

Муниципальный этап  
всероссийской олимпиады школьников по физике  
2021-2022 учебный год

**Критерии оценивания**

**9 класс**

**Задача 1. «Велопробег девятиклассников» (10 баллов).** Между поселками Солнечный и Речной вдоль шоссе проложили велодорожку. Петя живет в поселке Солнечный, а Вася в поселке Речной. Друзья решили устроить велопробег и договорились стартовать ровно в 8.00 часов каждый из своего поселка навстречу друг другу. Проезжая километровые столбы, они иногда отмечали время. У Пети в пути сломался велосипед, но ему удалось довольно быстро его починить, и продолжить движение, увеличив скорость. Вася же начал велогонку с большой скоростью, но быстро устал и поехал медленнее. На всех участках своего пути ребята двигались равномерно. Графики движения Пети и Васи представлены в таблицах.

Таблица 1. График движения Пети

Километровый столб	Поселок Солнечный 88	90	92	93	94	94
Показание часов (час:мин:сек)	08:00:00	08:10:00	08:20:00	08:25:00	08:35:00	08:49:00
Километровый столб	98	101	103	Поселок Речной		
Показание часов (час:мин:сек)	09:05:00	09:17:00	09:25:00	09:27:00		

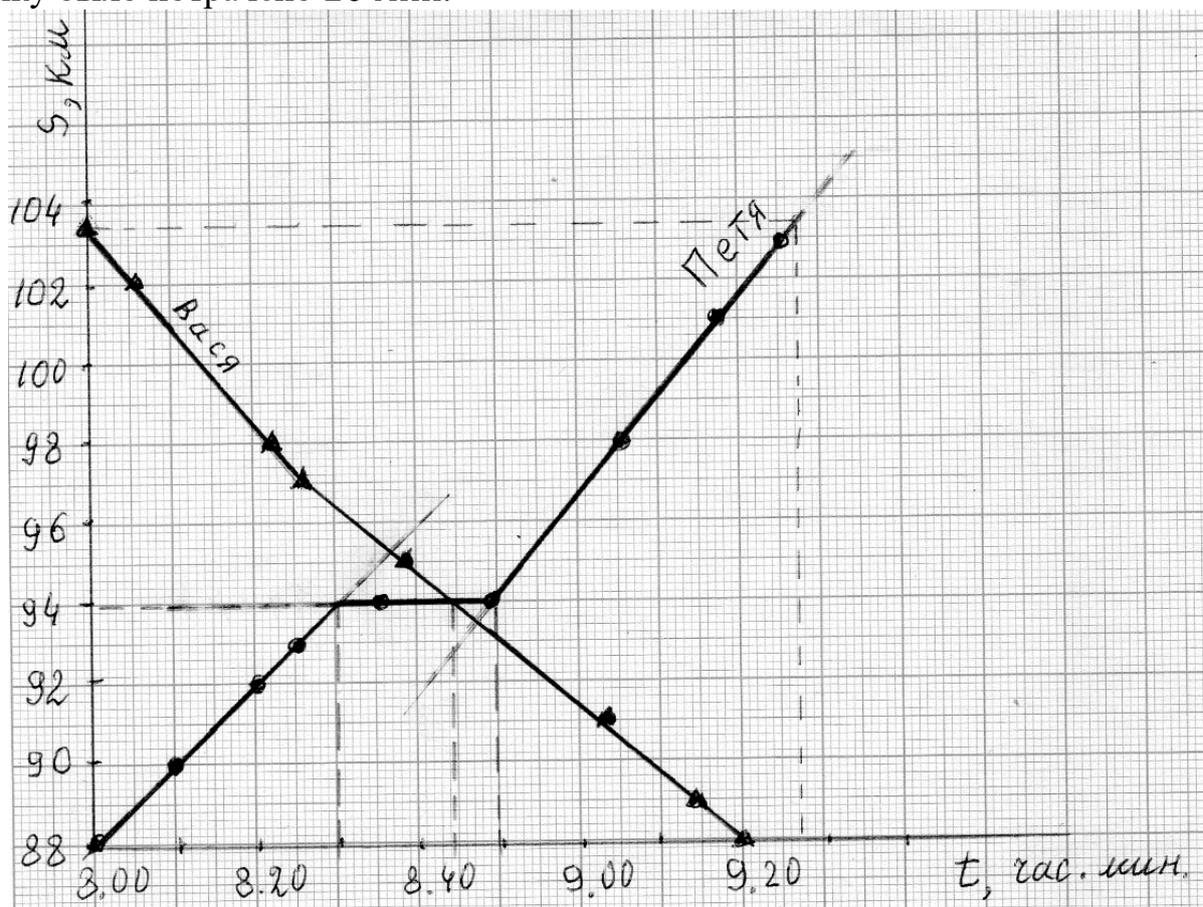
Таблица 2. График движения Васи

Километровый столб	Поселок Речной	102	98	97	95	91
Показание часов (час:мин:сек)	08:00:00	08:06:00	08:22:00	08:26:00	08:38:00	09:02:00
Километровый столб	89	Поселок Солнечный				
Показание часов (час:мин:сек)	09:14:00	09:20:00				

Определить: 1) расстояние между поселками, 2) скорости движения Пети и Васи на различных участках, 3) в какое время они встретились, 4) на каком расстоянии от поселка Солнечный произошла встреча, 5) в какое время у Пети сломался велосипед и как долго он его чинил? 6) Постройте графики их движения (лучше это делать на мм-бумаге).

### Решение.

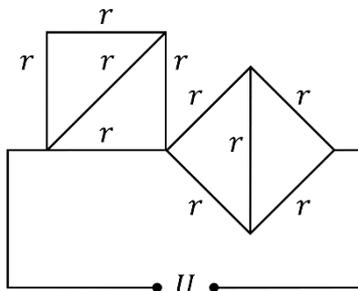
