Бланк учёта баллов проверяющего (ФИО): ____

Следует заносить баллы участника по **всем** задачам, условия которых ему известны (на первом этапе это задачи 1-4, на втором — 1-7). Если в рамках текущего подхода решение задачи не было рассказано, баллы просто повторяются.

№	**Фамилия Имя участника**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

Памятка проверяющего Городского тура.

Правила оценки заданий

1) Задачи оцениваются исходя из разбалловки, в спорных моментах решение принимается в пользу участника.
2) Задавать уточняющие вопросы по решению можно и даже нужно, но при этом подсказывать нельзя. Помните, что олимпиада устная и требовать чтобы все было аккуратно выписано не обязательно.
3) За один подход можно сдавать много задач. Каждую задачу участник может сдавать за несколько подходов.

Как баллы вносятся в протокол

После того, как участник рассказал все задачи, которые хотел, результат учитывается следующим образом:

1) Полученные баллы вносятся **в карточку участника** в поле соответствующего подхода (подходы из разных туров независимы) и ставится подпись в поле «Подпись преподавателя».
2) Фамилия Имя школьника и **все** текущие баллы участника (баллы по задачам, решение которых участник не рассказывал, **следует повторить**) вносятся в **Бланк проверяющего**.
3) Все текущие баллы следует отметить в электронной таблице. Это можно сделать либо самостоятельно со своего телефона/планшета/утюга, либо сообщить специально обученным «операторам», которые будут находиться в рекреациях. Их задача — проставлять баллы участников, которые только что завершили подход. Просим Вас следить за тем, чтобы после разговора с участником информация о результатах разговора оказалась бы в таблице. Если Вы не выставляете балл самостоятельно, сообщите об этом «оператору» заранее.

Проходной балл

Ориентировочный проходной балл на второй этап — 12. Окончательное его значение будет сообщено ровно через 2 часа после начала олимпиады. Если участник имеет больше либо равно проходного балла, после того как сдал Вам задачи, скажите ему, что он прошел на вывод и ему нужно собрать вещи и попросить наблюдателя в аудитории проводить его на Второй этап.

В любой непонятной ситуации звонить/писать:

8 класс: +7-921-314-35-03 (Иван)

7 класс: +7-921-554-03-23 (Александр)

Правила Олимпиады, которые выданы участникам

1) Олимпиада состоит из двух этапов. На первом этапе для решения предлагается 4 задачи, на втором этапе дается еще 3 задачи. Задачи сдаются устно во время олимпиады.
2) Каждая задача первого этапа оценивается из 4 баллов, каждая задача второго – из 8. Для того, чтобы пройти на второй этап, необходимо набрать проходной балл (ориентировочно 12). Проходной балл может меняться в течение олимпиады, и окончательный балл будет объявлен через 2 часа после начала первого этапа.
3) Продолжительность первого этапа — 3 часа. Общая продолжительность олимпиады – 4 часа. Чем больше времени участник тратит на первом этапе, тем меньше времени останется для решения более сложных задач второго этапа.
4) Баллы, набранные на первом этапе суммируются с баллами, набранными на втором. На втором этапе можно сдавать и оставшиеся задачи первого этапа.
5) На каждом этапе участник имеет право на 5 обращений к члену жюри для предъявления решений. За полностью решенную задачу ставится полный балл. Если в решении есть недочеты, член жюри говорит об этом, не подсказывая где ошибка, и может поставить баллы исходя из разбалловки. Каждую задачу участник может сдавать за несколько подходов. Можно предъявлять сразу несколько задач за один подход. Текущие баллы по всем задачам член жюри ставит в карточку участника.
6) Член жюри не может ничего подсказывать, он может только ответить на вопросы по условию задачи. Если ему что-то надо уточнить, он спросит сам. Но при этом помните, что выставленные на олимпиаде баллы являются окончательными, поэтому всё своё несогласие с оценками изложите на заключительном подходе.
7) Если у Вас возникают вопросы по условию задачи, Вы можете задать их в аудитории, и это не засчитывается, как обращение к члену жюри.

8 класс

(https://goo.gl/7j922z)

7 класс

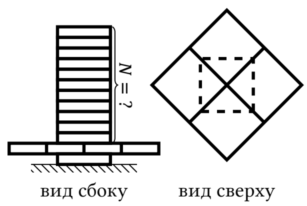
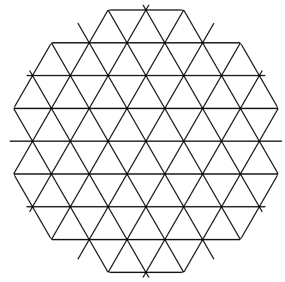
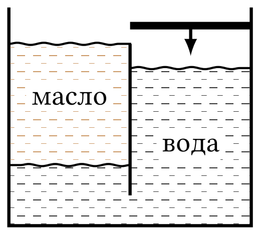
(https://goo.gl/XNPGQn)

