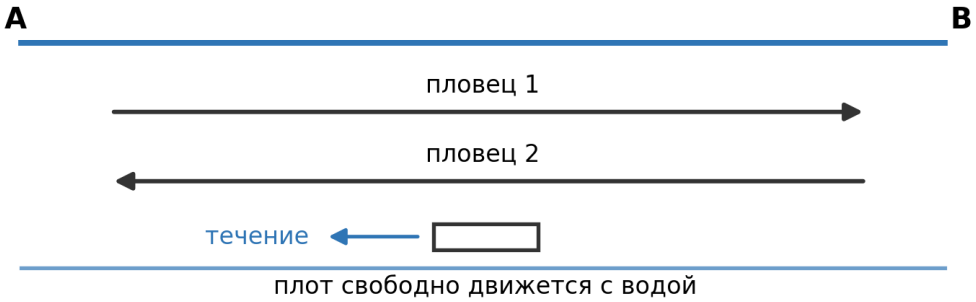
ФИЗИКА
ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Задания
муниципального этапа
2026-2027 учебный год
8 класс

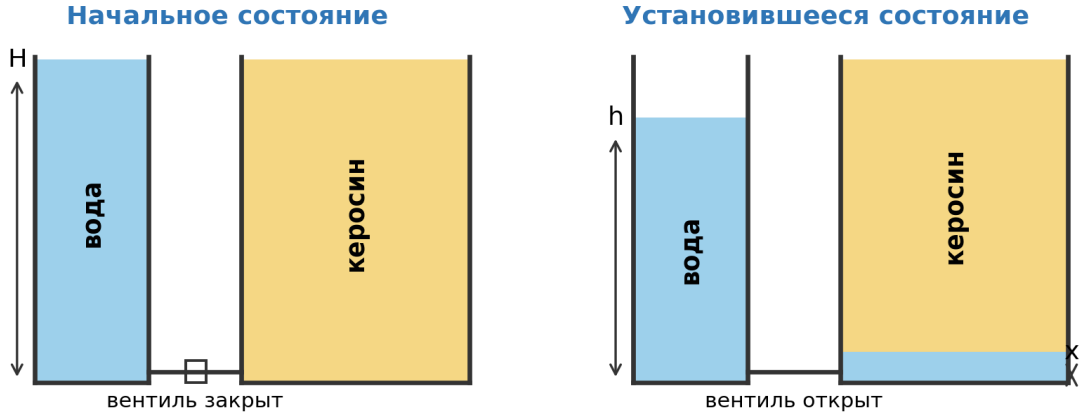
Задача 1. Пловцы и плот

Два пловца движутся по реке в противоположных направлениях между точками A и B. Первый проплывает от A до B за $T_1 = 20$ мин, а второй — от B до A за $T_2 = 15$ мин. Каждый пловец, проплывая мимо свободно плывущего по течению плота длиной $L = 15$ м, проходит относительно плота расстояние, равное его длине, за $t = 10$ с. Размерами пловцов пренебречь. Определите расстояние AB.

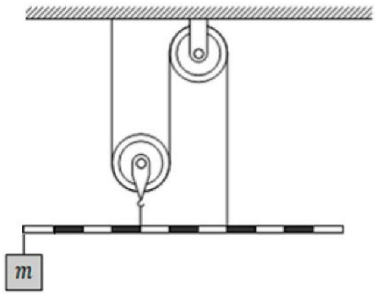


Задача 2. Сообщающиеся сосуды

Два открытых сверху цилиндрических сосуда одинаковой высоты $H = 40$ см соединены внизу тонкой горизонтальной трубкой с вентилем. Площадь поперечного сечения широкого сосуда в 2 раза больше площади поперечного сечения узкого сосуда. При закрытом вентиле узкий сосуд заполнен доверху водой, а широкий — доверху керосином. Вентиль медленно открывают. При перетекании жидкостей избыток жидкости из широкого сосуда может свободно переливаться через его верхний край. Плотности жидкостей: $\rho_к = 800$ кг/м^3, $\rho_в = 1000$ кг/м^3. Объёмом жидкости в соединительной трубке пренебречь. Найдите установившуюся высоту столба воды в узком сосуде.



Задача 3. Рычаг и система блоков



Однородный рычаг массой $M = 360$ г подвешен к системе одного подвижного и одного неподвижного блока, как показано на рисунке. Массами блоков и нити пренебречь, нить невесома и нерастяжима, трение отсутствует. Рычаг разделён на 11 равных частей длиной a. Груз массой m подвешен к левому концу рычага. Ось подвижного блока прикреплена к рычагу на расстоянии $4a$ от левого конца, а свободный конец нити — на расстоянии $7a$ от левого конца. Какой массы m должен быть груз, чтобы система находилась в равновесии?

