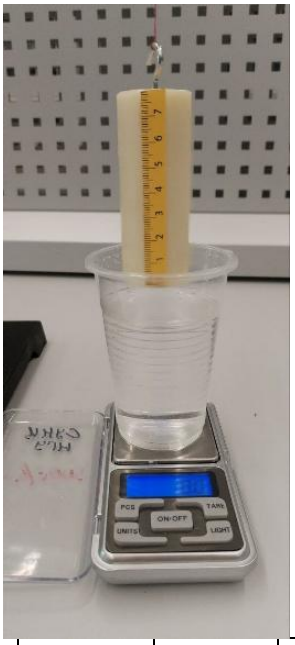
Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

Критерии оценивания:

№	Этапы решения	соотношения	балл
1	Область, охваченная огнём через время t, как наложение двух кругов	радиус $r = vt$	1
2	Связь перемещения и времени	$h = at^2/2$ или $t^2 = 2h/a$	1
3	Условие попадания на границу этой области	$v^2t^2 = h^2 + R^2$	1
4	Получение квадратного уравнения для h (или для t^2)	$h^2 - 2v^2h/a + R^2 = 0$	3
5	Исследование корней и нахождение искомого ускорения	$a = v^2/R$	4
		сумма	**10**

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

5. Погружение



На электронные весы поставили стакан с водой, обнулили показания весов и начали постепенно погружать цилиндр длиной 8 см с наклеенной на его боковую стенку миллиметровой шкалой (см. рис.) так, чтобы он не касался стенок и дна сосуда.

В таблице приведены значения глубины погружения h нижней части цилиндра в воду и соответствующие показания весов.

h, см	*0,8*	*1,1*	*2,0*	*2,3*	*2,9*	*3,7*	*4,4*	*5,0*	*5,8*	*6,6*
m, г	*4,9*	*8,1*	*15,8*	*16,6*	*22,3*	*28,2*	*31,9*	*37,8*	*44,6*	*50,5*

Используя экспериментальные данные, необходимо:

1) построить график зависимости показаний весов ***m*** от глубины погружения цилиндра ***h***;

2) используя график, определить площадь сечения цилиндра и его объём, найти погрешности;

3) по графику определить, какими будут показания весов при полном погружении цилиндра в воду.

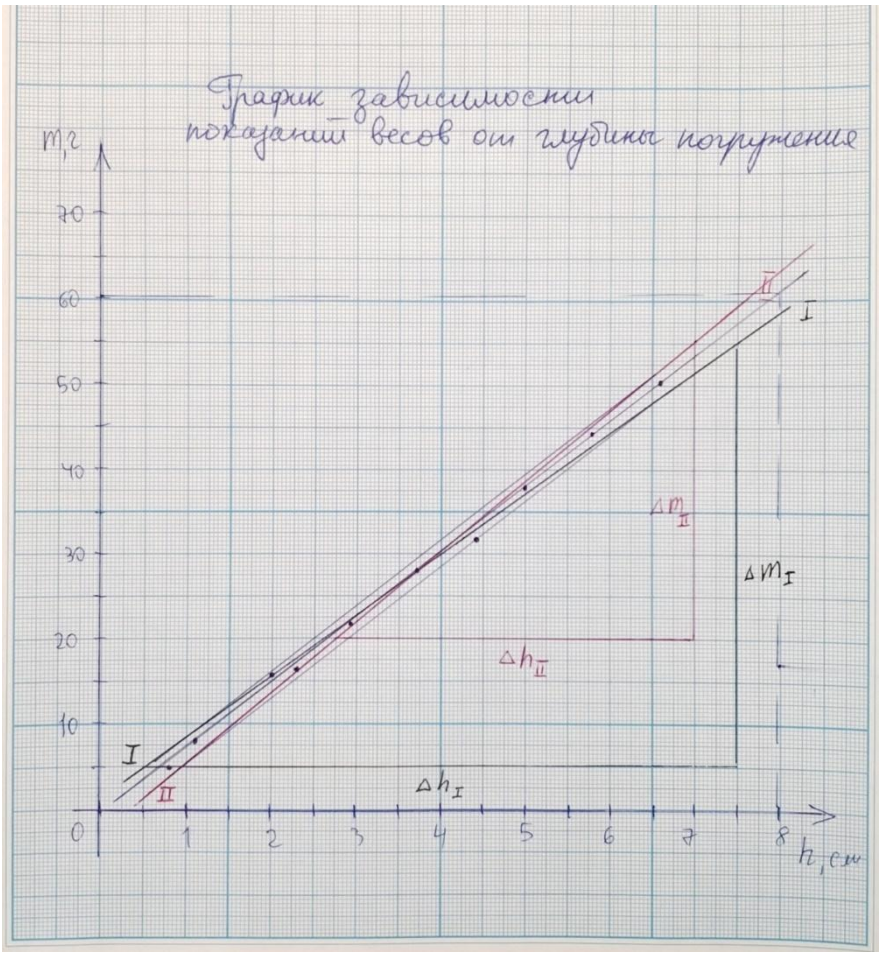
Примечание. *График необходимо строить на листе выданной Вам миллиметровой бумаги.*

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

Возможное решение

При погружении цилиндра на него действует направленная вверх выталкивающая сила со стороны жидкости, тогда по третьему закону Ньютона сила действия тела на жидкость численно равна ей, но направлена вниз и передаётся весам, т.е. показания весов соответствуют значению архимедовой силы, выраженной в единицах массы: $m = \frac{F_{\text{арх}}}{g} = \frac{g \cdot \rho_0 \cdot V_{\text{погр}}}{g} = \rho_0 \cdot V_{\text{погр}}$

При этом объём погружённой части цилиндра $V_{\text{погр}} = Sh$. Тогда $m = \rho_0 Sh$, т.е. зависимость m(h) линейная. По угловому коэффициенту прямой $k = \rho_0 S$, зная плотность воды $\rho_0 = 1\,\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, можно найти площадь сечения цилиндра $S = \frac{k}{\rho_0}$.