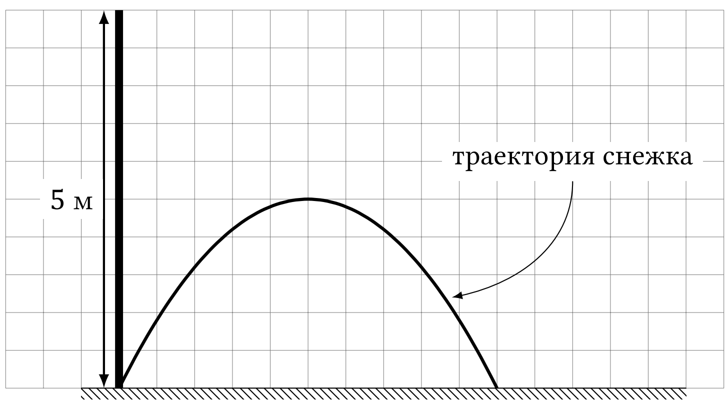
Городская открытая олимпиада школьников по физике 2017/18 г.

Теоретический тур

Решения см. на сайте *www.physolymp.spb.ru*

8 класс — Первый этап

1	Эдуард занимался ремонтом в ванной, когда ему в голову пришла идея: собрать «цветок» из кафельной плитки. Для этого он положил на пол одну плитку, на неё ещё четыре, которые образуют квадрат, повёрнутый относительно первой на 45°, и придавил эту конструкцию сверху стопкой плиток, которые расположены так же, как и самая первая (см. рис.). Какое минимальное количество плиток должно быть в стопке, чтобы система была устойчива? Считайте, что все плитки одинаковы, и масса плитки равномерно распределена по площади.	
2	Ткань сделана из белых ниток, которые образуют треугольную сетку (см. рис.), с длиной ребра 0,5 мм. Из некоторой точки в начальный момент времени начинает движение во все стороны очень большое количество нанороботов. Наноробот движется вдоль нитки до точки пересечения с другой ниткой со скоростью 0,1 мм/с. В каждой точке пересечения наноробот случайным образом меняет направление и продолжает движение. При движении наноробот перекрашивает нить в чёрный цвет. Наблюдатель не видит отдельных нитей, но видит, как расползается тёмное пятно на ткани. Какова форма этого пятна и какова его площадь через 3 часа после начала расползания? Считайте, что нанороботы в процессе движения не мешают друг другу. *Примечание:* площадь равностороннего треугольника со стороной a равна $\sqrt{3}/4\ a^2$.	
3	Сосуд разделён на два одинаковых колена, правое заполнено водой, а левое — маслом и водой. На поверхность воды в правом колене аккуратно кладут тонкий массивный поршень, и масло начинает переливаться в правое колено. Какая масса должна быть у поршня, чтобы после достижения равновесия он оказался ровно посередине между нижней и верхней границами масла в левом колене? Объём масла 1 л, плотность воды 1 г/см^3, плотность масла 0,8 г/см^3.	
4	Федя хотел попасть снежком в лампу уличного фонаря, но недокинул, и снежок приземлился у самого основания фонарного столба. Пока снежок летел, Федя успел заметить, что максимальная высота подъёма снежка во столько же раз меньше высоты столба, во сколько раз дальность полёта снежка меньше пути его тени. Считая, что Федя бросает снежки почти от уровня земли, определите место на столбе, где находится лампа фонаря.	



Оставьте условие себе!

Задача 1. Равновесие плиток

Ответ: потребуется хотя бы 2 плитки.

- **1 балл** — Какие моменты сил действуют. (правильный учёт/4)
- **2 балла** — Правильно записанное правило рычага относительно любой точки.
- **1 балл** — Ответ (правильное округление до 2, можно даже по линейке).

Задача 2. Нанороботы

Ответ: площадь пятна, составит 3 м^2.

- **2 балла** — Указано (с объяснением), что пятно будет иметь форму шестиугольника.
- **1 балл** — Правильно посчитан любой из линейных размеров шестиугольника (сторона, длина ребра, и т.д.)
- **1 балл** — Ответ.

Задача 3. Вода и масло

Ответ: масса поршня должна быть равна 80 г.

- **1 балл** — Записано равенство давлений для начальной ситуации на любом уровне. Или как-либо иначе определено соотношение высот.
- **1 балл** — При переливании масла объём жидкостей сохраняется.
- **1 балл** — Записано равенство давлений в любой точке для ситуации с поршнем.
- **1 балл** — Правильный ответ.

