

**1. Ехали Медведи.** Из пункта  $A$  в пункт  $B$  по прямой дороге ехали медведи на велосипеде, а за ними раки на хромой собаке и ещё комарики на воздушном шарике. Все они стартовали одновременно. Медведи приехали в пункт  $B$  через пятнадцать минут. Через три минуты после них приехали раки, а комарики отстали от медведей на десять минут.

Если бы комарики полетели сами, а не на воздушном шарике, то они обогнали бы медведей на пять минут.

(а) На сколько минут отстали бы комарики от медведей, если бы в день путешествия комарики летели сами, а ветер дул в другую сторону с той же скоростью? Ветер на медведей не влияет!

(б) Во сколько раз скорость медведей на велосипеде больше скорости хромой собаки?

**Возможное решение.**

Все пути, пройденные участниками мероприятия одинаковые. Время движения хромой собаки (с раками) составляет  $t_p = 18$  минут.

$$\frac{v_{мед}}{v_{соб}} = \frac{L}{t_{мед}} \div \frac{L}{t_{соб}} = \frac{t_{соб}}{t_{мед}} = \frac{18}{15} = 1,2$$

Время движения комариком на воздушном шарике составляет  $t_{ш} = 25$  минут. Шарик движется только за счёт ветра (комарикам его не разогнать), значит в этот день ветер был попутный.

$$\frac{v_{мед}}{v_{вет}} = \frac{L}{t_{мед}} \div \frac{L}{t_{вет}} = \frac{t_{вет}}{t_{мед}} = \frac{25}{15} = \frac{5}{3}$$

$$v_{вет} = \frac{3}{5} v_{мед}$$

Если бы комарики летели сами, то их скорость складывалась бы со скоростью ветра

$$\frac{v_{мед}}{v_{вет} + v_{ком}} = \frac{L}{t_{мед}} \div \frac{L}{t_{вет+ком}} = \frac{t_{вет+ком}}{t_{мед}} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

$$v_{вет} + v_{ком} = \frac{3}{2} v_{мед}$$

$$v_{ком} = \frac{9}{10} v_{мед}$$

Если бы комарики летели против ветра, то из их скорости вычиталась бы со скоростью ветра:

$$v_{ком} - v_{вет} = \frac{9}{10} v_{мед} - \frac{6}{10} v_{мед} = \frac{3}{10} v_{мед}$$

Тогда время движения комариков против ветра

$$\frac{t_{против}}{t_{мед}} = \frac{L}{v_{ком} - v_{вет}} \div \frac{L}{v_{мед}} = \frac{v_{мед}}{\frac{3}{10} v_{мед}} = \frac{10}{3}$$

$$t_{против} = \frac{10}{3} t_{мед} = 50 \text{ минут}$$

А отставание составило бы 35 минут.

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
Муниципальный этап. 06.12.2021 г.  
8 класс

**Критерии оценивания.**

№	критерий	баллы
1.	Указано, что пути одинаковые	1
2.	Формула скорости в любом виде: $l = vt$	1
3.	Получен ответ: $v_{мед} > v_{соб}$ в 1,2 раза	2
4.	Формула (или словесное описание) скорости при движении по ветру: $v = v_{ком} + v_{ветра}$	1
5.	Формула (или словесное описание) скорости при движении против ветра: $v = v_{ком} - v_{ветра}$	1
6.	Найдено время путешествия комариков: 50 минут	3
7.	Найдено отставание комариков: 35 минут	1
<b>итого:</b>		<b>10</b>

**2. Ускорил?** Желая скорее довести кастрюлю с холодной водой ( $t_1 = 20^\circ\text{C}$ ) до кипения ( $t_k = 100^\circ\text{C}$ ), экспериментатор Глюк подлил в неё горячей воды ( $t_2 = 60^\circ\text{C}$ ), объём которой составил  $\alpha = 20\%$  от начального объёма воды в кастрюле, и включил нагреватель. Определите, во сколько раз изменилось время нагрева воды до температуры кипения.

Теплоёмкостью кастрюли по сравнению с теплоёмкостью воды в ней можно пренебречь. Мощность нагревателя постоянна. Тепловые потери не учитывайте.

**Возможное решение.**

Количество теплоты, которое передаёт кастрюле нагреватель с постоянной мощностью  $N$  пропорционально времени  $\tau$ .