Построим график зависимости ***m(h)***. Все точки располагаются внутри полосы, диагонали которой позволят найти минимальный и максимальный угловые коэффициенты наклона прямой.

$k_I = k_{min} = \frac{(55-5)\text{г}}{(7{,}5-0{,}5)\text{см}} \approx 7{,}14\,\frac{\text{г}}{\text{см}}$

$k_{II} = k_{max} = \frac{(55-20)\text{г}}{(7{,}0-2{,}75)\text{см}} \approx 8{,}24\,\frac{\text{г}}{\text{см}}$

$\Delta k = \frac{k_{max}-k_{min}}{2} = \frac{(8{,}24-7{,}14)\frac{\text{г}}{\text{см}}}{2} \approx 0{,}6\frac{\text{г}}{\text{см}}$. $k = \frac{k_{max}+k_{min}}{2} = \frac{(8{,}24+7{,}14)\frac{\text{г}}{\text{см}}}{2} \approx 7{,}7\frac{\text{г}}{\text{см}}$. $\varepsilon_k = \frac{\Delta k}{k} \approx 0{,}08 = 8\%$.Тогда площадь сечения цилиндра $S = \frac{k}{\rho_0} = \frac{(7{,}7 \pm 0{,}6)\frac{\text{г}}{\text{см}}}{1\frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = (7{,}7 \pm 0{,}6)\text{см}^2$; $\varepsilon_S = 8\%$. Объём цилиндра найдём умножением на его полную длину, заданную в условии: $V = Sl = (7{,}7 \pm 0{,}6)\text{см}^2 \cdot 8\text{см} = (61{,}6 \pm 4{,}8)\text{см}^3 = (62 \pm 5)\text{см}^3$, ; $\varepsilon_V = 8\%$.

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

Критерии оценивания (максимум 10 баллов)

1) Получена формула, связывающая показания весов m с глубиной погружения h цилиндра в воду **0,5 балла**

2) Указано, что эта зависимость линейная **0,5 балла**

3) Построен график зависимости $\boldsymbol{m(h)}$ **4 балла**

- размер графика: не менее 12 см по каждой оси 0,5 балла
- верно расположены и подписаны оси 0,5 балла
- подходящий масштаб и оцифровка осей 1 балл
- нанесены ВСЕ точки 0,5 балла
- исключены обе точки – выбросы 0,5 балла
- верно проведены линии графика 1 балл

4) По графику найдены угловые коэффициенты **2 балла**

- *найдено значение* k_{min}
  если в пределах [7,0-7,3] $\frac{\text{г}}{\text{см}}$ 1 балл;
  если в пределах [6,8-7,5] $\frac{\text{г}}{\text{см}}$ *0,5 балла;*
- *найдено значение* k_{max}
  если в пределах [8,1-8,4] $\frac{\text{г}}{\text{см}}$ 1 балл;
  если в пределах [7,9-8,6] $\frac{\text{г}}{\text{см}}$ *0,5 балла;*

5) Определена погрешность k **1 балл**

Примечание: могут быть использованы другие алгоритмы оценки погрешности, отличающиеся от описанных; при этом относительная погрешность не должна превышать 10%.

6) Определена площадь сечения цилиндра **1 балл**

- *записана формула* $S = \frac{k}{\rho_0}$ 0,5 балла;
- *численное значение попадает в границы* $(7{,}7 \pm 0{,}6)\text{см}^2$ *и записано с указанием границ погрешности* 0,5 балла.

7) Определён объём цилиндра **1 балл**

- *записана формула* $V = Sl$ 0,5 балла;
- *численное значение попадает в границы* $(62 \pm 5)\text{см}^3$*и записано с указанием границ погрешности* 0,5 балла;

Предмет	*Класс*	*Дата*	*Время начала*	*Время окончания*
физика	*10*	*09.11.2026*	*10.00*	*13.00*

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых в ключе. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. **Наличие лишь ответа без решения не оценивается.** При наличии у участника двух решений без указания, какое он считает верным, оценка проводится по худшему. Для удобства работы жюри решения и критерии оценки для каждой задачи приведены на отдельной странице и при необходимости снабжены комментарием. К некоторым задачам может приводиться два варианта решения. Следует держаться духа и буквы предлагаемой разбалловки, чтобы обеспечить сопоставимость проверки на разных площадках проведения.

С вопросами по критериям оценок можно обратится или по электронной почте masha.yuldasheva@mail.ru или по телефону 8-913-940-45-06 к председателю предметно-методической комиссии олимпиады *Юлдашевой Марии Рашидовне*.