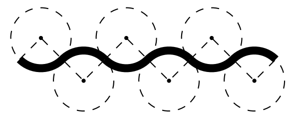
Задача 4. Путь тени

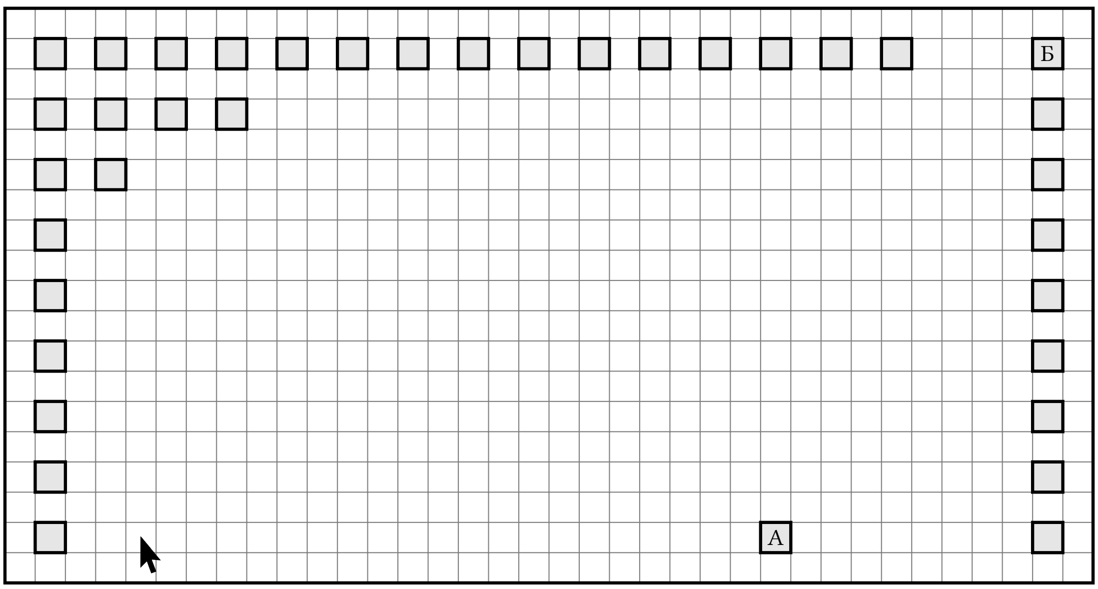
Ответ: фонарь находится на высоте 4 м от земли.

- **2 балла** — Описан характер движения тени. Сначала вправо, потом влево.
- **1 балл** — Найдена точка, с максимальным удалением от столба.
- **1 балл** — Построено положение лампы на фонаре.

Городская открытая олимпиада школьников по физике 2017/18 г.
Теоретический тур
Решения см. на сайте *www.physolymp.spb.ru*

8 класс — Второй этап

1	Для проведения концерта на ледовой арене на поверхность льда кладут специальный ковёр. Перед началом концерта температура на стадионе была равна $+10°C$, и организаторы решили её повысить. Оказалось, что поднять температуру выше $+15°C$ не получается — лёд начинает таять. Во сколько раз толще следует сделать ковёр, чтобы температуру в зале можно было поднять до $20°C$ и лёд бы при этом не растаял? Считайте, что лёд охлаждают с постоянной мощностью, и что поток тепла через ковёр пропорционален разности температур на его границах.
2	После прибытия в порт капитан корабля обнаружил, что на графике зависимости расхода топлива от времени стёрлись оси (см. рис.). Однако в судовом журнале было указано, что расход не убывал на протяжении пути, и что за первую треть времени было использована одна шестая часть от всего потраченного топлива. Какая часть топлива была потрачена за последнюю треть времени? *Примечание:* график состоит из 6 четвертей окружностей одинакового радиуса (жирная линия), точками на рисунке обозначены центры соответствующих окружностей. 
3	Артём и Борис утащили папин ноутбук, но не смогли договориться, в какую игру будут играть. Чтобы довести курсор до иконки своей игры, Артём использует тачпад, а Борис — мышь, подключенную к ноутбуку. Если бы работал только тачпад, курсор бы дошел до иконки А за 2 с, но мышь и тачпад работают одновременно, поэтому мальчики довели курсор до иконки Б за 4 с. До какой иконки дошел бы курсор и за какое время, если бы работала только мышь? Считайте, что курсор доходит до иконки тогда, когда проходит через её центр, стартовое положение курсора указано на рисунке.



Оставьте условие себе!

Задача 5. Ледовая арена

Ответ: нужно увеличить толщину ковра в $4/3$ раз.

- **2 балла** — Определена максимальная разность температур, которую может выдержать ковёр.
- **4 балла** — Указано, что, если ковёр станет толще в k раз, он будет допускать разность температур $k \cdot \Delta t_1$. Или сразу отношение.
- **2 балла** — Ответ.

