

Всероссийская олимпиада школьников по физике
2018-2019 учебный год
Муниципальный этап
Свердловская область
7 класс

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ

Инструкция для проверяющих:

1. Проверка отдельной задачи

При проверке каждой задачи проверяющий рисует таблицу, в которой две строки и количество столбцов совпадает с количеством критериев, рекомендуемых для проверки данной задачи, плюс 1 столбец для итогового результата.

Например, в задаче 1 предлагается 6 критериев, следовательно, таблица для проверки выглядит следующим образом:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	Критерий 6	ИТОГ

Во вторую строку выставляется балл, выставленный при проверке по данному критерию. Во вторую строку столбца «ИТОГ» вносится балл за задачу, равный сумме баллов второй строки в столбцах «критерии».

Например, результат проверки может выглядеть следующим образом:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	Критерий 6	ИТОГ
1	1	1	1	2	1	7

Во второй задаче всего 4 критерия. Следовательно, таблица для проверки этой задачи должна выглядеть так:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	ИТОГ

В третьей задаче пять критериев. Таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	ИТОГ

В четвертой задаче три критерия. Таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	ИТОГ

2. Проверка всей работы:

На первом (титальном) листе работы членом жюри, который первым проверяет работу, рисуется таблица (см. ниже)

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	ИТОГ

1. Непонятный прибор

Мама семиклассника купила термометр для измерения температуры при приготовлении мяса. Он устроен так: на конце длинного металлического стержня находится устройство для измерения температуры, стержень нужно воткнуть в мясо, на круговой шкале считываются показания температуры. Новый прибор заинтересовал



школьника, и он внимательно стал изучать шкалу. Он обнаружил, что прибор имеет две шкалы: внешнюю и внутреннюю. Вместе с папой они поняли, что внутренняя шкала служит для измерения температуры по шкале Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). А вот внешняя ($^{\circ}\text{F}$) была совсем незнакомой. Установите:

- диапазон возможных измерений для внутренней и внешней шкал прибора;
- цену деления для внутренней и внешней шкал;
- сколько градусов показывает прибор по

шкале Цельсия и по шкале F;

- установите связь градуса по шкале Цельсия и по шкале F.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Внутренняя шкала прибора (шкала Цельсия) – диапазон измерений от -18°C до 104°C , цена деления – 2°C .

Внешняя шкала термометра (шкала F) – диапазон измерений от 0 до 220 F, цена деления – 4°F .

Показания

прибора:

по шкале F от 76 до 80F,
по шкале Цельсия –
примерно от 24°C до
 28°C .

Для того, чтобы установить связь градуса по шкале Цельсия и по шкале F нужно найти «хорошие точки». Первая из них – начало отсчета, это -18°C по внутренней шкале и 0F по внешней. Вторая «хорошая точка»: по шкале Цельсия – 60 по шкале F - 140 (см. рисунок- линии).



Поэтому изменению в 140 градусов по шкале F соответствует изменение в $60 - (-18) = 60 + 18 = 78$ градусов по шкале Цельсия. Таким образом, «соотношение градусов» следующее:

$$\frac{140}{78} = 1,795 \approx 1,8 \frac{F}{C}.$$

Есть еще два хорошо совпадающих деления – это 40°C и 104°F (еще одна линия на рисунке). При выборе этой точки получаем результат

$$\frac{104}{40 - (-18)} = 1,793 \approx 1,8 \frac{F}{C}$$

Критерии проверки:

