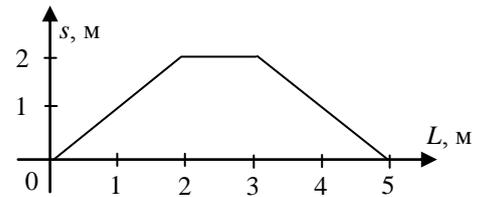


## 9 класс

## 1. Верный путь

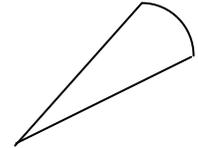
(Замятин М.)

Для тела, движущегося с постоянной по модулю скоростью, получен график зависимости модуля перемещения  $s$  от пути  $L$ . Определите модуль скорости тела, если известно, что все движение заняло  $t = 20$  с. Изобразите возможную траекторию тела.



## Возможное решение

Модуль скорости тела равен  $v = L/t = 0,25$  м/с. На первом участке модуль перемещения и путь равны. Такое возможно при прямолинейном движении. На втором участке перемещение не изменяется, следовательно, тело движется на постоянном расстоянии от точки старта, например, по окружности радиусом  $R = 2$  м. Угол на который успевает повернуть тело, равен отношению длины дуги к радиусу  $\alpha = 0,5$  рад. На третьем участке модуль перемещения уменьшается, и, настолько же увеличивается путь. Такое возможно при прямолинейном движении курсом на точку старта. Возможная траектория приведена на рисунке. Заметим, что при движении по дуге окружности тело может быстро разворачиваться и двигаться в обратном направлении с прежней скоростью. Приведенное решение – один из простейших вариантов.



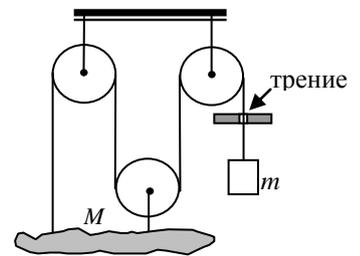
## Критерии оценивания

- |  |         |
|--|---------|
| • Найдено значение модуля скорости                       | 1 балл  |
| • Обоснована прямолинейность движения на первом участке  | 2 балла |
| • Движение по дуге окружности на втором участке          | 4 балла |
| • Обоснована прямолинейность движения на третьем участке | 2 балла |
| • Рисунок траектории                                     | 1 балл  |

## 2. Равновесие

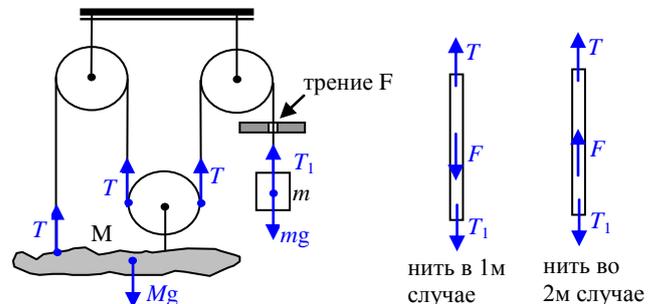
(Замятин М.)

Груз массы  $M$ , имеющий неправильную форму, подвешен на нити, переброшенной через систему блоков. К свободному концу нити прикреплен противовес массой  $m = 2$  кг. Нить около противовеса продета через небольшое отверстие в неподвижной перегородке. При скольжении нити в отверстии, возникает сила трения  $F = 10$  Н, действующая на нить со стороны стенок перегородки. Определите, при каких значениях массы  $M$  система может оставаться в равновесии?



## Возможное решение

Возможно два случая нарушения равновесия. Первый – когда груз  $M$  начинает двигаться вниз, а второй, когда движение начинается вверх. Рассмотрим первый случай. Для минимальной массы груза  $M$ , когда его движение вниз началось, но ускорение практически равно нулю можно записать  $Mg = 3T$ ,  $T_1 = mg$ . Для невесомой нити  $T = F + T_1$ . Откуда получаем условие движения груза  $M$  вниз:  $M > 3m + 3F/g = 9$  кг.