Нагревание исходного количества воды описывается уравнением:

$$cm(t_k - t_1) = N\tau_1$$

Масса воды пропорциональна её объёму. Значит нагревание смеси воды описывается уравнением:

$$cm(t_k - t_1) + c\alpha m(t_k - t_2) = N\tau_2$$

Сравним времена поделив второе уравнение на первое:

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{cm(t_k - t_1) + c\alpha m(t_k - t_2)}{cm(t_k - t_1)} = 1 + \alpha \frac{(t_k - t_2)}{(t_k - t_1)} = 1,1$$

Время нагревания увеличилось в 1,1 раза.

**Критерии оценивания.**

№	критерий	баллы
1.	Использовано выражение связи теплоты, мощности и времени	1
2.	Использовано выражение для количества теплоты в процессе нагревания	1
3.	Правильно описано нагревание исходного количества воды	2
4.	Правильно описано нагревание смеси	2
5.	Правильно найдено отношение времён	3
6.	Сделан вывод об увеличении времени нагрева	1
<b>Итого:</b>		<b>10</b>

**3. Плотность к плотности.** Два кубика одинаковых размеров, изготовленные из разных материалов, поставили на столе один на другой. Если все линейные размеры нижнего кубика увеличить в 2 раза, а верхнего кубика в 3 раза, не изменяя при этом их плотности, то давление на стол увеличится в 4 раза. Найдите отношение плотностей материалов, из которых изготовлены эти кубики.

**Возможное решение.**

Давление кубиков на стол пропорционально их суммарной массе, и обратно пропорционально площади нижнего кубика.

$$p = \frac{m_6 + m_n}{S_n} g, \text{ где коэффициент } g = 10 \text{ Н/кг.}$$

Для первого случая:  $p_1 = \frac{\rho_6 a^3 + \rho_n a^3}{a^2} g$ , где  $a$  - длина ребра исходных кубов.

$$\text{Для второго случая: } 4p_1 = \frac{\rho_6 (3a)^3 + \rho_n (2a)^3}{(2a)^2} g = \frac{27\rho_6 a^3 + 8\rho_n a^3}{4a^2} g$$

Поделив друг на друга два этих выражения получим:

$$16\rho_6 a^3 + 16\rho_n a^3 = 27\rho_6 a^3 + 8\rho_n a^3$$

Откуда

$$16\rho_6 a^3 + 16\rho_n a^3 = 27\rho_6 a^3 + 8\rho_n a^3$$

$$\frac{\rho_6}{\rho_n} = \frac{8}{11} \approx 0,73$$

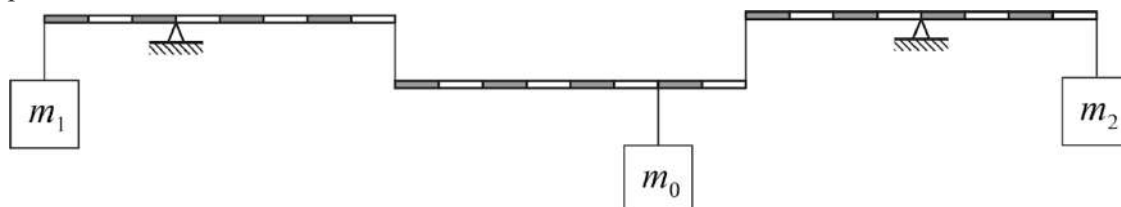
или

$$\frac{\rho_n}{\rho_6} = \frac{11}{8} \approx 1,4$$

**Критерии оценивания.**

№	критерий	баллы
1.	Использовано выражение для давления	1
2.	Использована связь массы, плотности и объёма	1
3.	Использовано выражение для объёма куба	1
4.	Правильно записано выражение для давления в первой ситуации через плотности и длину ребра	2
5.	Правильно записано выражение для давления во второй ситуации через плотности и длину ребра	2
6.	Найдено отношение плотностей	3
<b>Итого:</b>		<b>10</b>