Задача 4. Цепочка грузов

У экспериментатора имеются одинаковые грузы, соединённые невесомой и нерастяжимой нитью в цепочку, электронные весы, стакан с водой и лист миллиметровой бумаги.

На электронные весы ставят стакан примерно с 800 мл воды и обнуляют показания весов. Затем грузы по одному полностью погружают в воду так, чтобы они не касались стенок и дна стакана. Нить удерживается внешней опорой, которая не соприкасается с весами. Массой и объёмом нити пренебречь.

Получены следующие показания весов:

N	0	1	2	3	4	5	6	7
mпок, г	0	10,6	21,2	31,9	42,6	53,3	64,5	74,6

1. Постройте график зависимости показаний весов от числа полностью погружённых грузов.
2. По графику определите объём одного груза и оцените погрешность результата.
3. Масса семи грузов, измеренная непосредственно на весах, равна 651 г. Используя найденный объём, определите плотность материала грузов.

Плотность воды принять равной $\rho_в = 1{,}00$ г/см^3.

ФИЗИКА
ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Критерии оценивания
заданий
муниципального этапа
2026-2027 учебный год
8 класс

Задача 1. Решение

Плот свободно движется вместе с водой, поэтому скорость пловца относительно плота равна скорости пловца относительно воды. Оба пловца имеют одинаковую по модулю скорость относительно воды:

$$u = \frac{L}{t} = \frac{15}{10} = 1{,}5 \text{ м/с}.$$

Поскольку путь $B \to A$ занимает меньше времени, течение направлено от B к A. Обозначим скорость течения через v, а расстояние AB — через s. Тогда первый пловец движется против течения: $s = (u - v)T_1$, а второй — по течению: $s = (u + v)T_2$.

Получаем

$$1200(1{,}5 - v) = 900(1{,}5 + v).$$

Отсюда

$$v = \frac{3}{14} \approx 0{,}214 \text{ м/с}.$$

Теперь найдём расстояние:

$$s = 1200\left(1{,}5 - \frac{3}{14}\right) = \frac{10800}{7} \text{ м} \approx 1543 \text{ м}.$$

Ответ ≈ 1543 м

Критерии оценивания — 10 баллов

Элемент решения	Баллы
Использовано движение плота вместе с водой; найдено u = L/t = 1,5 м/с	2
Верно определено направление течения и записаны скорости u − v и u + v	2
Составлены уравнения движения для одного и того же расстояния AB	2
Найдена скорость течения v = 3/14 м/с	2
Получено s ≈ 1543 м и записан ответ с единицами	2

Задача 2. Решение

Пусть площадь поперечного сечения узкого сосуда равна S, тогда площадь широкого равна $2S$.

В установившемся состоянии обозначим:

- h — высоту воды в узком сосуде;
- x — высоту слоя воды в широком сосуде.

Широкий сосуд остаётся заполненным до верхнего края: поступающая снизу вода вытесняет часть керосина наружу.

1. Сохранение объёма воды

Изначально объём воды равен $V_0 = SH$. После открытия вентиля вода находится в обоих сосудах: $V = Sh + 2Sx$. Следовательно, $h + 2x = H$.

2. Равенство давлений на уровне соединительной трубки

В узком сосуде: $p_1 = p_0 + \rho_в g h$.

В широком сосуде снизу находится слой воды высотой x, а над ним — керосин высотой $H - x$:

$$p_2 = p_0 + \rho_в g x + \rho_к g (H - x).$$

В равновесии $p_1 = p_2$, поэтому $\rho_в h = \rho_в x + \rho_к (H - x)$. Делим на $\rho_в$ и учитываем $\rho_к / \rho_в = 0{,}8$: $h = x + 0{,}8(H - x) = 0{,}8H + 0{,}2x$. Откуда $H - 2x = 0{,}8H + 0{,}2x$, получим $x = \frac{H}{11}$. Тогда $h = H - 2\frac{H}{11} = \frac{9H}{11}$.

В итоге: $h = \frac{360}{11}$ см $\approx 32{,}7$ см.

Ответ $\approx 32,7$ см

Критерии оценивания — 10 баллов

Элемент решения	Баллы
Правильно описано конечное расположение жидкостей	1
Составлено уравнение сохранения объёма воды h + 2x = H	2
Корректно записаны давления внизу обоих сосудов	3
Получено уравнение h = 0,8H + 0,2x	1
Найдено x = H/11	1
Получено h = 9H/11 ≈ 32,7 см	2

Задача 3. Решение

Обозначим натяжение нити через T. В идеальной нити натяжение одинаково на всех её участках. Подвижный блок поддерживается двумя участками нити,

поэтому через ось подвижного блока на рычаг действует вверх сила $2T$. Центр масс рычага расположен на расстоянии $\frac{11a}{2} = 5{,}5a$ от левого конца.

Условие равновесия сил по вертикали

Вверх действуют силы $2T$ и T, вниз — веса рычага и груза: $3T = (M + m)g$.