Задача 6. О, капитан, мой капитан

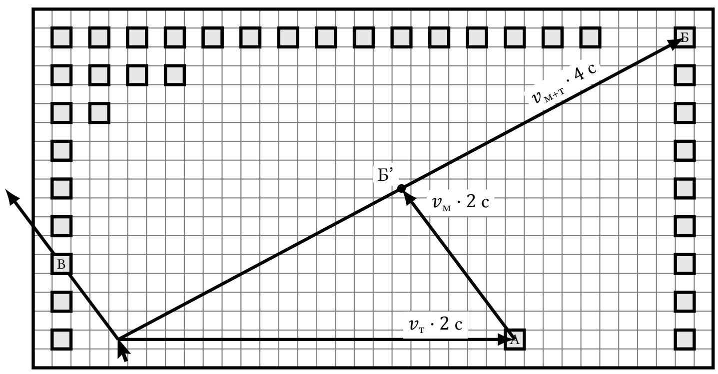
Ответ: За последнюю треть времени была сожжена половина топлива.

- **1 балл** — Переформулировка условия монотонности графика (либо однозначного определения расхода в зависимости от времени) в то, что прямые параллельные осям не должны пересекать его больше, чем в одной точке.
- **3 балла** — Правильно восстановлено направление осей.
- **2 балла** — Идея о том, что ноль по оси Q находится не в начале кривой.
- **2 балла** — Ответ

Задача 7. Курсор

Ответ: курсор дойдёт до иконки В (см. рис.) за 1 с.

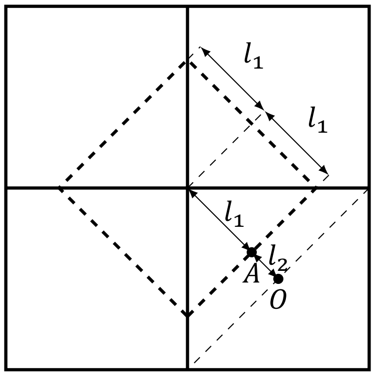
- **4 балла** — Найдено направление скорости мыши.
- **2 балла** — Верное определение иконки, в которую привело бы использование только мыши.
- **2 балла** — Найдено время, которое потребуется, чтобы дойти до иконки В.



Возможные решения задач. 8 класс

Задача 1. Равновесие плиток

Для начала поймём почему конструкция разваливается. Заметим, что плитка, входящая в цветок представляет из себя рычаг с точкой опоры в A.



Когда сверху ничего нет, на плитку действует лишь сила тяжести, которая приложена к центру масс (O), который находится в центре квадрата. Причём это единственная сила, которая действует на плитку, а раз точка её приложения находится вне опоры, «цветок» разваливается.

Теперь разберёмся с тем, что произойдёт после того, как мы положим сверху стопку из N плиток. Пускай масса одной плитки m. Запишем правило рычага относительно точки A для одной из плиток в «цветке» (из симметрии можно сделать вывод, что каждую плитку из «цветка» уравновешивает четверть от суммарной силы тяжести стопки):

$$l_1 \cdot \frac{1}{4} Nmg \geq l_2 \cdot mg. \tag{1}$$

Отсюда получим условие на количество плиток, которые надо положить:

$$N \geq 4 \cdot \frac{l_2}{l_1}. \tag{2}$$

Осталось определить отношение длин l_1 и l_2. Из геометрических соображений можно заметить, что

$$\begin{cases} l_1 + l_2 = \dfrac{\sqrt{2}}{2} L \text{ (как половина диагонали квадрата)} \\ l_1 = \dfrac{1}{2} L \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l_1 = \dfrac{1}{2} L \\ l_2 = \dfrac{1}{2}\left(\sqrt{2} - 1\right) L \end{cases}, \tag{3}$$

где L — сторона одной плитки.

Таким образом

$$N \geq 4 \cdot \left(\sqrt{2} - 1\right) \approx 1{,}7, \tag{4}$$

значит для того, чтобы уравновесить систему потребуется как минимум две плитки.

<u>Ответ:</u> потребуется хотя бы 2 плитки.

- **1 балл** — Какие моменты сил действуют. (правильный учёт/4)
- **2 балла** — Правильно записанное правило рычага относительно любой точки.
- **1 балл** — Ответ (правильное округление до 2, можно даже по линейке).

Задача 2. Нанороботы

Так как длина стороны треугольника равна 0,5 мм, а скорость роботов 0,1 мм/с, то принципиально «картинка» будет меняться через каждые 5 секунд, когда роботы будут доходить до узлов сетки. Рассмотрим положение роботов в начальный момент времени, через 5 секунд и через 10 секунд после начала движения (см рис. 1). Важно заметить, что следует рассматривать только «максимально удалённых роботов», так как исходя из того, что на старте их было очень много, можно считать, что по любому из возможных путей пройдёт хотя бы один робот, то есть все рёбра на этом пути окажутся покрашенными.