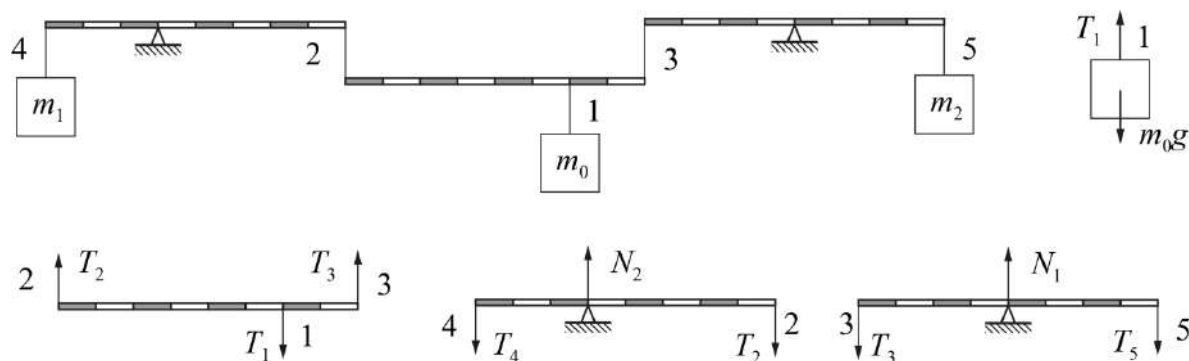
**4. Подвесли.** Находящаяся в равновесии система состоит из трёх лёгких горизонтальных рычагов и трёх грузов, подвешенных на нитях. Рычаги разделены на 8 равных частей. Масса центрального груза  $m_0 = 2,4$  кг. Крайние рычаги могут вращаться вокруг неподвижных опор, а средний соединён с ними с помощью нитей.



Определите силы натяжения всех нитей. Трения в системе нет. Коэффициент  $g = 10$  Н/кг.

**Возможное решение.**

Отметим, что в условиях равновесия системы силы натяжения нитей с грузами численно равны силам тяжести действующим на грузы. В частности,  $T_1 = m_0g = 24$  Н. Расставим силы, действующие на рычаги.



Запишем правило моментов для центрального рычага относительно точки 2:

$$T_1 \cdot 6l = T_3 \cdot 8l \rightarrow T_3 = T_1 \cdot 6/8 = 18 \text{ Н. } l - \text{длина сегмента рычага.}$$

Запишем правило моментов для центрального рычага относительно точки 3:

$$T_1 \cdot 2l = T_2 \cdot 8l \rightarrow T_2 = T_1 \cdot 2/8 = 6 \text{ Н.}$$

Запишем правило моментов для левого рычага относительно точки опоры:

$$T_4 \cdot 3l = T_2 \cdot 5l \rightarrow T_4 = T_2 \cdot 5/3 = 10 \text{ Н.}$$

Запишем правило моментов для правого рычага относительно точки опоры:

$$T_3 \cdot 4l = T_5 \cdot 4l \rightarrow T_5 = T_3 = 18 \text{ Н.}$$

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
Муниципальный этап. 06.12.2021 г.  
8 класс

№	критерий	баллы
1.	Указано, что силы натяжения нитей с грузами численно равны силам тяжести действующим на грузы	1.0
2.	Найдена $T_1$	0.5
3.	На рисунке указаны все 3 силы, действующие на центральный рычаг	0.5
4.	На рисунке указаны все 3 силы, действующие на правый рычаг	0.5
5.	На рисунке указаны все 3 силы, действующие на левый рычаг	0.5
6.	Записаны 2 правила моментов для центрального рычага (по 0,5 балла). Вместо одного из них может быть условие нулевой равнодействующей	1.0
7.	Найдена $T_2$	1.0
8.	Найдена $T_3$	1.0
9.	Записано правило моментов для левого рычага.	1.0
10.	Найдена $T_4$	1.0
11.	Записано правило моментов для правого рычага.	1.0
12.	Найдена $T_5$	1.0
<b>итого:</b>		<b>10</b>

*Примечания:*

- 1) Правильное решение неавторским методом оценивается в 10 баллов!
- 2) Вместо рисунков с расстановкой сил может быть словесное описание ситуации с указанием точек приложения.
- 3) Использование  $g = 9,8$  Н/кг ошибкой не является.
- 4) Оценка за силы разделяется на 2 части по 0,5 балла: оценка за аналитическую связь с известной силой (засчитывается даже при арифметической ошибке на предыдущем этапе) и балл за правильное численное значение.