Условие равновесия моментов относительно левого конца

Сила тяжести груза mg приложена в выбранной точке отсчёта и момента не создаёт.

Моменты сил, вращающих рычаг против часовой стрелки: $2T \cdot 4a + T \cdot 7a$. Момент веса рычага: $Mg \cdot 5{,}5a$. Поэтому $15Ta = \frac{11}{2}Mga$. Отсюда $T = \frac{11}{30}Mg$.

Правило моментов сил: $3 \cdot \frac{11}{30}Mg = (M + m)g$, откуда $m = \frac{M}{10}$.

Следовательно, $m = \frac{360}{10} = 36$ г.

Ответ 36 г.

Критерии оценивания — 10 баллов

Элемент решения	Баллы
Указано одинаковое натяжение T во всей нити	1
Понято, что подвижный блок действует на рычаг силой 2T	1
Правильно определены плечи 4a, 7a и 5,5a	2
Записано условие вертикального равновесия 3T = (M + m)g	2
Составлено уравнение моментов	2
Получено m = 36 г	2

Задача 4. Решение

Когда один груз полностью погружён в воду, на него действует архимедова сила

$$F_A = \rho_в g V.$$

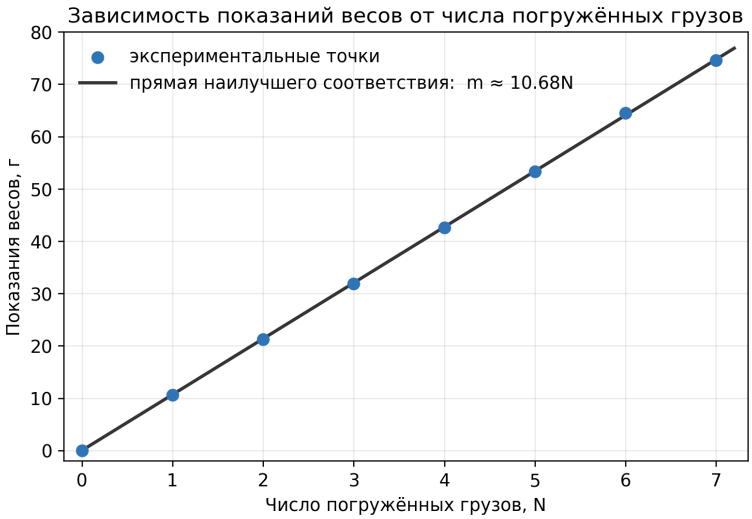
По третьему закону Ньютона груз действует на воду с такой же по модулю силой вниз. Поэтому показания весов после обнуления увеличиваются на величину, соответствующую массе вытесненной воды:

$$\Delta m_{пок} = \rho_в V.$$

Для N одинаковых полностью погружённых грузов:

$$m_{пок} = N\rho_в V.$$

Следовательно, график $m_{пок}(N)$ должен быть близок к прямой, проходящей через начало координат.



Экспериментальные данные и прямая наилучшего соответствия.

По данным таблицы наклон прямой составляет примерно

$$k \approx 10{,}68 \text{ г на один груз.}$$

Так как

$$k = \rho_{\text{в}} V,$$

то при $\rho_{\text{в}} = 1{,}00$ г/см^3

$$V = \frac{k}{\rho_{\text{в}}} \approx 10{,}68 \text{ см}^3.$$

При графической обработке разумно считать результат

$$V \approx (10{,}7 \pm 0{,}2) \text{ см}^3.$$

Допускается и несколько иная оценка погрешности (например, 0,1 см^3), если она последовательно получена по предельным допустимым прямым на графике.

Масса одного груза:

$$m = \frac{651}{7} = 93{,}0 \text{ г.}$$

Тогда плотность материала:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{93{,}0}{10{,}68} \approx 8{,}71 \text{ г/см}^3.$$

В единицах СИ:

$$\rho \approx 8{,}71 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ

$$\boxed{V \approx (10{,}7 \pm 0{,}2) \text{ см}^3}$$

$$\boxed{\rho \approx 8{,}7 \text{ г/см}^3 \approx 8{,}7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}$$

Критерии оценивания — 10 баллов

Элемент решения	Баллы
Выбраны и подписаны оси, указан масштаб, правильно нанесены экспериментальные точки	2
Проведена обоснованная сглаживающая прямая и определён её наклон	1
Использована связь mпок = NρвV	2
Получено V ≈ 10,7 см³	1
Выполнена обоснованная графическая оценка погрешности	1
Найдена масса одного груза 93,0 г и плотность ρ ≈ 8,7 г/см³	2
Итоговый результат записан с единицами измерения	1

Примечание для жюри. Поскольку погрешность определяется графически, допустимы немного отличающиеся значения ΔV, если метод построения предельных прямых и дальнейшие вычисления

Максимум за комплект: 50 баллов.