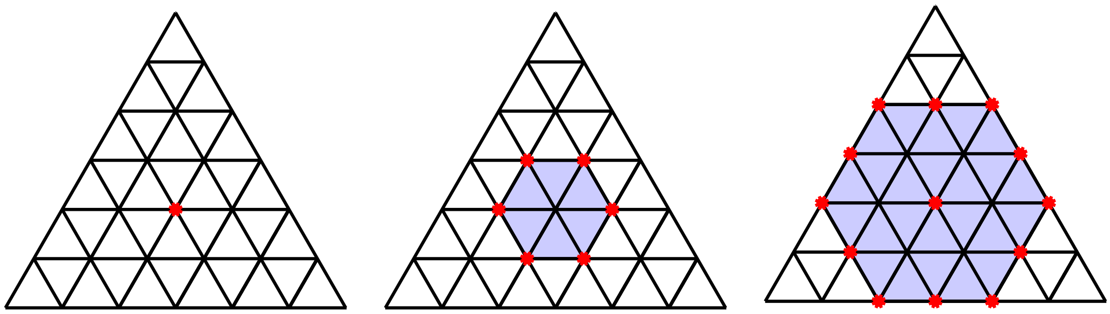


Рис. 1: Первые три шага нанороботов

Из рисунка видно, что получившаяся фигура — шестиугольник, длина стороны которого за каждые 5 секунд увеличивается на $a = 0{,}5$ мм. Таким образом, можно записать длину ребра шестиугольника как:

$$L = a \cdot \frac{t}{5\ \text{с}}. \tag{5}$$

Значит через 3 часа длина стороны шестиугольника будет равна:

$$L = 0{,}1 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \cdot 10800\ \text{с} \approx 1\ \text{м}. \tag{6}$$

Остаётся только посчитать площадь шестиугольника со стороной L. Это можно сделать, разбив его на шесть равносторонних треугольников (рис. 2). Тогда площадь шестиугольника через площадь маленького

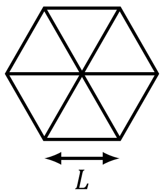


Рис. 2: Подсчёт площади шестиугольника

треугольника записывается как:

$$S = 6 \cdot S_{\Delta} = 6 \cdot \frac{\sqrt{3}L^2}{4} = \frac{3\sqrt{3}}{2}\, L^2 \approx 3\ \text{м}^2. \tag{7}$$

Заметим, что на самом деле рёбра, находящиеся на сторонах шестиугольника не будут покрашены. Однако нас интересует столь большое время, что этим фактом можно пренебречь.

Ответ: площадь пятна, составит 3 м^2.

- **2 балла** — Указано (с объяснением), что пятно будет иметь форму шестиугольника.
- **1 балл** — Правильно посчитан любой из линейных размеров шестиугольника (сторона, длина ребра, и т.д.)
- **1 балл** — Ответ.

Задача 3. Вода и масло

Пускай высота столба масла в левом колене перед тем как положили поршень была равна H, а разность высот в левой и правой частях сосуда — h (рис. 3).

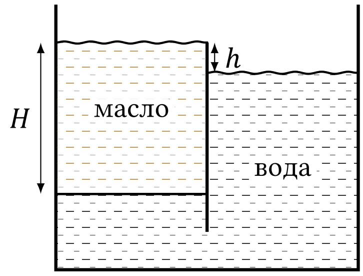


Рис. 3: Положение системы до того, как положили поршень

Запишем условия равенства давлений в левом и правом колене на уровне раздела масло-вода:

$$\rho_{\text{м}} g H = \rho_{\text{в}} g (H - h), \tag{8}$$

отсюда видно, что уровни масла и воды соотносятся как плотности, то есть

$$\frac{H-h}{H} = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{4}{5}, \tag{9}$$

значит

$$h = \frac{1}{5} H. \tag{10}$$

Теперь рассмотрим ситуацию с поршнем. Заметим, что поршень будет создавать дополнительное давление на воду, вследствие чего масло начнёт переливаться через перегородку и в итоге окажется справа над поршнем. Поршень кладут медленно, значит можно считать, что в течение всего времени масло в левом колене доходит до края. Значит конечная положение системы выглядит как показано на рисунке 4. Заметим, что суммарный объём жидкости в системе не изменился, поэтому разность высот между левым

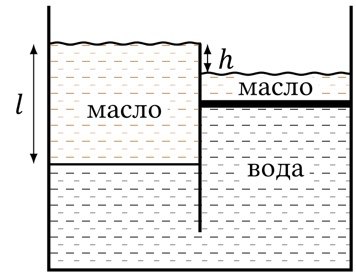


Рис. 4: Положение системы после того, как положили поршень

и правым коленами по прежнему равняется h. Также заметим, что раз поршень находится посередине уровня масла, высота масла в правом колене равна $\frac{l}{2} - h$.