*Графический способ.* Используя таблицу или построив графики движения, можно найти расстояние между поселками:  $S = 103.5 - 88 = 15.5$  км. Скорости можно найти из таблиц или графиков:  $v_{П1} = 1/5$  км/мин = 12 км/ч ;  $v_{П2} = 1/4$  км/мин = 15 км/ч ;  $v_{В1} = 1/4$  км/мин = 15 км/ч ;  $v_{В2} = 1/6$  км/мин = 10 км/ч. Время встречи по графику приблизительно 8:44; расстояние от поселка Солнечный до места встречи приблизительно 6 км. Велосипед сломался в 8:30, на починку было потрачено 20 мин.



### Критерии оценивания (10 баллов).

- 1) Определено расстояние между поселками – 1 балл.
- 2) Рассчитаны скорости движения Пети и Васи – 2 балла.
- 3) Определено время встречи – 1 балл.
- 4) Определено расстояние до места встречи от поселка Солнечный – 1 балл.
- 5) Установлено, в какое время у Пети сломался велосипед, и как долго он его чинил – 2 балла.
- 6) Построены графики движения – 3 балла.

**Задача 2. «Цепь постоянного тока» (10 баллов).** На рисунке показана электрическая схема. Найти ток в цепи, если сопротивление каждой стороны квадратов, а также их диагоналей равно  $r = 4$  Ом. Напряжение, приложенное к схеме  $U = 19.5$  В.

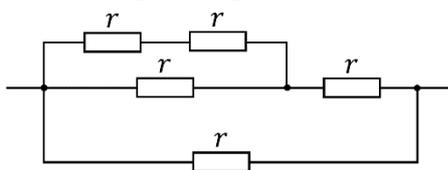


**Решение.**

Сопротивление правого квадрата  $R_2$  вследствие симметрии для протекания тока рассчитывается без учета диагонали:

$$R_2 = \frac{2r \cdot 2r}{(2r+2r)} = r.$$

Эквивалентная схема левого квадрата представлена на рисунке:



Сопротивление верхней части:  $\frac{2}{3}r + r = \frac{5}{3}r$ . Общее сопротивление квадрата  $R_1$ :

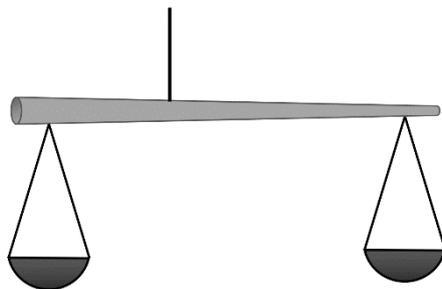
$$R_1 = \frac{\frac{5}{3}r \cdot r}{\frac{5}{3}r + r} = \frac{5}{8}r.$$

Таким образом, общее сопротивление цепи  $R = R_1 + R_2 = \frac{13}{8}r = \frac{13}{2}$  Ом. Для тока в цепи получаем  $I = \frac{U}{R} = 3$  А.