1	Диапазон измерений (от -18°C до 104°C) по шкале Цельсия	1 балл
2	Диапазон измерений (от 0 до 220) по шкале F	1 балл
3	Цена деления по шкале Цельсия (2°C)	1 балл
4	Цена деления по шкале F (4°F)	1 балл
5	Показания термометра по обеим шкалам: от 76°F до 80°F и по шкале Цельсия – от 24°C до 28°C (по 1 баллу за каждое показание)	2 балла
6	<p>Установлено соответствие градусов по двум шкалам</p> <p>Здесь очень важен выбор «хороших делений», то есть тех делений по внутренней и внешней шкале, которые хорошо совпадают – это по шкале Цельсия – 60 по шкале F – 140 и 40°C; 104°F (приведены в решении). По рисунку (приведен после решения задачи) видно, что есть деления, которые при не очень внимательном отношении могут показаться совпадающими – это (-6°C и 20°F); (16°C и 60°F); (78°C и 172°F) и т.д. Но при аккуратной работе (на шкале прибора проводятся тонкие прямые линии из точки крепления стрелки) все эти деления оказываются не полностью совпадающими. Полное совпадение есть только у тех, которые приводятся в решении.</p> <p>Поэтому оценивать следует так: если учащийся использует точки, указанные в решении то следует ставить полный балл (4 балла). Если выбрана любая другая точка, то ставится 2 балла.</p> <p>Соотношение градусов при выборе других совпадающих делений:</p> <p>(-6°C и 20°F) - $1,667 \text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}$; ($16^{\circ}\text{C}$ и 60°F) – $1,765 \text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}$; ($78^{\circ}\text{C}$ и 172°F) – $1,791 \text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}$.</p> <p>Возможно, есть еще почти совпадающие деления, которые найдут участники. За выбор таких точек следует ставить также 2 балла.</p> <p>При способе определения соотношения, описанном далее, следует ставить 1 балл. По шкале F (или $^{\circ}\text{C}$) выбирается одно деление, далее примерно определяется, сколько градусов по другой шкале этому соответствует.</p>	<p>До 4 баллов</p> <p>Подробности и комментарий по выставлению баллов в левом столбце</p> <p>4 балла</p> <p>2 балла</p> <p>1 балл</p>



Рекомендуемая таблица для проверки:

К 1	К 2	К 3	К 4	К 5	К 6	ИТОГ

2. Бассейн и два насоса

В бассейне объема V есть два насоса. Один насос накачивает воду в бассейн, второй откачивает воду из бассейна. Если работает только первый насос, то бассейн наполняется водой за время t_1 , если работает только второй насос, то он полностью откачивает воду из бассейна за время t_2 , причем $t_1 < t_2$.

- Какой объем воды поступает в бассейн за 1 секунду при работе первого насоса?

- Какой объем воды откачивает из бассейна в единицу времени второй насос?

- Сколько времени будет наполняться водой пустой бассейн, если одновременно включить два насоса?

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Если работает только первый насос, то бассейн объема V наполнится водой за время t_1 , причем

$$V = v_1 \cdot t_1.$$

Здесь v_1 – объём, который первый насос накачивает в бассейн в единицу времени

$$v_1 = \frac{V}{t_1}.$$

Если работает только второй насос, то полностью весь бассейн он откачает за время t_2 , причем

$$V = v_2 \cdot t_2.$$

Здесь v_2 – объём, который второй насос откачивает из бассейна в единицу времени,

$$v_2 = \frac{V}{t_2}.$$

Если оба насоса будут работать одновременно, то бассейн наполнится водой за время t , причем

$$V = v_1 t - v_2 t.$$

Знаки разные, так как первый накачивает воду в бассейн, а второй откачивает.

Подставив значения v_1 и v_2 , получим

$$V = \frac{V}{t_1} t - \frac{V}{t_2} t.$$

Из записанного соотношения получим t

$$t = \frac{t_1 t_2}{t_2 - t_1}.$$

Критерии проверки

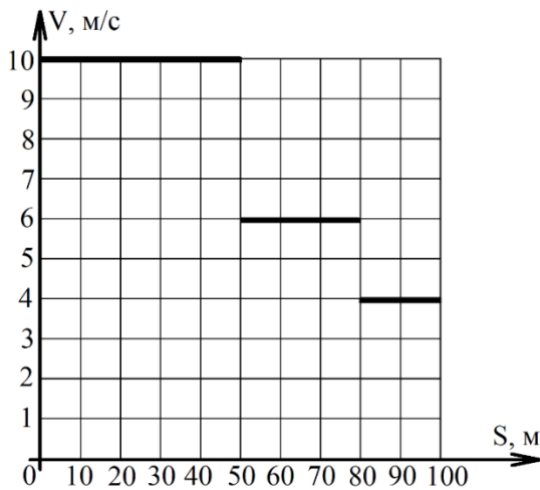
1	Определено v_1	1 балл
2	Определено v_2	1 балл
3	Записано выражение для V в случае одновременной работы двух насосов	4 балла
4	Правильно проделаны все математические преобразования, получен правильный ответ	4 балла

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	ИТОГ

3. Два бегуна

На школьном стадионе проходят соревнования по бегу. В финал забега на 100 метров вышли два лучших бегуна. Первый из них выбрал следующую тактику: первые 50 метров он бежал очень быстро, далее скорость бега стала меньше, а



последние 30 метров дистанции он бежал совсем медленно. График зависимости скорости бега этого спортсмена от пройденного расстояния представлен на рисунке.