Во втором случае изменяется только вид уравнения для нити, оно примет вид:  $T + F = T_1$ , и тогда условие движения груза  $M$  вверх  $M < 3m - 3F/g = 3$  кг. Равновесие системы возможно при  $3 \text{ кг} < M < 9 \text{ кг}$ .

Сегодня, 19 декабря 2015 года, на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru) составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru).

**Критерии оценивания**

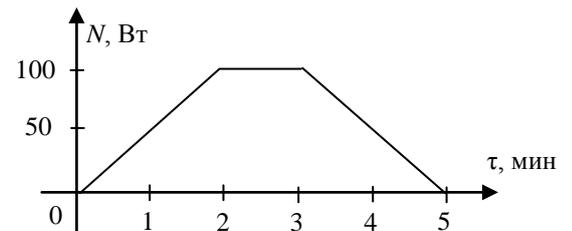
- Правильно указана сила натяжения нити  $T$  1 балл
- Условие равновесия противовеса  $m$  1 балл
- Условие равновесия груза  $M$  1 балл
- Рассмотрены два случая нарушения равновесия 1 балл
- Правильная расстановка сил на участок невесомой нити 2 балла
- Формулы для граничных значений масс  $M$  2 балла
- Численные значения граничных значений 1 балл
- Явно записан ответ в виде диапазона 1 балл

**3. Самовар****(Иванов М.)**

В самоваре включают внутренний нагреватель, зависимость мощности которого от времени приведена на графике. Во время работы нагревателя максимальная скорость роста температуры содержимого самовара составила  $\gamma_m = 0,2^\circ\text{C}/\text{с}$ , а максимальная температура, которой достигло содержимое, составила  $t_{\text{макс}} = 80^\circ\text{C}$ .

- Найдите общее количество теплоты, выделенное нагревателем.
- Определите начальную температуру самовара.

Процессы внутреннего теплообмена считайте быстрыми. Теплообменом самовара с окружающей средой пренебречь. Агрегатное состояние содержимого не изменяется.

**Возможное решение**

За малое время  $\Delta t$  вода получит некоторое количество теплоты и нагреется на  $\Delta t$ .  $N\Delta\tau = mc\Delta t$ , откуда скорость изменения температуры  $\gamma = \frac{\Delta t}{\Delta\tau} = \frac{N}{mc}$ . Здесь  $N$  – мгновенная мощность нагревателя. Следовательно, максимум мощности самовара совпадает с максимумом скорости изменения температуры.  $N_{\text{макс}} = 100$  Вт. Откуда,

$$mc = \frac{N_{\text{макс}}}{\gamma}$$

Общее количество теплоты выделенной нагревателем равно площади под графиком зависимости мощности от времени  $Q = 6$  клеток  $\times 3000$  Дж = 18 кДж.

Из уравнения теплового баланса следует  $Q = mc(t_{\text{макс}} - t_0) = \frac{N_{\text{макс}}}{\gamma}(t_{\text{макс}} - t_0)$ , откуда получим начальную температуру  $t_0 = t_{\text{макс}} - Q\gamma / N_{\text{макс}} = 44^\circ\text{C}$ .

**Критерии оценивания**

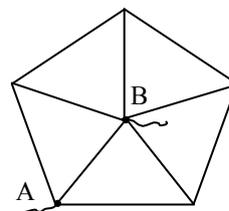
- Связь между максимальной скоростью изменения температуры и мощностью 2 балла
- Идея нахождения общего подведенного количества теплоты 2 балла
- Численное значение подведенного количества теплоты 1 балл
- Уравнение теплового баланса 2 балла
- Формула для начальной температуры 2 балла
- Численное значение для начальной температуры 1 балл

Сегодня, 19 декабря 2015 года, на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru) составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

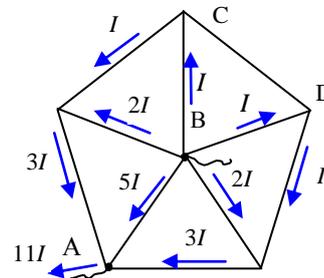
Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru).