**Критерии оценивания (10 баллов).**

- 1) Рассчитано сопротивление правого квадрата – 2 балла.
- 2) Дана эквивалентная схема для левого квадрата – 3 балла.
- 3) Рассчитано сопротивление левого квадрата – 2 балла.
- 4) Рассчитано общее сопротивление цепи – 1 балла.
- 5) Получено числовое значение для общего сопротивления цепи – 1 балл.
- 6) Получено числовое значение для тока в цепи – 1 балл.

**Задача 3. «Олимпиада» (10 баллов).** На экспериментальном туре олимпиады по физике была предложена задача: «Используя только предложенное оборудование, за два взвешивания найдите массу яблока. Оборудование: деревянная палка, сужающаяся к одному концу; бечевка; две чаши; набор гирь; яблоко». Все участники олимпиады из предложенного оборудования собрали весы, добились равновесия (весы с пустыми чашами занимают горизонтальное положение, как показано на рисунке). Школьники успешно справились с этой задачей, но некоторые из участников олимпиады предложили даже два способа взвешивания. Опишите эти два способа и получите выражения для массы яблока в каждом случае.



**Решение.**

*Первый способ.* Школьник использует неравноплечие весы. Пусть длина одного плеча  $d_1$ , а другого –  $d_2$ , масса яблока  $m$ . Положив яблоко на одну чашу, школьник уравнивает его гирей  $m_1$ , а положив на другую – гирей  $m_2$ . Условия равновесия:  $md_1 = m_1d_2$ ;  $m_2d_1 = md_2$ . Решая совместно, получим массу яблока  $m = \sqrt{m_1m_2}$ .

*Второй способ.* Школьник использует те же неравноплечие весы. Пусть длина одного плеча  $d_1$ , а другого –  $d_2$ , масса яблока  $m$ . Он взвесил сначала яблоко на одной чаше весов, уравнивав весы гирей  $m_1$ . Затем на чашу весов с яблоком добавил гирию известной массы  $m_3$  и уравнивал весы, положив на другую чашу гирию массой  $m_4$ . Условия равновесия:  $md_1 = m_1d_2$ ;  $(m + m_3)d_1 = m_4d_2$ . Решая совместно, получим массу яблока  $m = \frac{m_1m_3}{m_4 - m_1}$ .

**Критерии оценивания (10 баллов).**

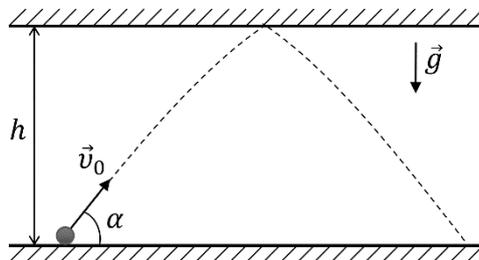
*Первый способ.*

- 1) Предложен метод взвешивания – 1 балл.
- 2) Записаны условия равновесия – 2 балла.
- 3) Решена система уравнений и получен ответ – 2 балла.

*Второй способ.*

- 4) Предложен метод взвешивания – 1 балл.
- 5) Записаны условия равновесия – 2 балла.
- 6) Решена система уравнений и получен ответ – 2 балла.

**Задача 4. «Урок физкультуры» (10 баллов).** На уроке физкультуры, который проходил в зале, Миша ударил по мячу так, что тот попал в потолок (см. рис.). Какое расстояние по горизонтали пролетел мяч, если Миша при ударе сообщил мячу скорость  $v_0 = 15$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к полу зала? Высота потолка  $h = 5$  м, удар упругий. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным  $10$  м/с<sup>2</sup>.



**Решение.**

Обозначим как  $t_1$  время, за которое мяч долетел до потолка, тогда  $h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - g \frac{t_1^2}{2}$ , отсюда уравнение относительно  $t_1$ :  $t_1^2 - \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \cdot t_1 + \frac{2h}{g} = 0$ .

Находим решения для полученного уравнения:  $t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha - \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$

(решение с «+» соответствует области снижения мяча, если бы удара о потолок не было). Полное время движения  $t_0 = 2t_1$ .

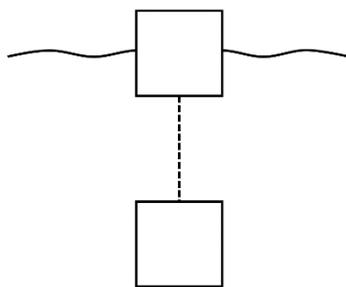
Дальность полета мяча по горизонтали  $l = v_0 \cos \alpha \cdot t_0 = v_0 \cos \alpha \cdot 2t_1$ . Подставим выражение для  $t_1$ , и окончательно получим:

$$l = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha - 2v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2gh}{v_0^2 \sin^2 \alpha}} \right) \approx 7 \text{ м.}$$

**Критерии оценивания (10 баллов).**

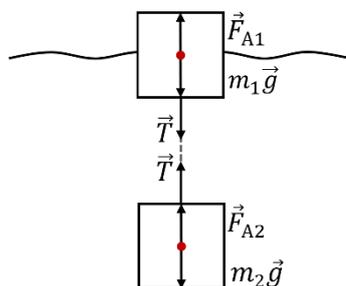
- 1) Получено квадратное уравнение относительно времени, за которое мяч долетает до потолка – 3 балла
- 2) Найдены решения полученного квадратичного уравнения – 2 балл.
- 3) Обоснован выбор решения с «-» полученного квадратичного уравнения – 1 балл.
- 4) Получено полное время движения мяча – 1 балл.
- 5) Записано выражения для дальности полета по горизонтали – 2 балла.
- 6) Получено числовое значение для дальности полета по горизонтали – 1 балл.

**Задача 5. «Поплавки» (10 баллов).** Два поплавок в форме кубиков, имеющие одинаковые размеры и различающиеся в 3 раза плотности, скреплены легкой нитью и опущены в воду. Один из поплавков погружен в воду полностью, а второй плавает, погружившись в воду на 50% своего объема (см. рис.). Натяжение нити при этом равно  $T$ . Чему равна масса полностью погруженного поплавок? Ускорение свободного падения  $g$ .



### Решение.

Полностью погруженным в воду поплавок будет поплавок с большей плотностью. Обозначим как  $m_1$  массу верхнего поплавка. Тогда условие равновесия верхнего поплавка:  $F_{A1} = T + m_1g$ , где  $F_{A1}$  – выталкивающая сила (см. рис.), действующая на верхний поплавок.



Так как при одинаковом объеме поплавков их плотности различаются в 3 раза, то масса нижнего поплавка  $m_2 = 3m_1$ . Тогда условие равновесия нижнего поплавка:  $F_{A2} + T = 3m_1g$ , где  $F_{A2}$  – выталкивающая сила, действующая на верхний поплавок.

Поскольку для нижнего поплавка погруженный в жидкость объем в 2 раза больше, чем у верхнего, то  $F_{A2} = 2F_{A1}$ . Исключая параметр  $F_{A1}$  из уравнений равновесия поплавков и решая полученную систему из двух уравнений относительно  $m_1$ , для массы нижнего кубика окончательно получим:  $m_2 = 3m_1 = \frac{9T}{g}$

### Критерии оценивания (10 баллов).

- 1) Указано, что полностью погруженным в воду будет поплавок с большей плотностью – 1 балл.
- 2) Записано условие равновесия верхнего поплавка – 2 балла.
- 3) Получено соотношение между массами поплавков – 1 балл.
- 4) Записано условие равновесия нижнего поплавка – 2 балла.
- 5) Получено соотношение для выталкивающих сил, действующих на верхний и нижний поплавок – 1 балл.
- 6) Получено окончательное выражение для массы нижнего поплавка – 3 балла.