Второй спортсмен выбрал иную тактику. Всю дистанцию он пробежал в постоянной скоростью 7 м/с.

- Определить среднюю скорость бега первого спортсмена.

- Какой из спортсменов быстрее пробежит дистанцию?

- На каком расстоянии от места старта спортсмены поравняются?

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Используя график, определим время движения первого спортсмена. Первые 50 метров он бежал со скоростью 10 м/с, далее 30 метров он двигался со скоростью 6 м/с, последние 20 метров он пробежал со скоростью 4 м/с, поэтому общее время движения равно

$$t_1 = \frac{50}{10} + \frac{30}{6} + \frac{20}{4} = 15,00 \text{ (с)}.$$

Второй бегун дистанцию пробежал за время

$$t_2 = \frac{100}{7} = 14,29 \text{ с}.$$

Мы видим, что быстрее дистанцию пробежал второй бегун.

Найдем среднюю скорость бега первого бегуна: 100 метров он пробегает за 15 секунд, поэтому

$$V_{\text{ср1}} = \frac{100}{15} = 6,67 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Теперь определим, на каком расстоянии от места старта бегуны поравняются, то есть второй догонит первого.

Скорее всего встреча пройдет на последнем 20-метровом участке дистанции. Запишем уравнения движения бегунов: первый за 10 секунд пробежит 80 метров и будет двигаться со скоростью 4 м/с, поэтому его уравнение движения выглядит так: $x_1(t) = 80 + 4(t - 10)$; уравнение движения второго бегуна $x_2(t) = 7t$. В момент встречи координаты бегунов одинаковы, поэтому получаем уравнение

$$80 + 4(t - 10) = 7t.$$

Решая которое, определяем момент встречи бегунов

$$\begin{aligned} 80 + 4t - 40 &= 7t; \\ 40 &= (7 - 4)t; \\ t &= \frac{40}{3}. \end{aligned}$$

В этот момент времени бегуны окажутся на расстоянии

$$S = 7 \cdot \frac{40}{3} = 93,33 \text{ м}$$

от места старта.

Критерии проверки

1	Определено время движения второго бегуна	1 балл
2	Определено время движения первого бегуна	3 балла
3	Сделан вывод, кто быстрее	1 балл
4	Определена средняя скорость первого бегуна	1 балл
5	Определено время и место встречи бегунов Школьники могут решать эту часть задачи, не составляя уравнения движения (в 7 классе этого просто могут не знать), если задача решена правильно, следует ставить полный балл	2 балла 2 балла

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	ИТОГ

4. Старорусские измерения

4.1. В России долгое время массу измеряли в следующих единицах:

1 фунт – 409,51 грамм;

1 лот – 1/32 фунта = 3 золотника;

1 доля – 1/96 золотника.

Установите:

- какую часть от фунта составляет 1 золотник (1 балл)?

- Сколько грамм в 1 доле (1 балл)?

4.2. Единицей измерения длин в России долго являлся аршин. Аршин равен длине человеческого шага.

1 аршин = 71,12 сантиметра;

1 аршин = 16 вершков.

- Сколько вершков составляет 1 метр (2 балла)?

4.3. (6 баллов)

Плотность в Международной системе СИ измеряется в 1 кг/м^3 . Плотность стали $7,8 \text{ г/см}^3$. Пусть масса измеряется в фунтах, а длина в аршинах. Выразите плотность стали в фунтах/аршин³.

РЕШЕНИЕ:

4.1. 3 золотника составляют 1/32 фунта, то есть $409,51/32$ грамм. Таким образом, 1 золотник составляет от 409,51 грамма $\frac{1}{3 \cdot 32} = \frac{1}{96}$ долю. Поэтому

$$1 \text{ золотник} = \frac{409,51}{96} \text{ г} = 4,27 \text{ г.}$$

1 доля составляет 1/96 часть золотника, поэтому 1 доля в граммах равна

$$1 \text{ доля} = \frac{4,27}{96} \text{ г} = 0,05 \text{ г}$$

4.2. Как мы видим из условия задачи, 16 вершков составляет 1 аршин или 0,7112 метра. Поэтому в 1 метре содержится

$$\frac{16}{0,7112} = 22,50 \text{ вершка.}$$

4.3. Как видим из условия задачи, 1 грамм равен $\frac{1}{409,51}$ фунта, а 1 аршин составляет 71,12 см, поэтому 1 см равен $\frac{1}{71,12}$ аршина. Поэтому

$$7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{7,8 \cdot 71,12 \cdot 71,12 \cdot 71,12}{409,51} = 6851,81 \left(\frac{\text{фунт}}{\text{аршин}^3} \right).$$