**4. Пентагон****(Гордеев З.)**

Вычислите эквивалентное сопротивление  $R_{\text{Э}}$  между узлами А и В проволочной конструкции, изображенной на рисунке. Сопротивление каждого отдельного провода  $R = 1,1 \text{ Ом}$ .

**Возможное решение**

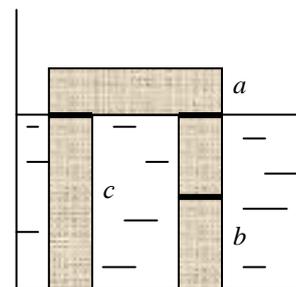
Мысленно подключим к узлам А и В источник тока с напряжением  $U_0$ . Расставим токи в ветвях цепи с учетом симметрии схемы, закона сохранения заряда и закона Ома (в параллельных ветвях силы токов обратно пропорциональны сопротивлениям соответствующих участков). В силу симметрии схемы, токи в проводниках ВС и ВD одинаковые, следовательно, напряжение на концах проводника CD равно нулю, и ток по нему не пойдет. Окончательно,  $R_o = \frac{U_o}{I_o} = \frac{5IR}{11I} = \frac{5}{11}R = 0,5 \text{ Ом}$ .

**Критерии оценивания**

- |   |          |
|---|----------|
| • Обоснование отсутствия тока в проводнике CD                             | 2 балла  |
| • Расстановка токов с учетом симметрии (или обоснованное упрощение схемы) | 6 баллов |
| • Найдено эквивалентное сопротивление                                     | 1 балл   |
| • Численный ответ   | 1 балл   |

**5. Кирпичная конструкция****(Кармазин С.)**

Кирпич представляет собой параллелепипед, ребра которого относятся как  $a : b : c = 1 : 2 : 4$ . Плотность кирпича  $\rho_k = 3\rho_o$ , где  $\rho_o = 1000 \text{ кг/м}^3$  – плотность воды. Кирпичная конструкция, изображенная на рисунке, состоит из 4-х кирпичей и расположена на дне аквариума, в который налито столько воды, что ее «ноги» полностью погружены в воду, а «крыша» (верхний кирпич) полностью находится вне воды. Вода затекает во все стыки этой конструкции и под нее. Чему равно отношение давления левой «ноги» на дно аквариума к давлению правой «ноги»?

**Возможное решение**

На кирпичи, находящиеся в воде, действует сила Архимеда  $F$ . Следовательно, эти кирпичи давят на свою опору с силой  $T = (mg - F)$ , при этом верхний кирпич давит на две симметричные опоры с силой  $mg/2$  на каждую. Площадь основания левой ноги  $S_n = ab = 2a^2$ , площадь основания правой ноги равна  $S_n = ac = 4a^2$ . Следовательно, давление на дно аквариума левой ноги  $P_n = ((mg - F) + mg/2)/2a^2$ , а правой ноги  $P_n = (2(mg - F) + mg/2)/4a^2$ . Так как по условию  $mg = 3F$ , получаем:  $P_n = (7F/4a^2)$  и  $P_n = (11F/8a^2)$ . Откуда,  $P_n/P_n = 14/11$ .

**Критерии оценивания**

- |  |         |
|--|---------|
| • Указано, что давление по определению $P = F/S$           | 1 балл  |
| • Учтена сила Архимеда при расчете давления на опору       | 2 балла |
| • Указано, что верхний кирпич давит одинаково на обе опоры | 1 балл  |
| • В вычислениях учтено, что $mg = 3F$ или $F = mg/3$       | 2 балла |
| • Правильно записаны площади опор (отличие в 2 раза)       | 1 балл  |
| • Проведены вычисления и получен правильный ответ          | 3 балла |

Сегодня, 19 декабря 2015 года, на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru) составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru).