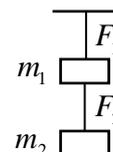


**Решения и критерии оценивания задач  
Заключительного тура олимпиады «Росатом» по физике,  
2022-2023 учебный год, 7 класс**

1. Два поезда длиной  $l = 200$  м и  $1,6l = 320$  м движутся со скоростями  $3v = 60$  м/с и  $v = 20$  м/с соответственно по параллельным путям навстречу друг другу. В течение какого времени машинист первого поезда видел напротив себя второй поезд? В течение какого времени машинист второго поезда видел напротив себя первый поезд? В течение какого времени все пассажиры первого поезда видели напротив себя второй поезд?

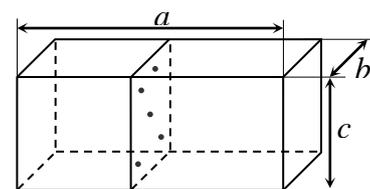
2. На двух невесомых нитях подвешены два тела так, как это показано на рисунке.

Отношение сил натяжения верхней и нижней веревки известно:  $F_1 : F_2 = 7 : 3$ . Найти отношение масс верхнего и нижнего тел  $m_1 : m_2$ .



3. В открытый сосуд налили (не до верха) воду объемом  $V = 200$  мл. Когда в сосуд аккуратно опустили металлическую гирьку, которая полностью в него поместилась, из сосуда вылилась вода объемом  $V/5$ . Когда в тот же сосуд налили вдвое меньшее количество воды и положили вдвое более тяжелую гирьку из того же металла, которая полностью в него поместилась, из сосуда вылился объем воды  $V/10$ . Найти объем сосуда.

4. В пекарне изготовили белый хлеб с изюмом. Батон имеет форму прямоугольного параллелепипеда («кирпичика») с размерами сторон (длина-ширина-высота)  $a = 20$  см,  $b = 8$  см и  $c = 12$  см. Известно, что на разрезе, перпендикулярном длинному ребру, в среднем оказываются разрезанными  $n = 5$  изюминок (см. рисунок, на котором показана схема батона и разреза).



Найти среднее число изюминок в каждом батоне. Считать, что все изюминки имеют форму шариков с радиусом  $r = 0,4$  см и равномерно распределены по объему батона.

5. Незнайка и Пончик одновременно выехали из Цветочного и Солнечного городов навстречу друг другу со скоростями  $1,03v$  и  $v$  соответственно. Встретившись, они, не останавливаясь, продолжили движение. Доехав до пунктов назначения (Солнечного и Цветочного городов соответственно), они развернулись и снова поехали навстречу друг другу. Затем они снова встретились, продолжили движение, доехали до пунктов назначения, развернулись и снова поехали навстречу друг другу. И так далее. В момент какой по счету встречи коротышек впервые окажется, что они движутся в одном направлении? Считать, что Незнайка и Пончик движутся с постоянными по величине скоростями, а разворачиваются мгновенно.

## Решения и критерии оценивания

1. Между теми моментами, когда машинист первого поезда увидел начало и конец второго, поезда проехали в сумме расстояние, равное длине второго поезда. Поэтому для времени  $t_1$ , в течение которого машинист первого поезда видел напротив себя второй поезд, имеем из формул, связывающих пройденное поездами расстояние, их скорости и время

$$3vt_1 + vt_1 = 1,6l$$

Отсюда

$$t_1 = \frac{1,6l}{4v} = \frac{0,4l}{v} = 4 \text{ с}$$

Аналогично, для времени  $t_2$ , в течение которого машинист второго поезда видел напротив себя первый поезд, получим

$$t_2 = \frac{l}{4v} = 2,5 \text{ с}$$

Чтобы все пассажиры первого поезда могли видеть напротив себя второй поезд, все точки первого поезда должны быть напротив второго. Поэтому в сумме поезда в течение этого времени  $t_3$  пройдут расстояние, равное разности длин второго и первого поезда. Или

$$3vt_3 + vt_3 = 1,6l - l = 0,6l$$

Отсюда

$$t_3 = \frac{0,6l}{4v} = \frac{0,15l}{v} = 1,5 \text{ с.}$$

**Критерии оценки решения задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)**

1. Правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» - 1 балл
  2. Правильное уравнение для времени, в течение которого машинист второго поезда видел напротив себя первый поезд – 1 балл
  3. Правильно найдено время, в течение которого машинист второго поезда видел напротив себя первый поезд (и формула, и число) – 1 балл
  4. Правильное уравнение для времени, в течение которого все пассажиры первого поезда видят напротив себя второй поезд – 1 балл
  5. Правильно найдено время, в течение которого все пассажиры первого поезда видят напротив себя второй поезд (и формула, и число) – 1 балл
- Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

2. Верхняя нить удерживает два тела с суммарной массой  $m_1 + m_2$ , нижняя – одно тело с массой  $m_2$ .

Поэтому для сил натяжения нитей выполнены условия

$$F_1 = (m_1 + m_2)g$$

$$F_2 = m_2g$$

Деля эти формулы друг на друга, получим

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 + m_2}{m_2} = \frac{m_1}{m_2} + 1$$

Отсюда находим

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{F_1}{F_2} - 1 = \frac{7}{3} - 1 = \frac{4}{3}.$$

**Критерии оценки решения задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)**

1. Правильное условие равновесия верхнего тела - 1 балл
2. Правильное условие равновесия второго тела – 1 балл
3. Правильное уравнение для отношения масс – 1 балл
4. Правильный ответ – 2 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

3. Пусть объем сосуда равен  $V_0$ , объем первой гирьки -  $v$ . Поскольку в первом случае из сосуда вылился объем воды -  $V/5$ , то условие баланса объемов дает

$$V + v - V_0 = \frac{V}{5} \quad \Rightarrow \quad \frac{4}{5}V + v = V_0 \quad (1)$$

Во втором случае в сосуде был вдвое меньший объем воды, опустили в него гирьку вдвое большего объема, а вылился объем воды  $V/10$ . Поэтому

$$\frac{V}{2} + 2v - V_0 = \frac{V}{10} \quad \Rightarrow \quad \frac{4}{10}V + 2v = V_0 \quad (2)$$

Из системы уравнений (1)-(2) находим

$$V_0 = \frac{6V}{5}$$

**Критерии оценки решения задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)**

1. Правильный баланс объемов в первом случае - 1 балл
2. Правильный баланс объемов во втором случае – 1 балл
3. Правильная система уравнений для объема сосуда, гирек и воды – 1 балл
4. Правильный ответ – 2 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

4. Очевидно, разрезанными окажутся те изюминки, центры которых окажутся на расстоянии  $r$  от разреза. То есть те, центры которых попадут в объем прямоугольного параллелепипеда с площадью сечения, равной сечению батона ( $c \times b$ ), а высотой  $2r$ . Таким образом, в объем  $V_0 = 2rcb$  попадают центры пяти изюминок. А поскольку изюминки распределены по батону равномерно, то в среднем в батон попадает такое количество  $N$  изюминок, которое больше количества разрезанных изюминок во столько же раз, во сколько объем батона  $V = abc$  больше объема  $V_0$ :

$$N = \frac{V}{V_0} n = \frac{abc}{2rbc} n = \frac{a}{2r} n = 125$$

(от поперечных размеров батона  $b$  и  $c$  результат не зависит).

**Критерии оценки решения задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)**

1. Правильная идея решения – найти объем части батона, изюминки в котором разрезаются при разрезе батона - 1 балл
2. Правильно найден объем части батона, изюминки в котором разрезаются при разрезе батона – 1 балл
3. Правильно найден объем батона – 1 балл
4. Правильное отношение объемов – 1 балл

## 5. Правильный ответ – 1 балл

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

5. Рассмотрим сначала встречи Незнайки и Пончика, когда они движутся навстречу друг другу. Пусть первая встреча коротышек произошла через время  $t_1$  после начала движения. Очевидно, что сумма расстояний, пройденных ими до встречи равна расстоянию между Солнечным и Цветочным городом. Поэтому

$$t_1 = \frac{l}{v_1 + v_2}.$$

где  $l$  - расстояние между городами,  $v_1$  и  $v_2$  - скорости коротышек (пусть для определенности  $v_1 > v_2$ ). А поскольку сумма расстояний, пройденных ими от первой встречи до второй, равна удвоенному расстоянию между городами (от первой встречи они должны доехать до пунктов назначения, развернуться и снова проехать расстояние, равное расстоянию между городами). А это значит, что время, прошедшее от начала движения до второй встречи, в три раза больше времени  $t_1$ :

$$t_2 = 3t_1.$$

От второй до третьей встречи они снова должны проехать суммарное расстояние, равное удвоенному расстоянию между городами. Поэтому время, прошедшее с начала движения до третьей встречи, равно

$$t_3 = 5t_1.$$

И так далее. Очевидно, для времени  $n$ -ой встречи  $t_n$  коротышек (пока они движутся во время встречи навстречу друг другу) имеет место соотношение

$$t_n = (2n-1)t_1 = \frac{(2n-1)l}{v_1 + v_2}.$$

При этом каждый из коротышек должен проехать до  $n$ -ной встречи расстояние, меньшее, чем  $nl$ . Если же более быстрый впервые догонит более медленного, двигаясь с ним в одинаковом направлении, то за то время, за которое они пройдут суммарное расстояние  $2l$ , более быстрый пройдет расстояние, большее, чем  $l$ . То есть условием встречи при движении в одном направлении является неравенство

$$v_1 t_n \geq nl \quad \Rightarrow \quad \frac{(2n-1)v_1 l}{v_1 + v_2} \geq nl \quad \Rightarrow \quad n \geq \frac{v_1}{v_1 - v_2} \quad (1)$$

То есть  $n$ -ая по счету встреча коротышек будет первой при их движении в одном направлении, если  $n$  - минимальное целое решение неравенства (1). Для  $v_1 = 1,03v$  и  $v_2 = v$  имеем

$$n \geq \frac{v_1}{v_1 - v_2} \quad \Rightarrow \quad n = 35$$

**Критерии оценки решения задачи (максимальная оценка за решение – 5 баллов)**

1. Правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» - 1 балл
2. Правильно найдено время до первой встречи Незнайки и Пончика – 1 балл

3. Правильный вывод, что время движения до второй встречи (от начала движения) втрое больше времени первой встречи – 1 балл
  4. Правильное уравнение (или неравенство) для номера первой встречи, которая произойдет при движении коротышек в одном направлении – 1 балл
  5. Правильный ответ – 1 балл
- Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

#### Оценка работы

Оценка работы складывается из оценки задач. Максимальная оценка – 25 баллов. Допустимыми являются все целые оценки от 0 до 25.