Критерии проверки

1	1 золотник равен 4,27 грамма 1 доля равна 0,05 г	1 балл 1 балл
2	В 1 метре – 22,50 вершка	2 балла
3	Определена плотность стали $1 \text{ грамм/см}^3 = 878,44 \text{ фунт/аршин}^3$, $7,8 \text{ г/см}^3 = 6851,81 \text{ фунт/аршин}^3$	6 баллов

Рекомендуемая таблица для проверки

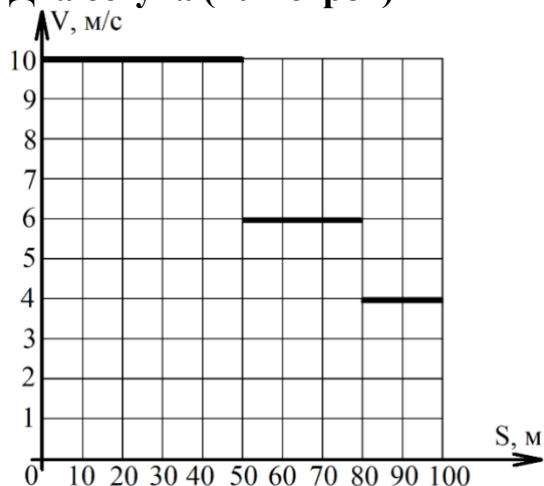
Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	ИТОГ

7 класс дополнительные критерии к задаче №3

Условие задачи и график противоречат друг другу: в условии сказано, что «первый бегун последние 30 метров бежал ...», а по графику длина последнего участка равна 20 метров.

Следует проверять оба решения, ниже приведены варианты решения для длины последнего участка 20 метров (как по графику)

Два бегуна (20 метров)



На школьном стадионе проходят соревнования по бегу. В финал забега на 100 метров вышли два лучших бегуна. Первый из них выбрал следующую тактику: первые 50 метров он бежал очень быстро, далее скорость бега стала меньше, а последние 20 метров дистанции он бежал совсем медленно. График зависимости скорости бега этого спортсмена от пройденного расстояния представлен на рисунке.

Второй спортсмен выбрал иную тактику. Всю дистанцию он пробежал в постоянной

скоростью 7 м/с.

- Определить среднюю скорость бега первого спортсмена.
- Какой из спортсменов быстрее пробежит дистанцию?
- На каком расстоянии от места старта спортсмены поравняются?

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Используя график, определим время движения первого спортсмена. Первые 50 метров он бежал со скоростью 10 м/с, далее 30 метров он двигался со скоростью 6 м/с, последние 20 метров он пробежал со скоростью 4 м/с, поэтому общее время движения равно

$$t_1 = \frac{50}{10} + \frac{30}{6} + \frac{20}{4} = 15,00 \text{ (с)}.$$

Второй бегун дистанцию пробежал за время

$$t_2 = \frac{100}{7} = 14,29 \text{ с}.$$

Мы видим, что быстрее дистанцию пробежал второй бегун.

Найдем среднюю скорость бега первого бегуна: 100 метров он пробегает за 15 секунд, поэтому

$$V_{\text{ср1}} = \frac{100}{15} = 6,67 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Теперь определим, на каком расстоянии от места старта бегуны поравняются, то есть второй догонит первого.

Скорее всего встреча пройдет на последнем 20-метровом участке дистанции. Запишем уравнения движения бегунов: первый за 10 секунд

пробежит 80 метров и будет двигаться со скоростью 4 м/с, поэтому его уравнение движения выглядит так: $x_1(t) = 80 + 4(t - 10)$; уравнение движения второго бегуна $x_2(t) = 7t$. В момент встречи координаты бегунов одинаковы, поэтому получаем уравнение

$$80 + 4(t - 10) = 7t.$$

Решая которое, определяем момент встречи бегунов

$$\begin{aligned} 80 + 4t - 40 &= 7t; \\ 40 &= (7 - 4)t; \\ t &= \frac{40}{3}. \end{aligned}$$

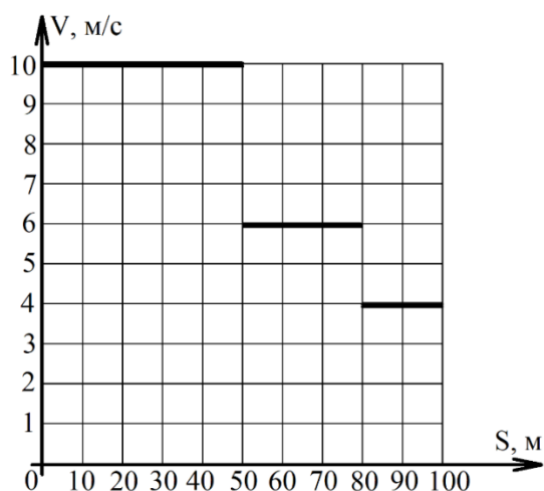
В этот момент времени бегуны окажутся на расстоянии

$$S = 7 \cdot \frac{40}{3} = 93,33 \text{ м}$$

от места старта.

Критерии проверки

1	Определено время движения второго бегуна	1 балл
2	Определено время движения первого бегуна	3 балла
3	Сделан вывод, кто быстрее	1 балл
4	Определена средняя скорость первого бегуна	1 балл
5	Определено время и место встречи бегунов Школьники могут решать эту часть задачи, не составляя уравнения движения (в 7 классе этого просто могут не знать), если задача решена правильно, следует ставить полный балл	2 балла 2 балла



Два бегуна (30 метров)

На школьном стадионе проходят соревнования по бегу. В финал забега на 100 метров вышли два лучших бегуна. Первый из них выбрал следующую тактику: первые 50 метров он бежал очень быстро, далее скорость бега стала меньше, а последние 30 метров дистанции он бежал совсем медленно. График зависимости скорости бега этого спортсмена от пройденного расстояния представлен на рисунке.

Второй спортсмен выбрал иную тактику. Всю дистанцию он пробежал в постоянной

скоростью 7 м/с.

- Определить среднюю скорость бега первого спортсмена.
- Какой из спортсменов быстрее пробежит дистанцию?
- На каком расстоянии от места старта спортсмены поравняются?

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Используя график, определим время движения первого спортсмена. Первые 50 метров он бежал со скоростью 10 м/с, далее 30 метров он двигался со скоростью 6 м/с, последние 20 метров он пробежал со скоростью 4 м/с, поэтому общее время движения равно

$$t_1 = \frac{50}{10} + \frac{20}{6} + \frac{30}{4} = 15,83 \text{ (с)}.$$

Второй бегун дистанцию пробежал за время

$$t_2 = \frac{100}{7} = 14,29 \text{ с}.$$

Мы видим, что быстрее дистанцию пробежал второй бегун.

Найдем среднюю скорость бега первого бегуна: 100 метров он пробегает за 15,83 секунды, поэтому

$$V_{\text{ср1}} = \frac{100}{15,83} = 6,32 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Теперь определим, на каком расстоянии от места старта бегуны поравняются, то есть второй догонит первого.

Скорее всего встреча пройдет на последнем 30-метровом участке дистанции. Запишем уравнения движения бегунов: первый за $\frac{50}{10} + \frac{20}{6} = 8,33$ (с) секунд пробежит 70 метров и будет двигаться со скоростью 4 м/с, поэтому его уравнение движения выглядит так: $x_1(t) = 70 + 4(t - 8,33)$; уравнение движения второго бегуна $x_2(t) = 7t$. В момент встречи координаты бегунов одинаковы, поэтому получаем уравнение

$$70 + 4(t - 8,33) = 7t.$$

Решая которое, определяем момент встречи бегунов

$$70 + 4t - 33,32 = 7t;$$

$$36,38 = (7 - 4)t;$$

$$t = \frac{36,38}{3} = 12,26.$$

В этот момент времени бегуны окажутся на расстоянии

$$S = 7 \cdot 12,26 = 85,82 \text{ м}$$

от места старта.

Критерии проверки

1	Определено время движения второго бегуна	1 балл
2	Определено время движения первого бегуна	3 балла
3	Сделан вывод, кто быстрее	1 балл
4	Определена средняя скорость первого бегуна	1 балл
5	Определено время и место встречи бегунов Школьники могут решать эту часть задачи, не составляя уравнения движения (в 7 классе этого просто могут не знать), если задача решена правильно, следует ставить полный балл	2 балла 2 балла

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий	Критерий	Критерий	Критерий	Критерий	ИТОГ
----------	----------	----------	----------	----------	------

1	2	3	4	5	

В задаче №3 для 7 класса возникли неоднозначности :условие- график.
Поэтому надо проверять задачу и в ситуации, когда ребенок информацию брал
из графика, и когда он инфор