

**Первый этап Всесибирской Открытой Олимпиады Школьников
по физике 12 ноября 2023 г.
Решения и критерии оценки
7 класс**

1) У школьника есть два сорта кубиков, большие и маленькие. Он стал строить из этих кубиков столбики на разных чашках весов, ставя одинаковые кубики друг на друга. Когда на левой чаше оказался столб из $N_1=10$ малых кубиков, а на правой – из $N_2=5$ кубиков, то высоты столбиков стали одинаковыми, а весы уравнились. Во сколько раз плотность маленького кубика больше, чем плотность большого, если считать, что кубики сплошные?

Возможное решение

Обозначим длину ребра и массу малого кубика X_1 и M_1 , соответственно, для большого кубика - X_2 и M_2 . По условию задачи

$$N_1 X_1 = N_2 X_2 \quad (+2 \text{ балла})$$

$$N_1 M_1 = N_2 M_2 \quad (+2 \text{ балла})$$

Плотности кубиков равны $M_1/(X_1)^3$ (+1 балл) и $M_2/(X_2)^3$ (+1 балл), поэтому отношение плотностей равно $M_1/M_2 \cdot (X_2/X_1)^3$ (+1 балл). Так как $X_2/X_1 = N_1/N_2 = (10/5) = 2$, а

$M_1/M_2 = (N_2/N_1) = (5/10) = 1/2$, то отношение плотностей равно $(N_1/N_2)^2 = (2)^2 = 4$, т.е. маленький кубик сделан из материала в 4 раза более плотного, чем большие кубики (+3 балла за корректно полученный правильный ответ).

Правильные рассуждения могут быть и другими. Например, можно заметить, что добавление еще трех столбиков малых кубиков делает объем одинаковым.

2) Белка развлекается, роняя с вершины сосны шишку и бегая за ней вниз. Если белка бежит со скоростью $V_1=1$ м/с, то она добирается до шишки через $T_1=10$ секунд после того, как шишка упала на землю. А если скорость белки составляет $V_2=3$ м/с, то такая задержка составляет $T_2=2$ секунды. Сколько времени падает шишка, если считать, что она о ветки не стучается и от места падения не откатывается?

Возможное решение

Обозначим время падения шишки на землю T_0 , высоту дерева H . Время падения всегда одинаково (+1 балл).

Тогда в случае движения белки с меньшей скоростью выполняется условие

$$H = V_1(T_0 + T_1) \quad (+2 \text{ балла})$$

а для второго случая будет справедливо уравнение

$$H = V_2(T_0 + T_2) \quad (+2 \text{ балла})$$

Из этих двух уравнений можно найти, что $T_0 = \frac{V_1 T_1 - V_2 T_2}{V_2 - V_1}$ (+2 балла)

Численное значение времени падения составляет $T_0=2$ сек (+3 балла за корректно полученный правильный ответ).

При корректном решении получение аналитического выражения для T_0 необязательно.

3) Деревни А и Б находятся на берегах длинной реки. В 7-00 утра из А выходит моторная лодка, которая забирает на пристани в Б почту и возвращается обратно в 12-00. На всю такую поездку уходит полный бак бензина. Однажды лодка отправилась из А с наполовину пустым баком и в этот день лодку донесло течением обратно в А только в 16-00. Во сколько раз скорость движения лодки относительно воды больше скорости течения реки? Считать скорости течения реки и расходования бензина при работе мотора постоянными, и что срочной почты все равно не было.

Возможное решение

Обозначим время обычной поездки $T_0=5$ ч, время задержки $T_1=4$ ч, скорость лодки относительно воды V , скорость течения относительно берега U .

По условию задачи лодку с выключенным мотором снесло в А, т.к. Б выше по течению (+1 балл). Это значит, что вначале лодка плывет против течения, т.е. тратит на поездку до Б больше половины всего времени T_0 и на это надо более половины всего бака (+1 балл). Значит, в этот день лодка до Б не доплыла, поскольку мотор остановился через $T_0/2$ (+1 балл).

Обозначим расстояние, которое проплыла лодка вверх по течению за это время X . Тогда верны следующие уравнения:

для движения до остановки мотора: $X = \frac{T_0}{2}(V - U)$ (+1 балл).

для движения до А после остановки мотора: $X = (\frac{T_0}{2} + T_1)U$ (+1 балл).

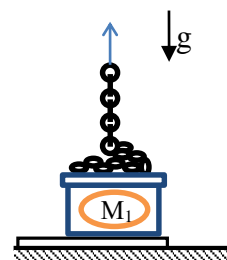
Отсюда получаем уравнение $(\frac{T_0}{2} + T_1)U = \frac{T_0}{2}(V - U)$, из которого находим искомое отношение

$$\frac{V}{U} = \frac{2(T_1 + T_0)}{T_0} \quad (+2 \text{ балла})$$

Подставляя численные значения, получаем $V/U=18/5=3.6$ (+3 балла за явно сформулированный и корректно полученный правильный ответ).

При корректном решении явное выписывание аналитического выражения для отношения скоростей не является обязательным.

4) Школьник взял электронные весы и положил на них однородную цепь. Затем стал поднимать цепь за один конец вертикально вверх с постоянной скоростью $V=2$ см/сек. Через $T_1=15$ секунд такого подъема показания весов стали равны $M_1=600$ г, а еще через $T_2=20$ секунд показания весов уменьшились до $M_2=0.5$ кг. Чему равна длина всей цепи?



Возможное решение

Обозначим искомую длину цепи L , ее полную массу M . По условию задачи за отрезок времени длительностью T_2 длина поднятой цепи возросла на VT_2 , т.е. на такую же длину укоротился участок цепи, непосредственно лежащий на весах (+1 балл). Вместе с этим, масса куска цепи на весах уменьшилась на $M_1 - M_2 = 100$ г (+1 балл).

Далее, за отрезок времени T_1 цепь поднялась на VT_1 (+1 балл). Однородность цепи означает, что куски цепи одинаковой длины имеют одинаковую массу.

Следовательно, масса цепи на весах за первый отрезок времени уменьшилась на

$$(M_1 - M_2) \frac{VT_1}{VT_2} = (M_1 - M_2) \frac{T_1}{T_2} = 75 \text{ г (+1 балл)}.$$

Значит, до начала подъема показания весов составляли

$$M = M_1 + (M_1 - M_2) \frac{T_1}{T_2} = 675 \text{ грамм (+2 балла)}.$$

Длина цепи определяется пропорцией

$$\frac{L}{M} = \frac{VT_2}{(M_1 - M_2)} \text{ (+1 балл)}$$

т.е.

$$L = V \frac{MT_2 + (M_1 - M_2)T_1}{(M_1 - M_2)} = 270 \text{ см}$$

(+3 балла за явно сформулированный и корректно полученный правильный ответ).

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

Желаем успеха!