Теперь, использовав тот факт, что левая и правая части сосуда имеют одинаковую площадь, запишем условие сохранения объёма масла в системе:

$$l + \left(\frac{l}{2} - h\right) = H, \tag{11}$$

и подставив связь h и H из (10) получим выражение для l:

$$\frac{3}{2} l = \frac{6}{5} H \Rightarrow l = \frac{4}{5} H. \tag{12}$$

Пусть масса поршня равна M, а площадь сечения левой (а значит и правой) части сосуда равна S. Тогда равенство давлений на уровне A записывается как:

$$\rho_{\text{м}} g l = \rho_{\text{в}} g \frac{l}{2} + \rho_{\text{м}} g \left(\frac{l}{2} - h\right) + \frac{Mg}{S}. \tag{13}$$

Выразив l и h через начальную высоту столба масла H, получим, что

$$\frac{M}{S} = \rho_{\text{м}} \cdot \left(\frac{4}{5}H - \frac{2}{5}H + \frac{1}{5}H\right) - \rho_{\text{в}} \cdot \frac{2}{5}H = \rho_{\text{м}} \cdot \frac{3}{5}H - \rho_{\text{в}} \cdot \frac{2}{5}H. \tag{14}$$

значит масса поршня равна

$$M = \left(\frac{3\rho_{\text{м}} - 2\rho_{\text{в}}}{5}\right) \cdot HS. \tag{15}$$

В формуле (15) все величины известны из условия (HS — объём всего масла в системе). Подставив численные значения получим искомую массу поршня:

$$M = \left(\frac{3 \cdot 0{,}8\ {}^{\text{г}}/_{\text{см}^3} - 2 \cdot 1\ {}^{\text{г}}/_{\text{см}^3}}{5}\right) \cdot 1\ \text{л} = 80\ \text{г} \tag{16}$$

Ответ: масса поршня должна быть равна 80 г.

Если спрашивают переливается ли масло – да.

- **1 балл** — Записано равенство давлений для начальной ситуации на любом уровне. Или как-либо иначе определено соотношение высот (10).
- **1 балл** — При переливании масла объём жидкостей сохраняется.
- **1 балл** — Записано равенство давлений в любой точке для ситуации с поршнем.
- **1 балл** — Правильный ответ.

Задача 4. Путь тени

Поймём, как двигается тень. Для этого закрепим фонарь в некоторой точке столба, но выше верхней точки траектории снежка, иначе тень уйдёт на бесконечность. Будем отмечать положения тени при различных положениииях снежка. Заметим, что сначала тень двигается от столба, а затем к нему. Точке разворота соответствует момент, когда снежок летит прямо на фонарь, т.е. когда лучи света идут по касательной к траектории снежка.

Пусть H — высота столба, h — максимальная высота подъёма снежка, L — дальность полета снежка, а l — путь тени при её движении от столба. Путь тени тогда складывается из двух частей:

$$s = L + 2l. \tag{17}$$

По условию:

$$\frac{L}{s} = \frac{h}{H} = \frac{2{,}5 \text{ м}}{5 \text{ м}} = \frac{1}{2}. \tag{18}$$

Подставляем (17) и находим l:

$$\frac{L}{L+2l} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad 2L = L + 2l \quad \Rightarrow \quad l = \frac{L}{2} = \frac{5 \text{ м}}{2} = 2{,}5 \text{ м}. \tag{19}$$

Отмечаем точку разворота тени на расстоянии l справа от точки броска и проводим через неё касательную к траектории снежка. Касательная пересечёт столб в точке крепления фонаря. Получим, что высота крепления фонаря равна 4 м. добавить слов

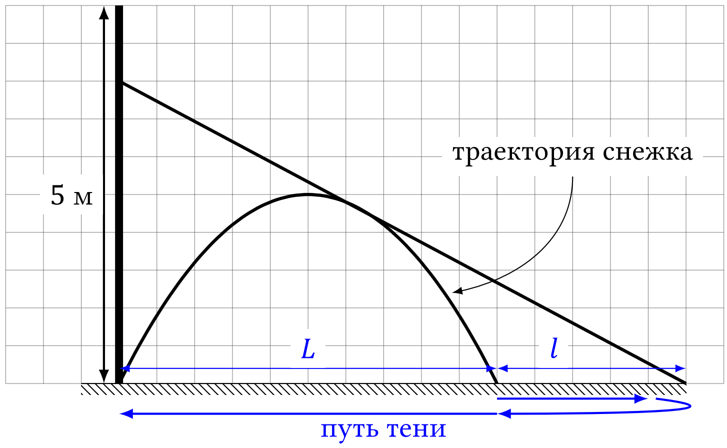


Рис. 5: Построение положения лампы.

Ответ: фонарь находится на высоте 4 м от земли.

- **2 балла** — Описан характер движения тени. Сначала вправо, потом влево.
- **1 балл** — Найдена точка, с максимальным удалением от столба.
- **1 балл** — Построено положение лампы на фонаре.

