

Первый (очный) этап
Всесибирской Открытой Олимпиады Школьников по физике
8 ноября 2020 г.
Задачи 7 класса
Возможные решения (максимум 10 баллов за задачу)

1. Из пункта А в пункт Б автобус №1 выезжает ровно в 9-00. Автобус №2 выезжает из пункта Б в пункт А на 4 часа позже. В хорошую погоду это происходит как раз в тот момент, когда автобус №1 прибывает в пункт Б. Однако, в дождливую погоду скорости обоих автобусов уменьшаются вдвое, из-за чего они встречаются на расстоянии 80 км от пункта Б. Чему равна скорость автобуса по сухой дороге, если считать, что она у обоих автобусов одинакова и постоянна?

Решение: Введем обозначения: V - скорость автобуса по сухой дороге, $T=4$ ч - задержка момента выезда автобуса №2 относительно момента выезда автобуса №1, L - расстояние между п.А и п.Б.

По условию задачи $L=VT$ (+1 балл за выражение связи между этими параметрами).

Если прошел ливень и скорость автобуса №1 упала вдвое, то в 13-00 (т.е. в момент выезда автобуса №2 из п. Б) он будет находиться на расстоянии $L/2$ от п.Б (+2 балла). Так как автобусы имеют одинаковую скорость, то за время от 13-00 до встречи, они проедут одинаковое расстояние, равное $L/4$ (+2 балла). Значит, $L=320$ км (+2 балла), а искомая величина скорости $V=L/T=80$ км/ч (+3 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ).

2. Школьник делал лабораторную работу с жидкостями. Он разлил по 100 мл жидкости в три одинаковых стакана и определил массу одного из стаканов с жидкостью. У него получилось 250 г. Затем школьник взял стакан №3 и вылил из него жидкость в стаканы №1 и №2 так, что в первом объем жидкости стал в полтора раза больше объема жидкости во втором. Взвешивание показало, что разница масс стаканов с жидкостью составляет 54 г. Уже после занятия школьник захотел рассчитать массу стакана. Как ему это сделать, используя перечисленные результаты измерений?

Решение: Введем обозначения: $V_0=100$ мл - начальный объем жидкости в каждом из стаканов, V_1 - объем жидкости, перелитый в стакан №1, m - масса 100 мл жидкости, M - искомая масса стакана, $m_1=54$ г - разница масс стаканов №1 и №2 после переливания жидкости.

По условию задачи $(m+M)=250$ г (+1 балл)

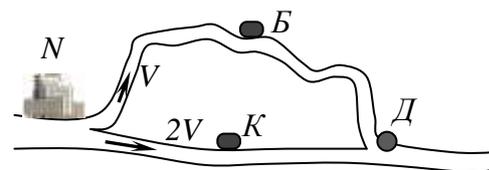
Поскольку при переливании жидкости ее полный объем и масса сохраняется (+1 балл ставится, даже если явного упоминания этого факта нет, но это используется в решении), то после переливания оказалось V_0+V_1 мл жидкости (+1 балл). В стакане №2 стало $V_0+(V_0-V_1)=2V_0-V_1$ мл жидкости (+1 балл).

По условию задачи $(V_0+V_1)/(2V_0-V_1)=3/2$, т.е. $V_1=4V_0/5=80$ мл.

При этом различие объемов жидкости в этих стаканах составляет $V_1-(V_0-V_1)=2V_1-V_0=60$ мл (+1 балл), т.е. плотность жидкости равна $\rho_{ж}=m_1/(2V_1-V_0)=0.9$ г/мл (+1 балл).

Следовательно, начальная масса воды в стакане составляла $m=V_0 \cdot \rho_{ж}=90$ г (+1 балл), а масса самого стакана $M=160$ г (+3 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ).

3. Река протекает через город N и сразу после него разделяется на рукава, как показано на рисунке. Один рукав длиннее другого в два раза, но зато там скорость течения воды в 2 раза меньше (см. рисунок). Ниже по течению на реке находятся деревни B , D и K . Всю почту в эти деревни завозят за один раз, приплывая в них по кругу по реке на моторной лодке. Скорость движения лодки относительно воды в 3 раз больше, чем самая большая скорость течения в рукавах, а длительность стоянки в любой деревне одна и та же. В какой последовательности быстрее развезти почту - сначала приплывая в деревню B , потом в D , затем в K или наоборот? Считать, что город N и деревня D находятся в местах соединения рукавов, шириной реки по сравнению с расстояниями между деревнями пренебречь.



Решение: Введем обозначения: L - длина короткого рукава, V для скорости течения воды в длинном рукаве (длиной $2L$). В этих обозначениях скорость лодки относительно воды равна $6V$. Поскольку время стоянки лодки в деревне везде одно и то же (достаточно, чтобы это было верно для деревень B и K), то оно на ответ не влияет и можно его вообще не учитывать.

При движении по направлению BDK будет затрачено времени (без учета времени стоянок)

$$T_{BDK} = 2L/(7V) + L/(4V) = 15L/(28V) \quad (+3 \text{ балла}).$$

При движении в другую сторону:

$$T_{KDB} = L/(8V) + 2L/(5V) = 21L/(40V) \quad (+3 \text{ балла}).$$

Либо прямым расчетом, либо заметив, что $T_{BDK} > L/(2V)$ на $L/(28V)$, а $T_{KDB} > L/(2V)$ на $L/(40V)$, заключаем, что $T_{BDK} > T_{KDB}$ (+2 балла за соотношение между временами движения).

Таким образом, быстрее развезти почту, приплывая сначала в деревню B , т.е. в направлении N - K - D - B - N (+2 балла за явно сформулированный и обоснованный ответ).

4. В некотором 3D-принтере при изготовлении деталей расплавляется пластмассовая проволока (одна или больше), которая подается в область нагрева с постоянной скоростью. Для повышения прочности детали понадобилось смешать две разные пластмассы - A и B - так, чтобы доля пластмассы A составила 40% от массы детали. Проволоки из разных пластмасс имеют одинаковую плотность, но разную площадь сечения: $S_A = 1 \text{ мм}^2$ для проволоки A и $S_B = 3 \text{ мм}^2$ для проволоки B . Каково должно быть соотношение скоростей подачи проволок A и B в область нагрева для обеспечения нужного массового соотношения?

Решение: Введем обозначения: ρ - плотность проволоки, V_A и V_B - скорости подачи проволок из пластмассы A и B , соответственно. Т.е. искомой величиной является отношение V_A/V_B .

Пусть время изготовления детали равно T (для решения можно взять и другой, меньший промежуток времени).

Тогда масса поданной в область плавления проволоки A составит $M_A = V_A \cdot T \cdot S_A \cdot \rho$ (+2 балла), а для B эта масса будет равна $M_B = V_B \cdot T \cdot S_B \cdot \rho$ (+2 балла). По условию, требуемое соотношение масс должно быть равно $M_A/M_B = 2/3$ (доля B составляет 60% от всей массы), т.е.

$$(V_A \cdot T \cdot S_A \cdot \rho) / (V_B \cdot T \cdot S_B \cdot \rho) = 2/3 \quad (+2 \text{ балла за это или эквивалентное уравнение}).$$

Выражая отсюда искомое соотношение, получаем

$$V_A/V_B = (2 \cdot S_B) / (3 \cdot S_A) \quad (+1 \text{ балл за аналитическое выражение}).$$

После подстановки числовых значений получаем

$$V_A/V_B = 2 \quad (+3 \text{ балла за явно сформулированный и обоснованный ответ}).$$

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

Желаем успеха!