Задача 5. Ледовая арена

Пусть исходно был ковёр толщины d. По условию, при достижении температуры в помещении $t_1 = 15°C$, лёд под ковром начал таять, а значит в этот момент его температура достигла $t_0 = 0°C$. Мощность потока тепла через ковёр (толщины d) пропорциональна разности температур на поверхностях. Пусть коэффициент пропорциональности равен α, тогда мощность потока выражается как

$$P = \alpha \Delta t_1 = \alpha(t_1 - t_0). \tag{20}$$

Посмотрим, как изменится разность температур между верхней и нижней поверхностью ковра, если увеличить его толщину в k раз, а поток оставить таким же. Мысленно разделим новый «толстый» ковёр на k слоёв. Каждый такой слой будет иметь толщину d и коэффициент α. Заметим, что любой слой ковра пропускает фиксированный поток тепла P, иначе температура бы менялась и равновесия бы не было.

Таким образом, чтобы мощность осталась фиксированной, каждый из k слоёв должен пропускать поток P, а значит разность температур на его границах должна быть $\Delta t_1 = 15°C$. Учитывая, что в новом ковре таких слоёв k, разность температур поверхностей ковра будет равна

$$\Delta t_2 = k \Delta t_1. \tag{21}$$

Минимальная толщина ковра будет при условии, что разность температур между границами минимальна. Так как в помещении температура должна быть $t_2 = 20°C$, а у льда температура может быть не больше, чем $t_0 = 0°C$, то минимальная $\Delta t_2 = t_2 - t_0$.

Теперь можно найти, во сколько раз толще должен быть ковер:

$$k = \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{20°C}{15°C} = \frac{4}{3}. \tag{22}$$

Заметим, что получилось нецелое число. Эту проблему можно решить так: разделить исходный ковер на 3 слоя, на каждом из который температура будет падать на 5°C, а потом мысленно положить 4 слоя толщины $d/3$.

Ответ: нужно увеличить толщину ковра в 4/3 раз.

- **2 балла** — Определена максимальная разность температур, которую может выдержать ковёр.
- **4 балла** — Указано, что, если ковёр станет толще в k раз, он будет допускать разность температур $k \cdot \Delta t_1$. Или сразу отношение.
- **2 балла** — Ответ.

Задача 6. О, капитан, мой капитан

Первым делом надо восстановить оси на графике зависимости расхода (Q) от времени (t). В каждый момент расход топлива известен, значит любая прямая параллельная оси Q не может пересекать график более одного раза. Действительно, если бы это было не так, то для некоторого времени t невозможно было бы определить значение расхода. Аналогично можно заметить, что раз при движении расход не убывал, любая прямая, параллельная оси времени тоже пересекает график зависимости $Q(t)$ не более чем в одной точке.

Теперь попробуем расположить оси так, чтобы они удовлетворяли сформулированным условиям. В условии сказано, что график состоит из четвертей окружности, поэтому такого можно достичь единственным образом.

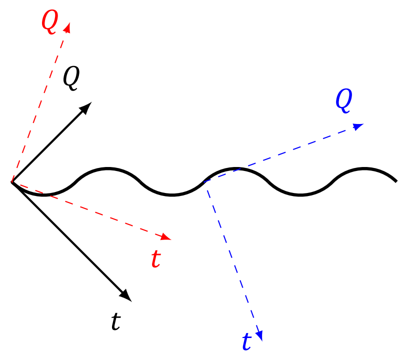


Рис. 6: Восстановление направления осей

Если хотя бы немного повернуть оси против часовой стрелки, то ось времени сама по себе пересечёт график второй раз (красные оси на рисунке 6). Если же повернуть по часовой стрелке — расход в точках графика, где кончается первая, третья или пятая четверть окружности будет не определён (синие оси на рисунке 6).

После того, как направления осей восстановлены, осталось только определить положение нуля. Количество топлива, которое было потрачено за некоторый промежуток времени, можно посчитать как площадь под графиком зависимости расхода от времени. Чтобы это сделать нарисуем оси в «привычном» виде (рис. 7)

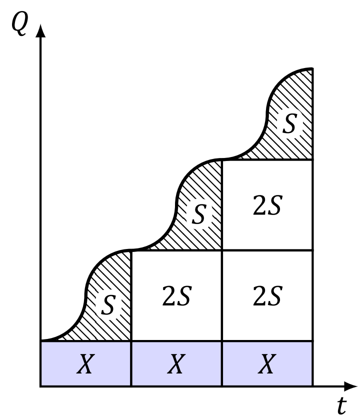


Рис. 7: График зависимости расхода топлива от времени

Пускай площадь каждого кусочка из двух четвертинок окружности равна S (штрихованные участки на рисунке 7), тогда площадь «квадратов» (не штрихованные участки на рисунке 7) равна $2S$ (из двух штрихованных можно собрать «квадрат»). Осталось три участка, которые характеризуют положение графика относительно нуля. Пускай площадь каждого из них равняется X, тогда общий расход равен

$$Q_{\text{общ.}} = 3 \cdot S + 3 \cdot 2S + 3 \cdot X = 9S + 3X. \qquad (23)$$

В условии сказано, что за первую треть времени была сожжена шестая часть израсходованного топлива, поэтому

$$\frac{S+X}{9S+3X} = \frac{1}{6}, \tag{24}$$

откуда несложно найти X:

$$X = S. \tag{25}$$

Тогда за последнюю треть времени было потрачено

$$\frac{5S+X}{9S+3X} = \frac{6S}{12S} = \frac{1}{2}, \tag{26}$$

то есть половина всего израсходованного топлива.

Ответ: За последнюю треть времени была сожжена половина топлива.

- **1 балл** — Переформулировка условия монотонности графика (либо однозначного определения расхода в зависимости от времени) в то, что прямые параллельные осям не должны пересекать его больше, чем в одной точке.
- **3 балла** — Правильно восстановлено направление осей.
- **2 балла** — Идея о том, что ноль по оси Q находится не в начале кривой.
- **2 балла** — Ответ

Задача 7. Курсор

Скорость и перемещения связаны между собой как

$$\vec{s} = \vec{v} \cdot t, \qquad (27)$$

поэтому дальше будем рассуждать в терминах скоростей. Скорость, которую сообщает курсору тачпад, направлена горизонтально вправо и равна $v_т$. Скорость курсора под действием мыши и тачпада направлена к иконке Б и равна $v_{м+т}$.

Чтобы понять, как складываются скорости курсора от мыши и тачпада, рассмотрим его перемещение за некоторый промежуток времени, например 2 с (см. рис. 8). С одной стороны, курсор переместился на 17 кл. по направлению к иконке Б в точку Б' (на 15 кл. по горизонтали и на 8 кл. по вертикали). С другой стороны, это перемещение можно разложить на отдельные части: перемещение от мыши и перемещение от тачпада. Перемещение от тачпада составляет 21 кл. по горизонтали в точку А. Значит за 2 с мышь должна переместить курсор из точки А в точку Б'. Тогда скорость, которую сообщает курсору мышь, равна $v_м$ (см. рис. 8)

Теперь отложим эту скорость от начального положения курсора и увидим, что под действием только мыши курсор бы дошёл до иконки В. Видно, что иконка оказалась ровно посередине перемещения, которое вызвано работой мыши, поэтому для того, чтобы её достичь потребуется половина времени, в терминах которого мы рисовали вектора. Таким образом курсор окажется на иконке В через 1 с.

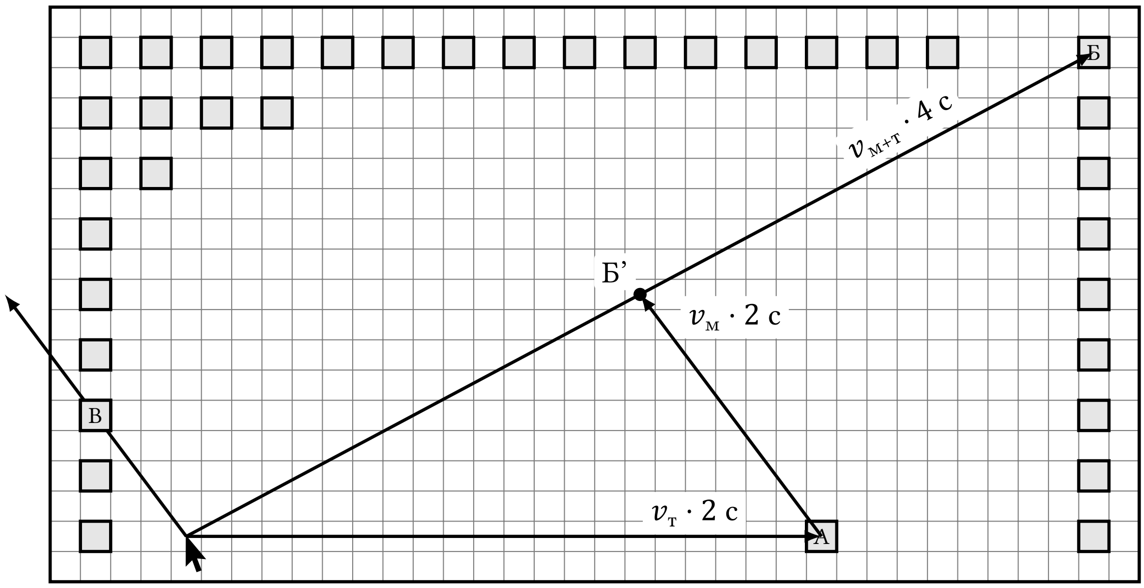


Рис. 8: Построения

<u>Ответ:</u> курсор дойдёт до иконки В (см. рис. 8) за 1 с.

- **4 балла** — Найдено направление скорости мыши.
- **2 балла** — Верное определение иконки, в которую привело бы использование только мыши.
- **2 балла** — Найдено время, которое потребуется, чтобы дойти до иконки В.